

# Několik poznámek o povrchovém napětí

Zdeněk Bochníček

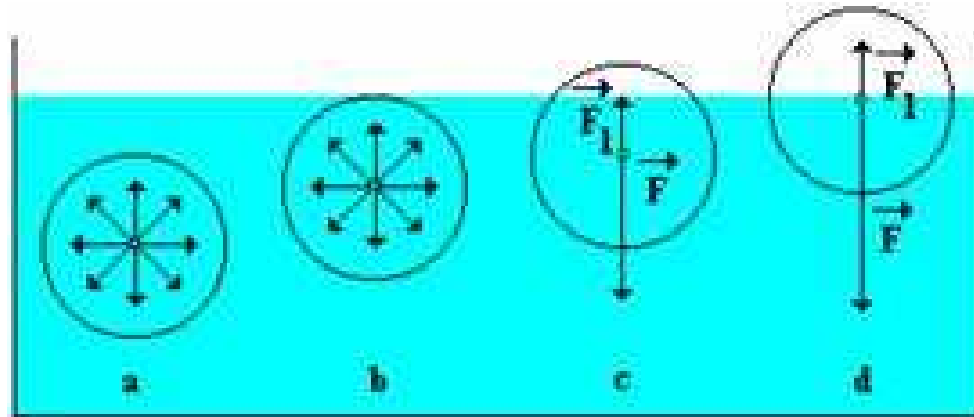
Přírodovědecká fakulta MU

# Poznámka č. 1:

Výklad pojmu „povrchové napětí“

# Klasický učebnicový výklad

## Síly mezimolekulárního působení



Výslednice sil nemůže směřovat dovnitř kapaliny

(2. Newtonův zákon)

Jsou to jen přitažlivé síly

Proč se omezit jen na přitažlivé síly?

Pro vysvětlení existence síly v rovině povrchu se použijí energetické úvahy.

## Fyzika pro gymnázia, Molekulová fyzika a termika

*„K posunutí molekuly z vnitřku kapaliny do její povrchové vrstvy je nutno vykonat práci k překonání této (přitažlivé) síly.“*

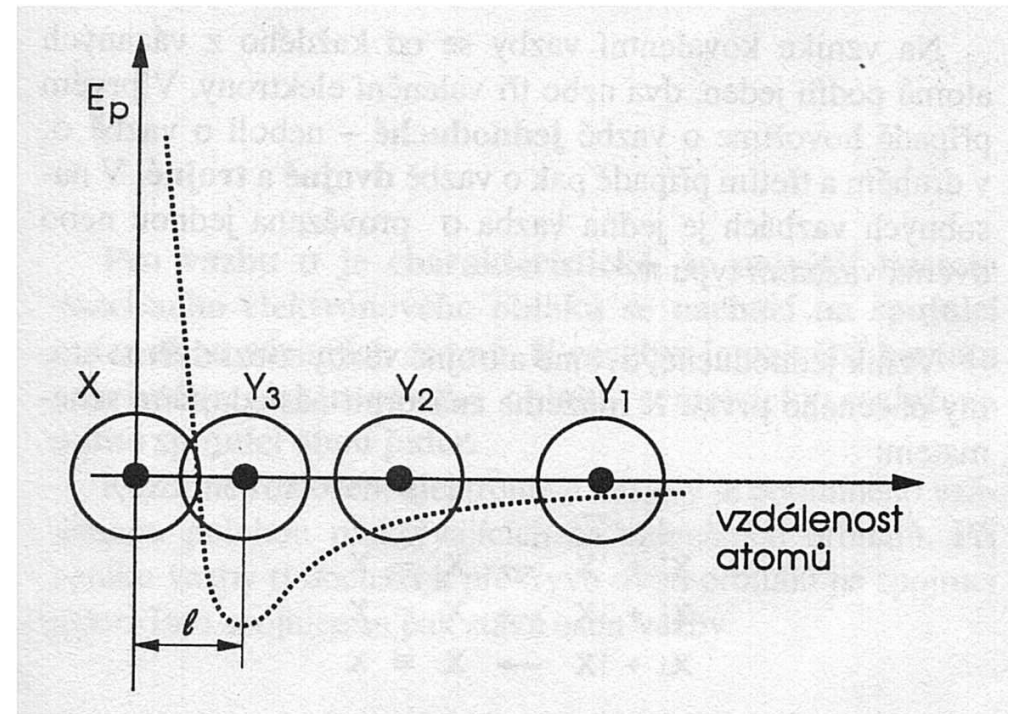
*„Proto molekuly v povrchové vrstvě mají větší potenciální energii, než by měly, kdyby se nacházely uvnitř kapaliny.“*

# Alternativní výklad vzniku povrchového napětí

Mezimolekulární (meziatomární) interakce

Potenciální energie chemické vazby

Vazebná energie



Chemie pro gymnázia 1, str. 35

- energie uvolněná při vytvoření vazby
- energie nutná k přerušení vazby  
(disociační energie)

Každé vytvoření vazby = snížení potenciální energie

Fyzikální systém spontánně směřuje do minima potenciální energie

$$\vec{F} = -\text{grad}(E_p)$$

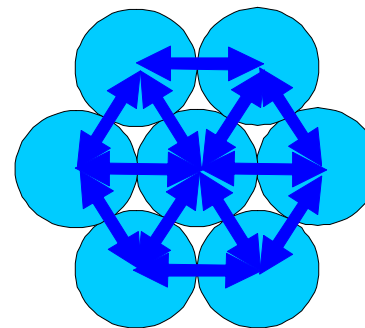
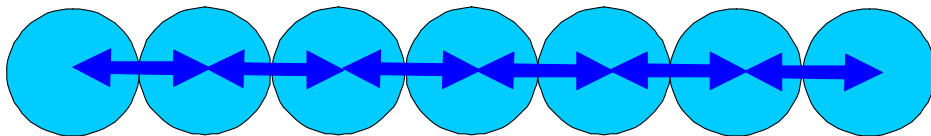
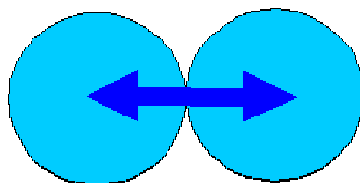
Proč padá těleso k zemi?

(a) působí tíhová síla

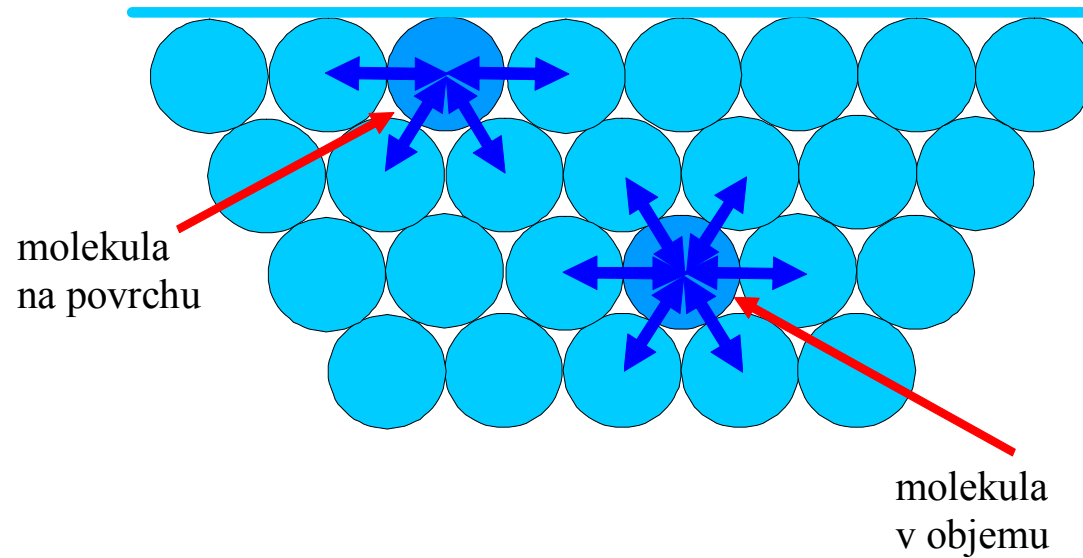
(b) v menší výšce má menší potenciální energii

Každé vytvoření vazby = snížení potenciální energie

vazba



## Povrchová vrstva kapaliny



S existencí povrchu je spojená existence „energie navíc“.

Povrchová energie

$$E_S = \sigma \cdot S$$

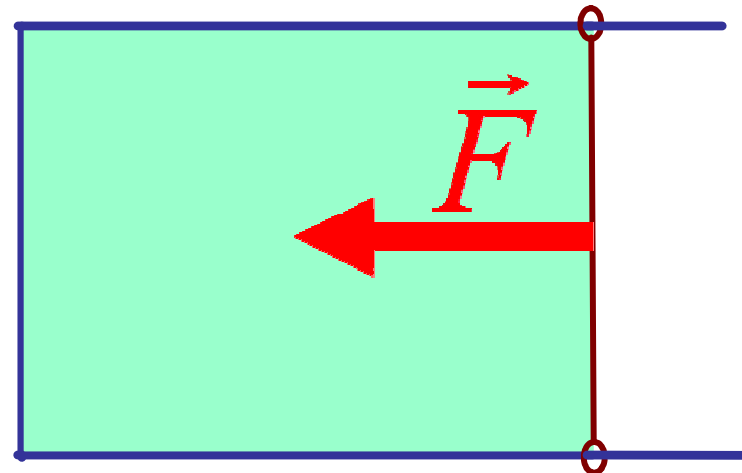


Snaha zmenšit potenciální energii = snaha zmenšit povrch

Pokus s rámečkem a příčkou

Jakým směrem musí působit mýdlová blána na příčku?

Takovým!



## Poznámka č. 2:

Povrchové napětí nejsou jen kapiláry a bubliny

Kde při předchozím výkladu bylo nezbytné, že mluvíme o kapalinách?

**Nikde!**

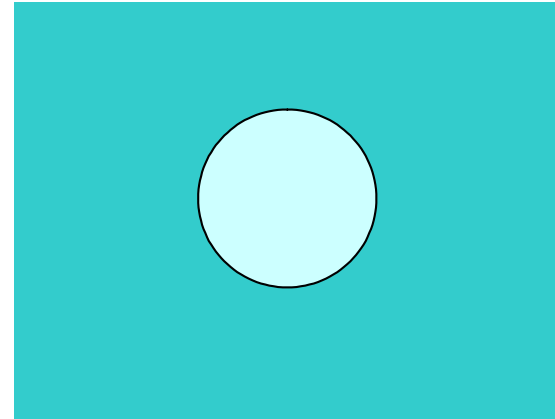
Povrchové napětí (povrchová energie) je i na površích (rozhraních) pevných látek.

Jinak bychom nevysvětlili ani kapilární elevaci!

Povrchové napětí (energie) má mnoho různorodých důsledků.

## 1) Nukleace nové fáze

- počátek tuhnutí
- počátek varu



vznik zárodku =

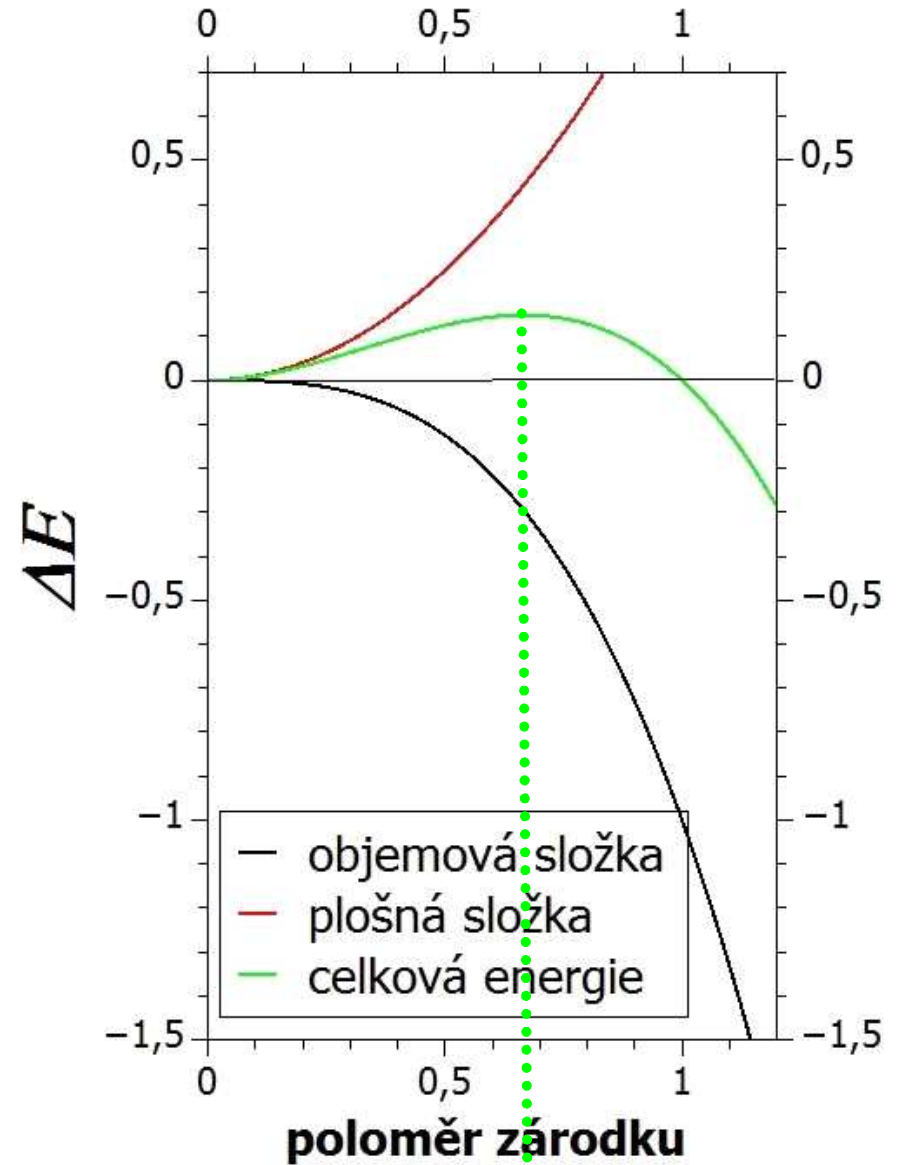
- vznik objemu nové fáze
- vznik rozhraní dvou fází

Celková změna energie (správněji Gibbsova energie)

$$\Delta E_{\text{celk}} = \Delta E_{\text{objem}} + \Delta E_{\text{povrch}}$$

$$\Delta E_{\text{celk}} = -A \cdot r^3 + B \cdot r^2$$

tzv. homogenní nukleace



← zárodek se rozpouští

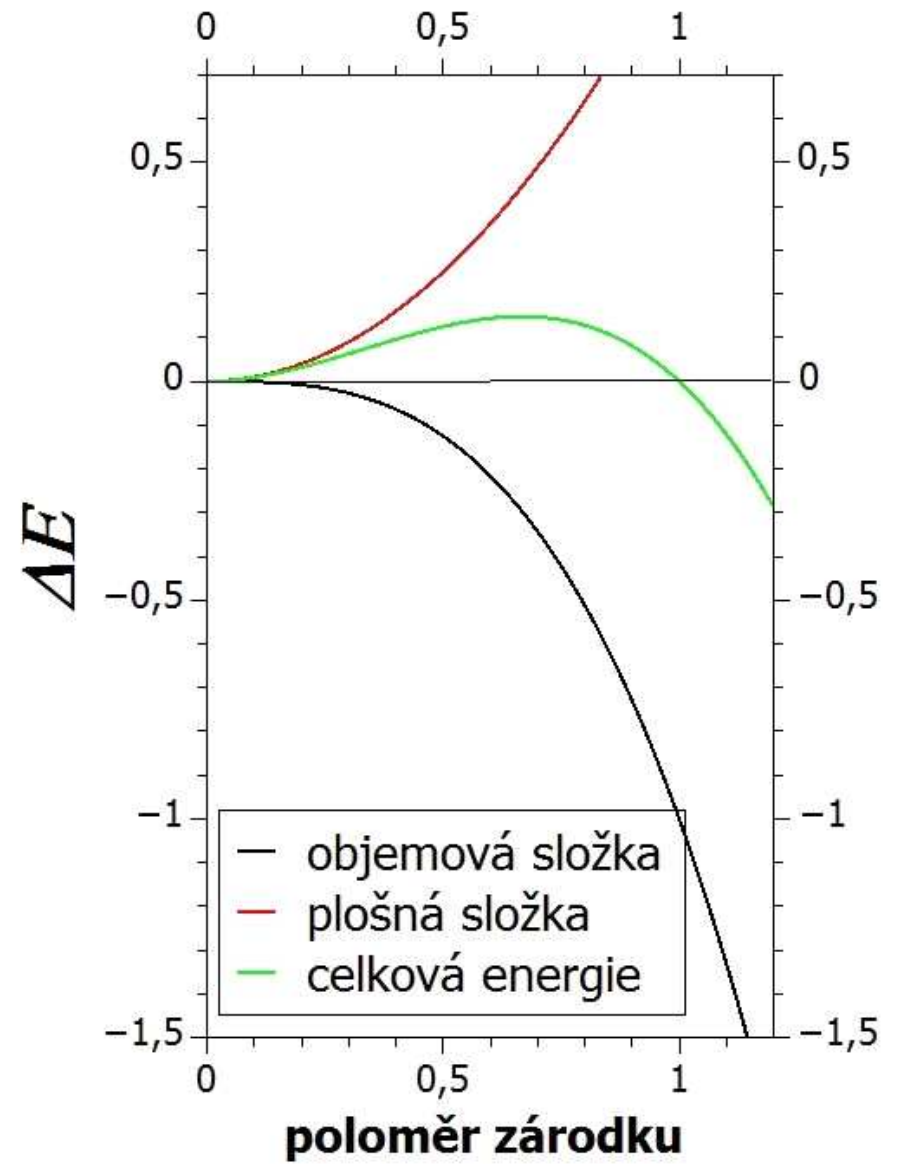
→ zárodek roste

## **Příklady:**

- přechlazená voda
- přehřátá voda

## Heterogenní nukleace

nečistoty nebo poškození  
povrchu snižují výšku  
bariéry

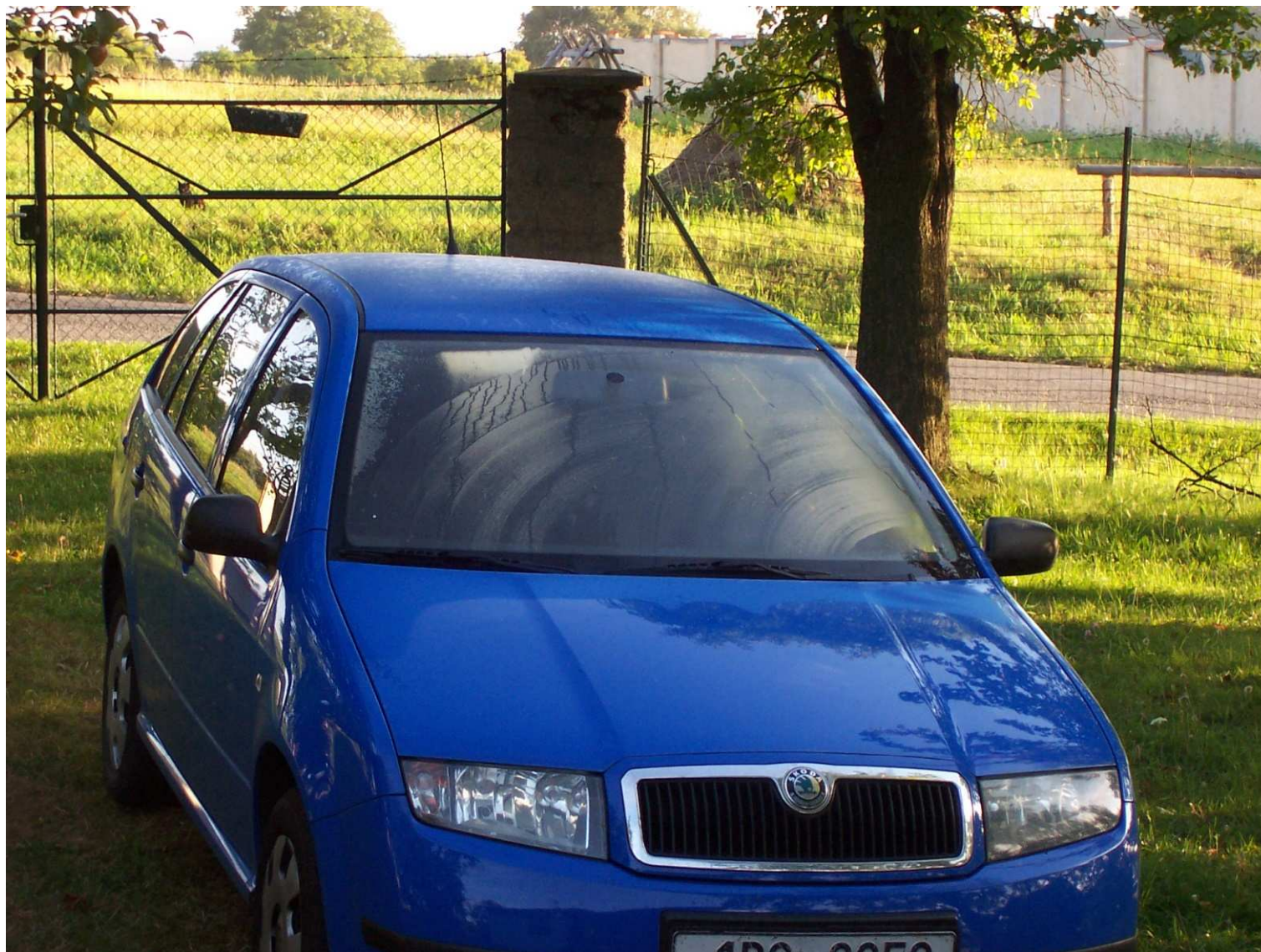


## Příklady

- varný kamínek
- vznik bublinky na stěnách sklenic se sycenými nápoji
- londýnská mlha
- zahřívací polštářky
- mlžná komora



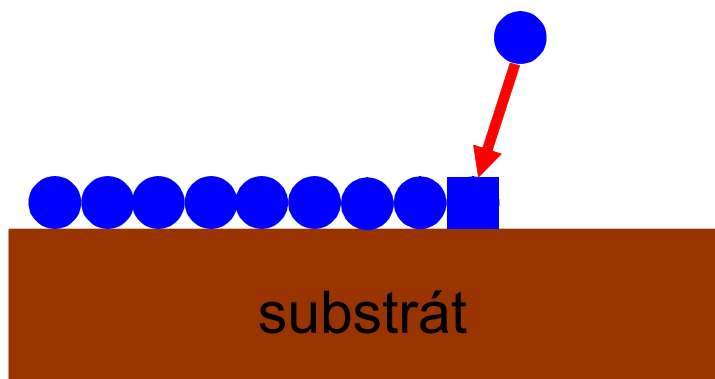




## 2) Depozice tenkých vrstev

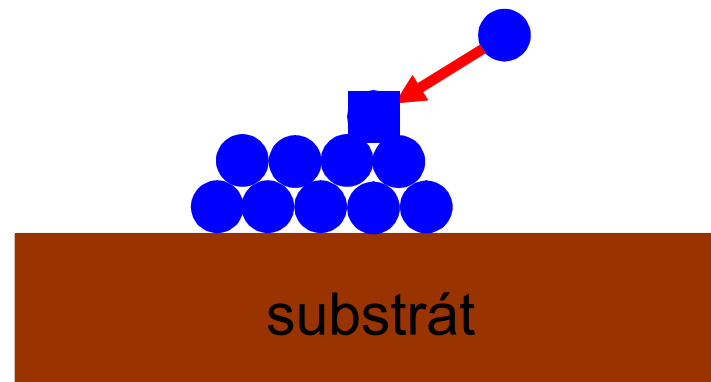
růst vrstva po vrstvě

Frank-van der Merweův



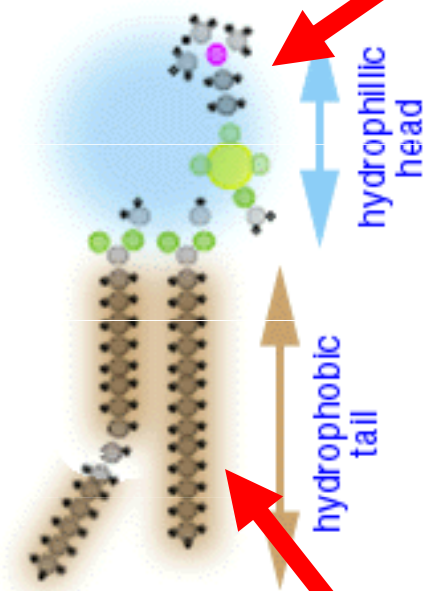
ostrůvkovitý růst

Volmerův- Weberův

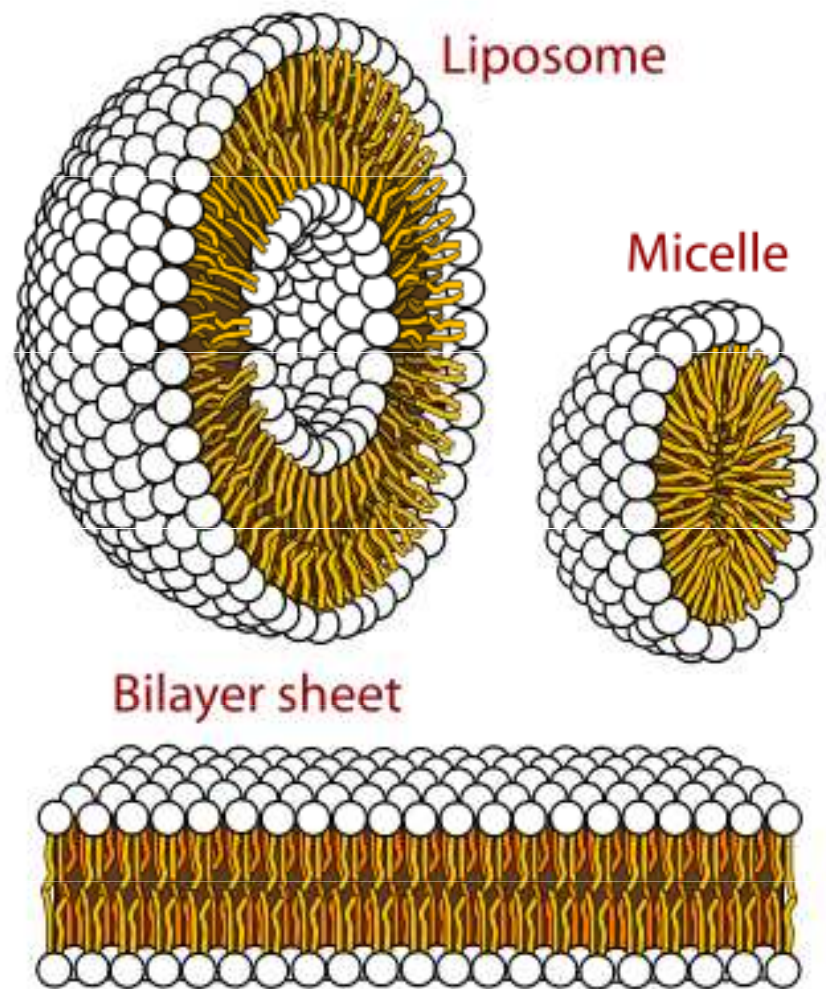


### 3) Fosfolipidy

povrchové napětí rozhraní je **malé**



povrchové napětí rozhraní je **velké**

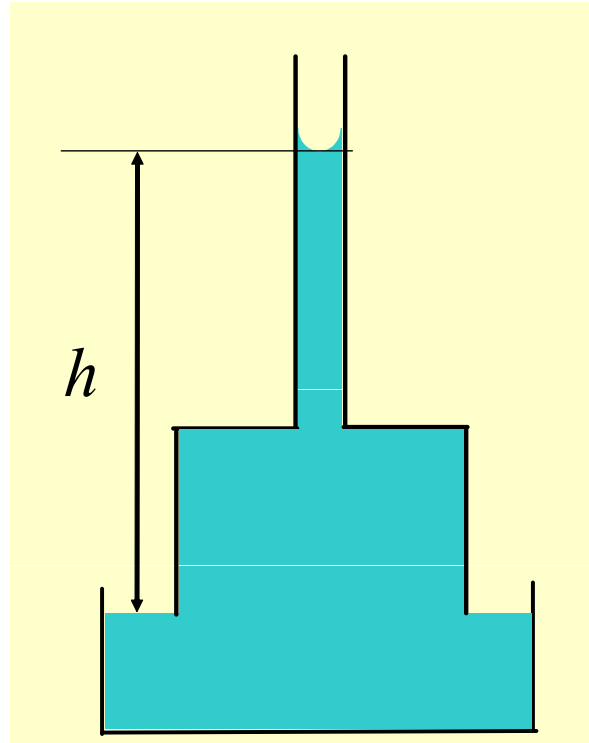




## 4) Sání vody do vysokého stromu

kapilární elevace

$$h = \frac{2\sigma}{r\rho g}$$



$$r = 0,15\mu\text{m} \Rightarrow h = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3}}{0,15 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot 10} = 100\text{m}$$

# Hydrostatický tlak uvnitř kmene

Záporný tlak kapaliny?

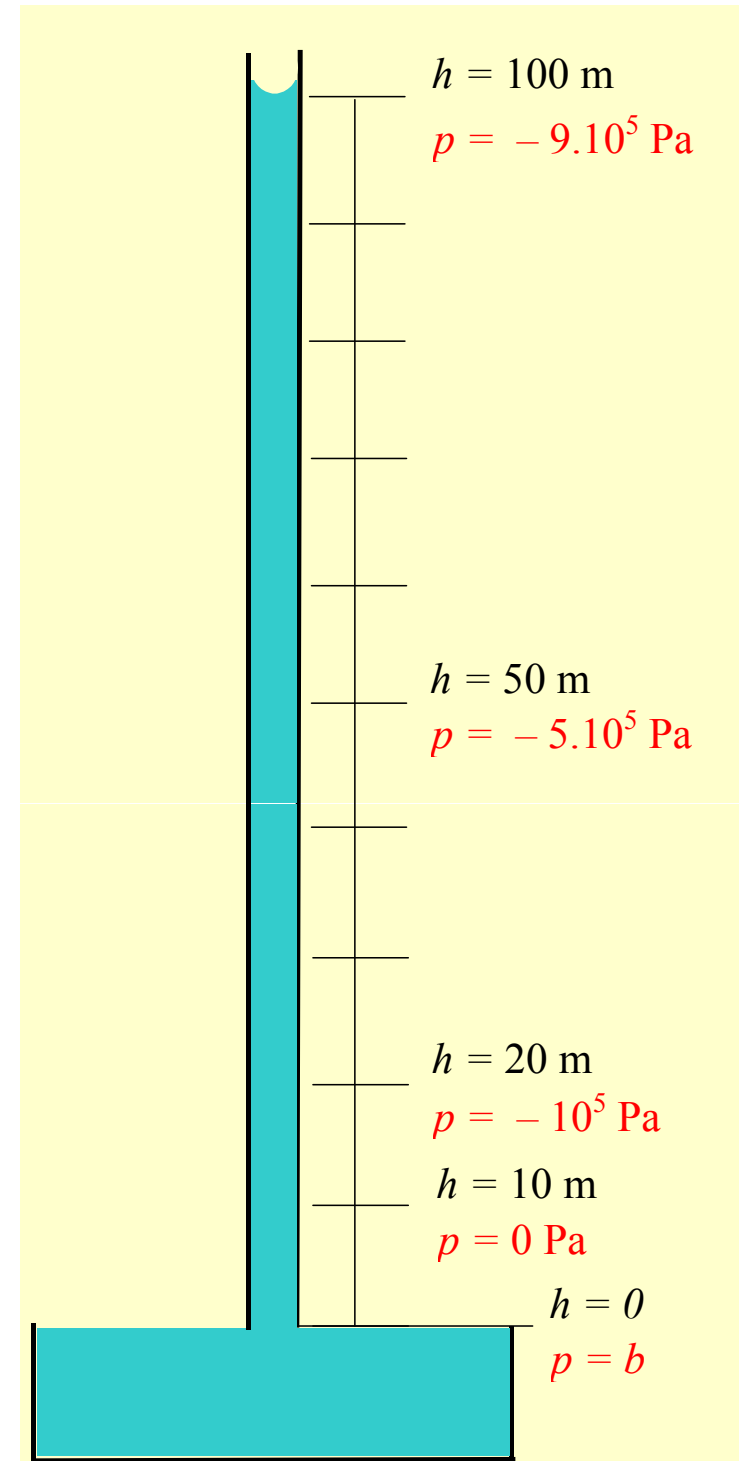
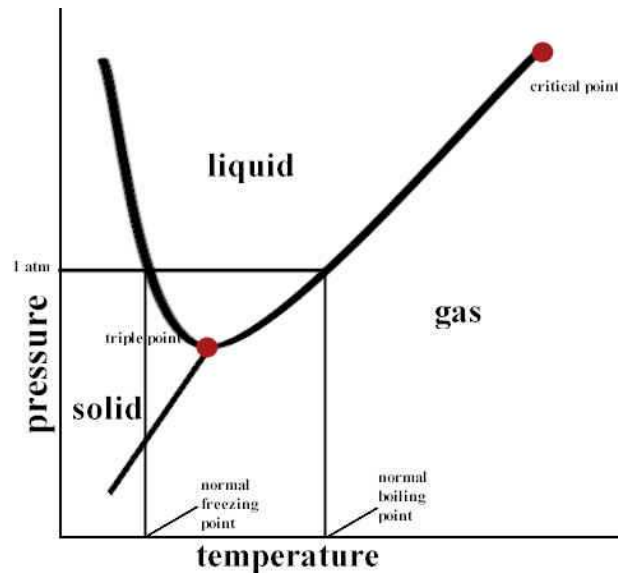
Co se stane s kapalinou, když snížíme tlak?

začne vřít!

var = „roztržení“  
kapaliny

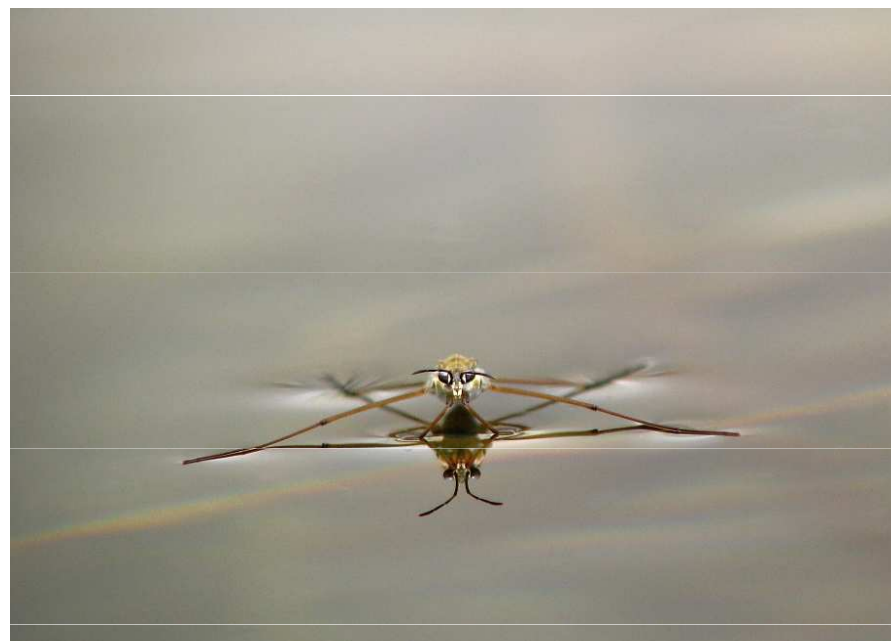
pokud zabráníme vzniku varu, kapalina  
snese i záporný tlak (kohezní síly).

[video](#)



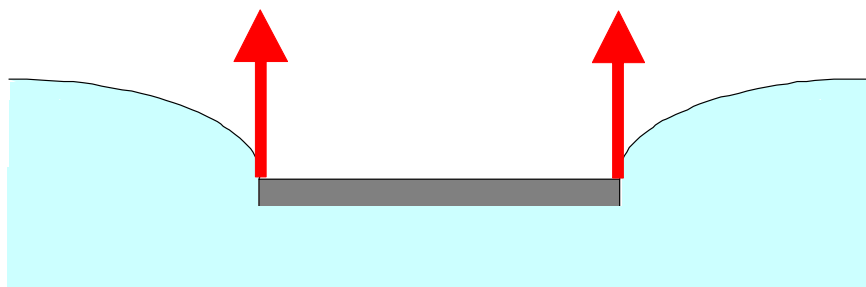
# Poznámka č. 3:

Plavání lehkých předmětů na vodní hladině



Mince plave díky povrchovému napětí

Nepochybně



Síla povrchového  
napětí je maximální

Stará 10 haléřová mince má průměr 15,5 mm a hmotnost 0,6 g

Vztlaková síla:  $F_{\text{vzt}} = 2\pi r\sigma = 2 \cdot \pi \cdot 0,00775 \cdot 0,0728 = 3,55 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

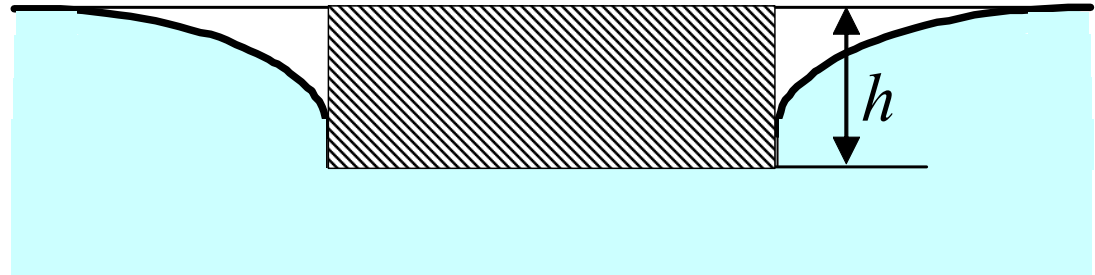
Tíhová síla:  $F_{\text{g}} = mg = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

To nestačí!



**Musí působit ještě jiná síla.**

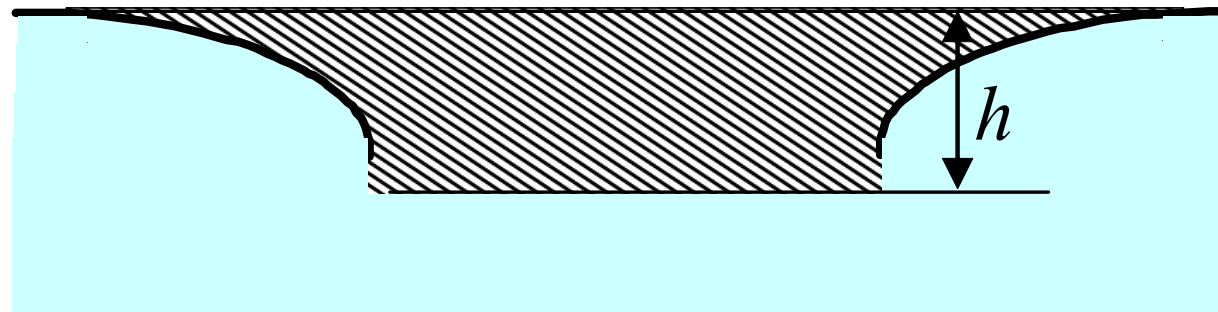
Archimédův vztlak



Celková síla je tedy

$$F = 2\pi r\sigma + h\rho gS$$

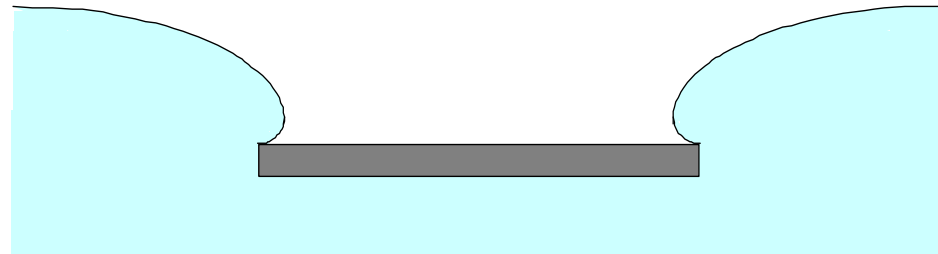
## Jiný pohled



Povrchová vrstva tvoří stěnu „lodičky“

**Minci lze ponořit ještě hlouběji**

maximální ponoření



Síla povrchového napětí je nulová

## Experiment s 50Kč mincí

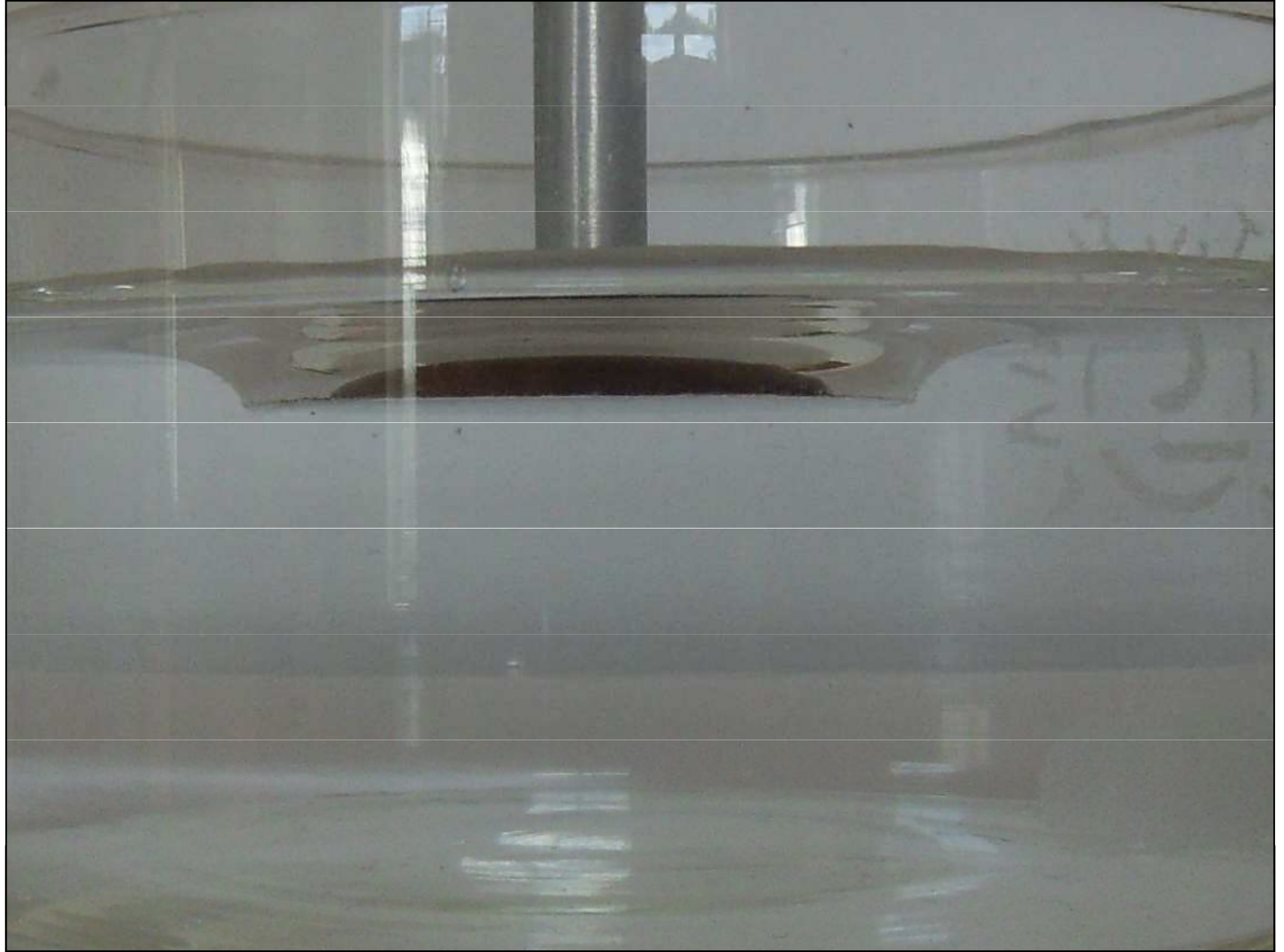
Ponor měřen mikrometrem

Nutná korekce na konečný  
rozměr nádoby.

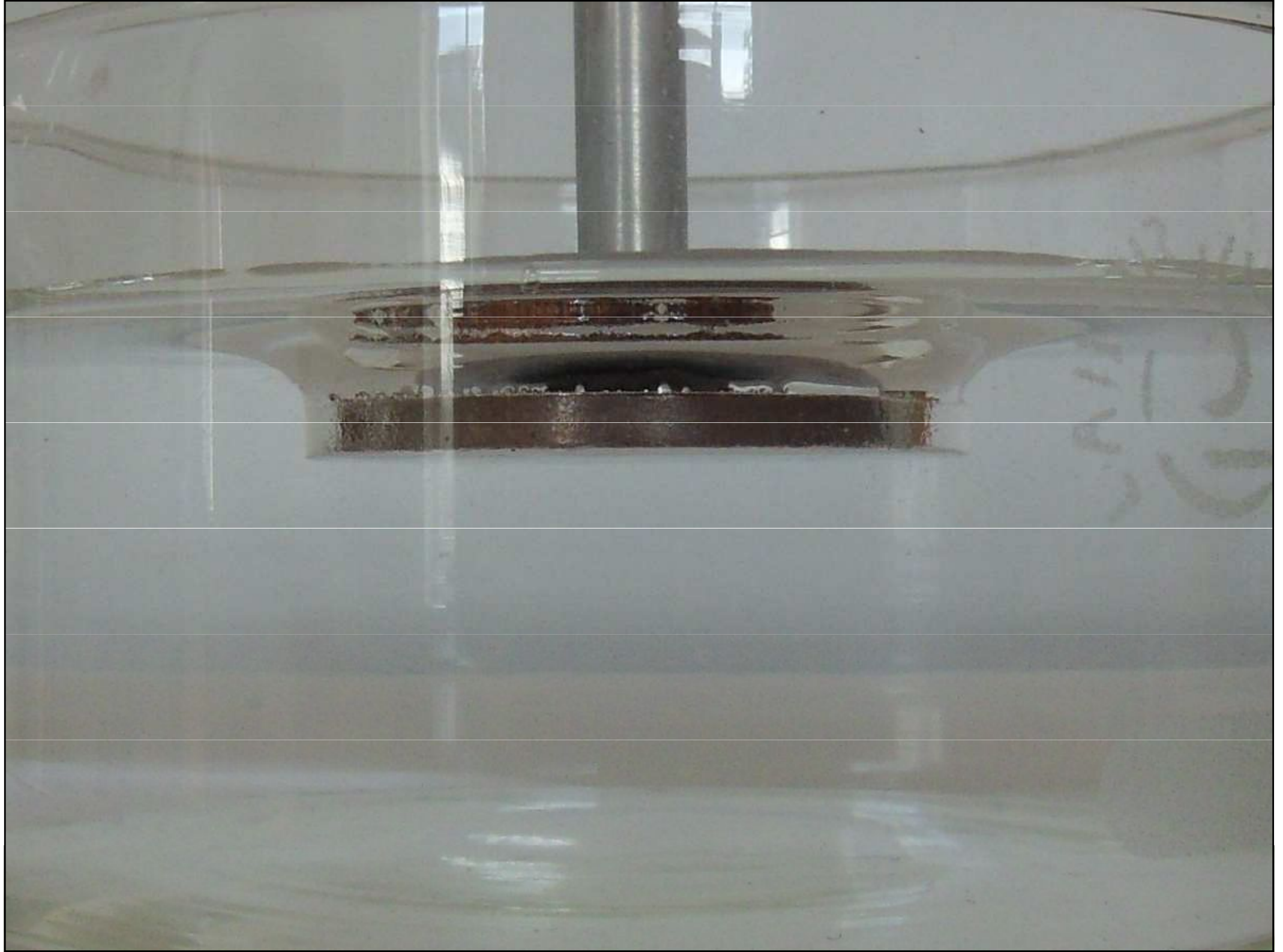
Síla měřena digitálními vahami

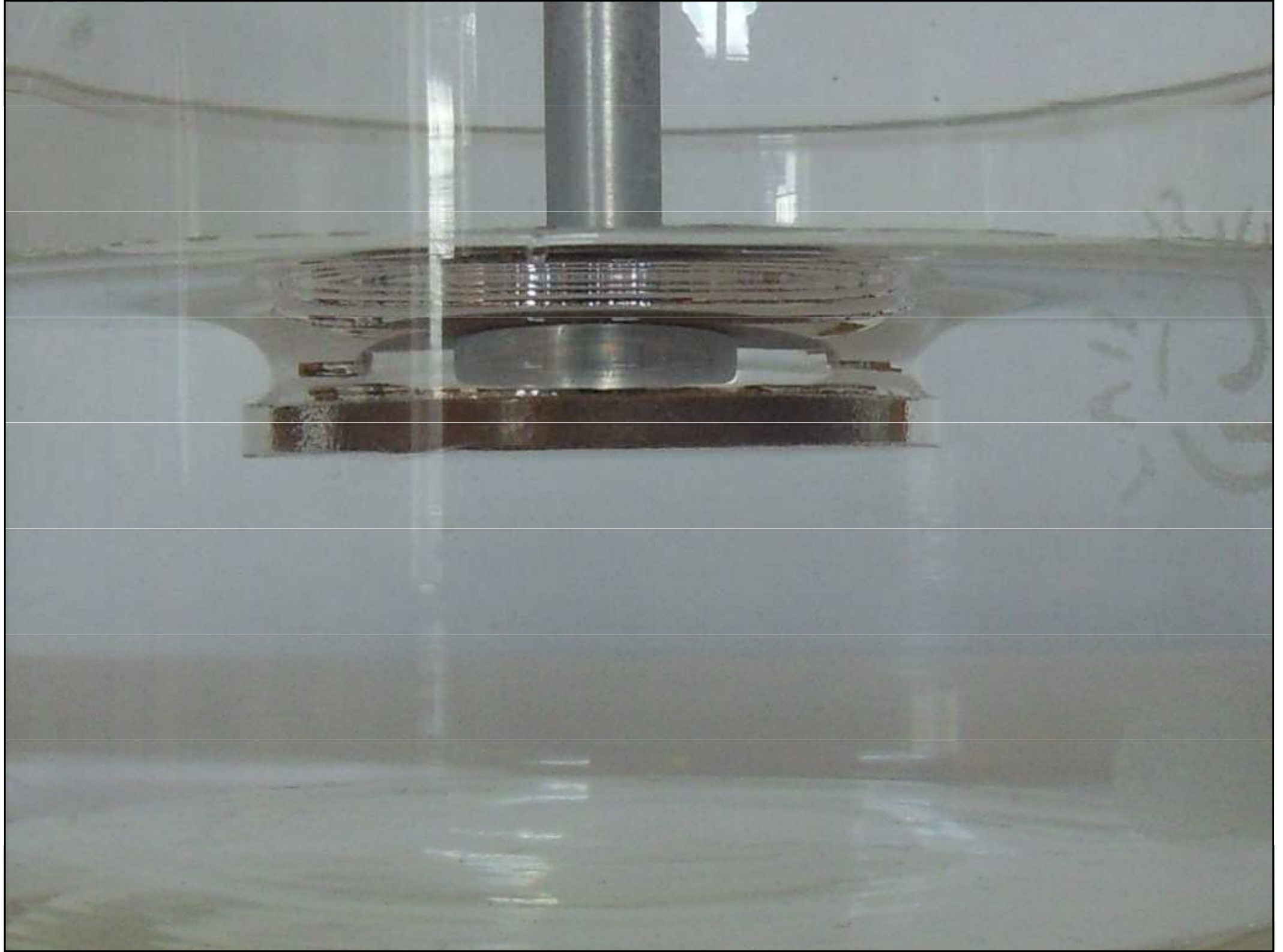




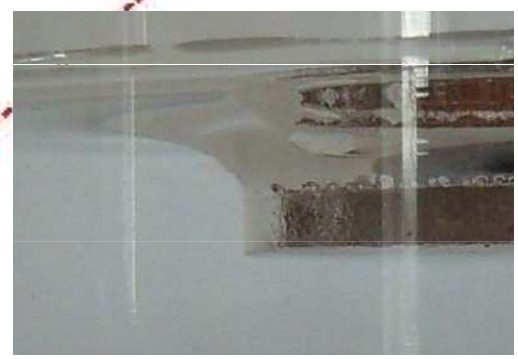
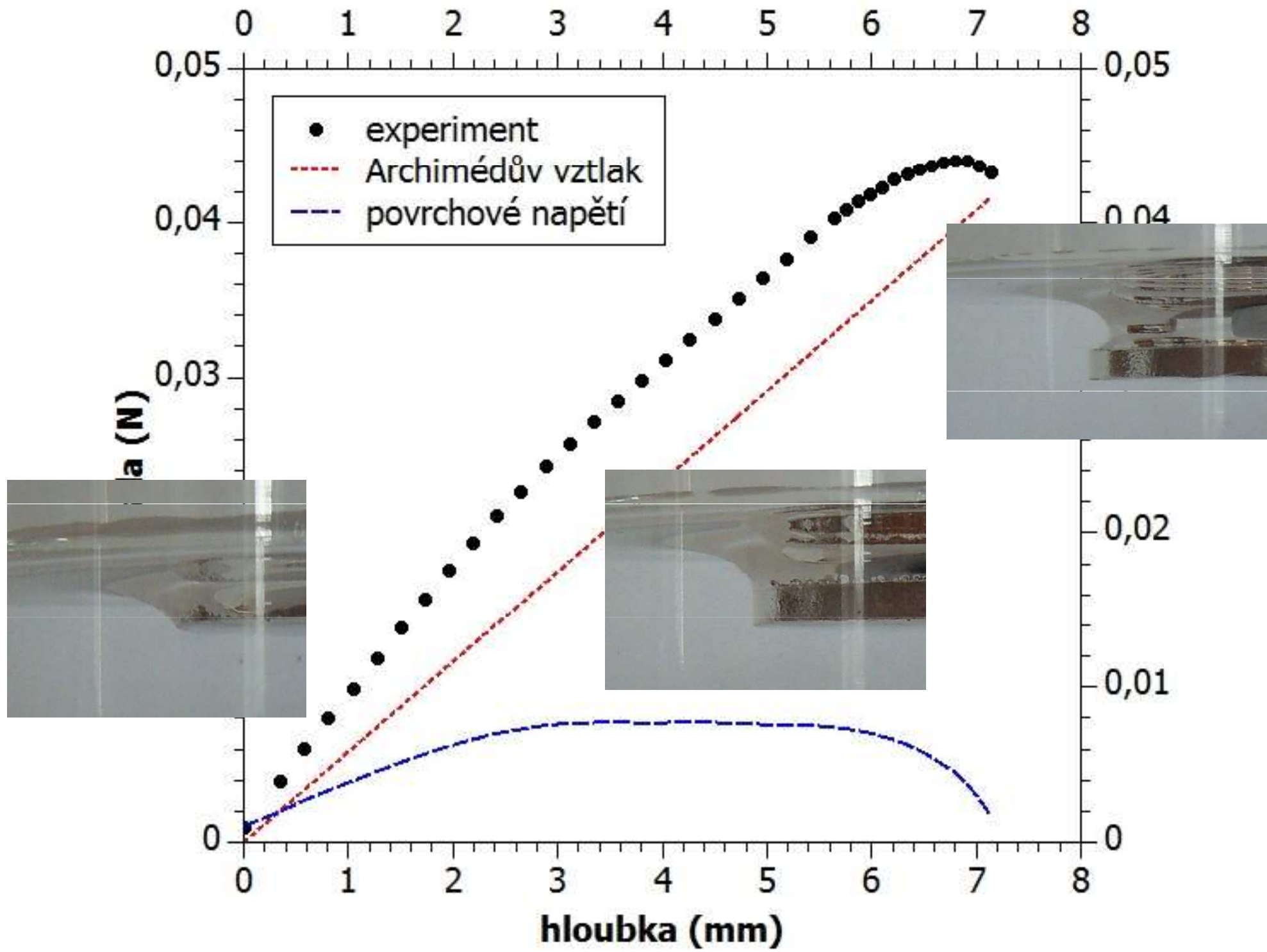












Děkuji za pozornost.