

2. přednáška

ADHEZE KAPALIN K PEVNÝM LÁTKÁM

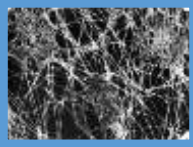
Doc. Ing . Eva Kuželová Košťáková, Ph.D.

Katedra chemie, FP, TUL

Eva.kostakova@tul.cz

Tel.: 48 535 3489

Budova C, 3. patro

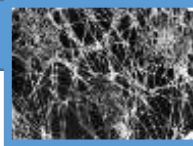


ADHEZE KAPALIN K PEVNÝM LÁTKÁM

Povrchové napětí a povrchová energie

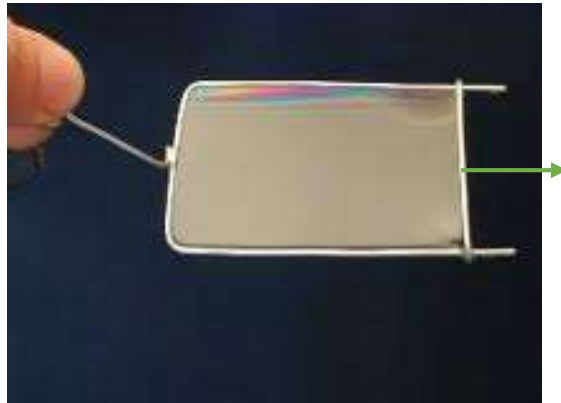
Důležitým pojmem i prostředkem pro popis adhezní vazby mezi kapalinou a pevnou látkou je povrchové napětí kapalin γ (gama).

Co by se stalo, kdyby se snížilo povrchové napětí vody?
Fyzikální význam γ vysvětluje Maxwellův pokus.



Povrchové napětí - vysvětlení

Maxwellův pokus: pevný kovový rámeček, pohyblivé raménko na které působí síla F . Délka pohyblivého raménka je L .

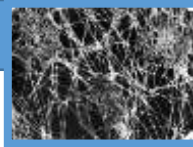


$$\gamma = \frac{-F}{2L}$$

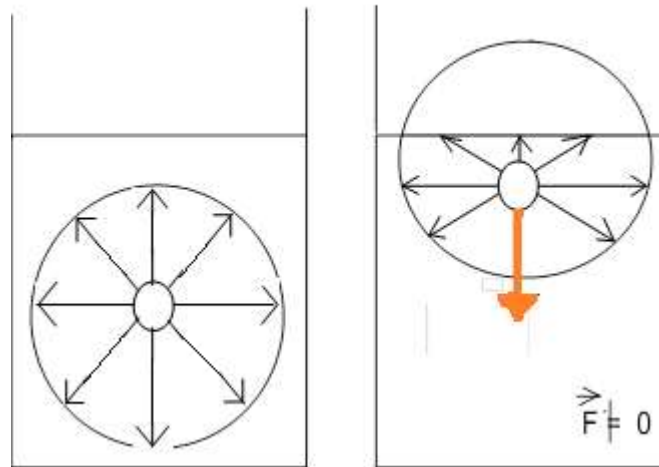
Adhezní práce

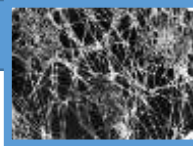
$$A = Fds = 2\gamma Lds$$

$$W = \gamma$$

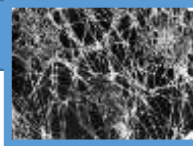


Sféra molekulárního působení je pak sférická oblast o poloměru rovném dosahu sekundárních sil. Z hlediska vzájemné polohy sledované molekuly a povrchu kapaliny mohou nastat dva případy.

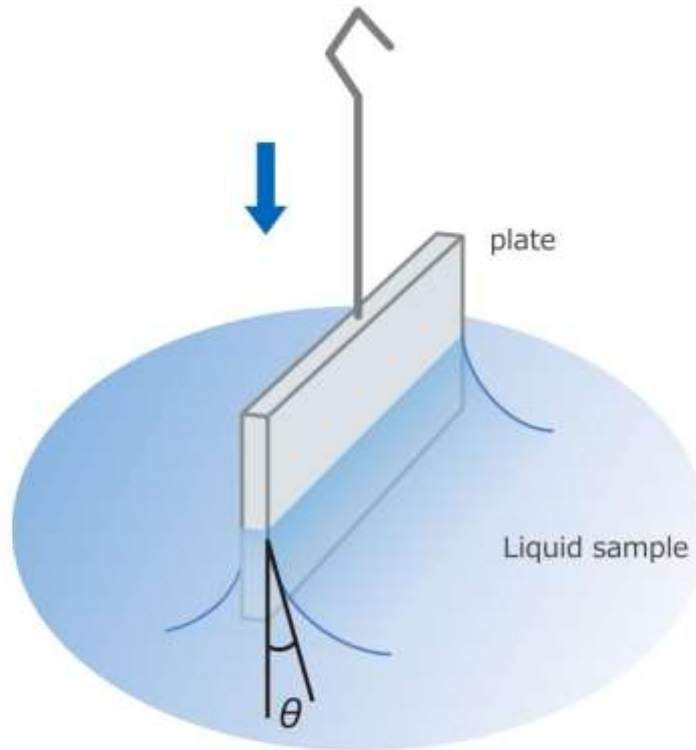




MĚŘENÍ POVRCHOVÉHO NAPĚTÍ KAPALIN



Odtrhávací metody Plate method - Wilhelr



$$\gamma = \frac{F}{L \cos \theta}$$

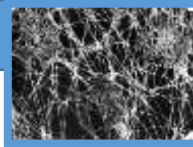
Where:

γ : Surface tension

F : Measuring force (force acting on the plate)

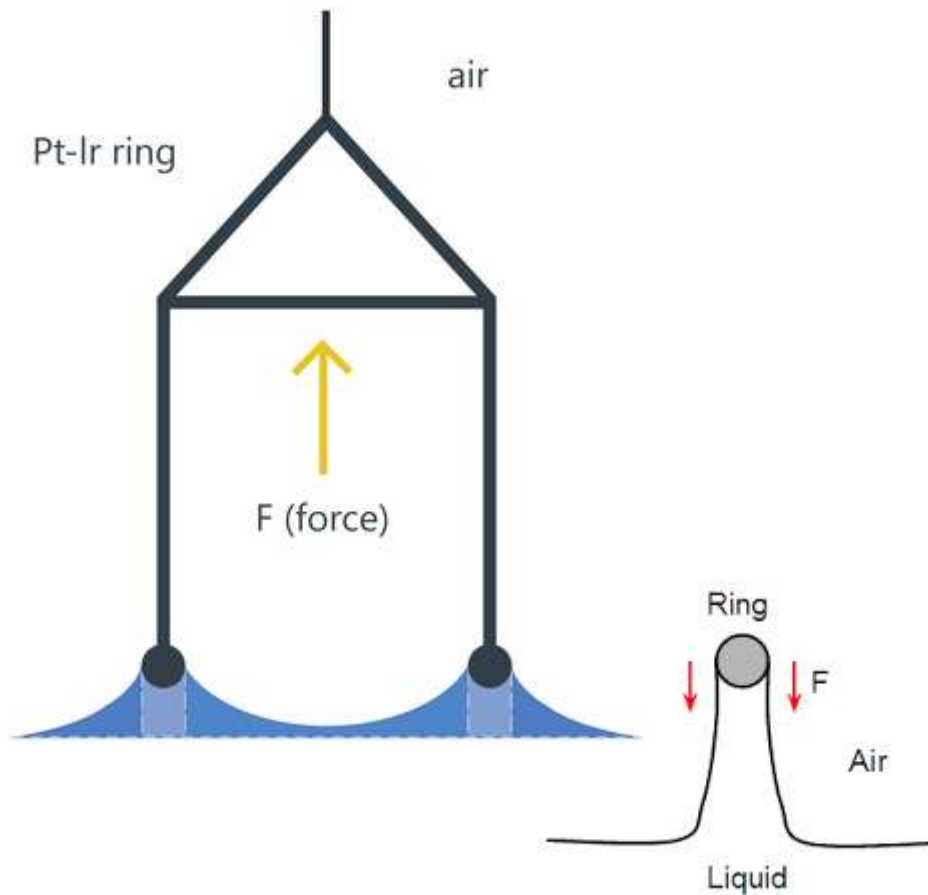
L : Perimeter of plate

θ : Contact angle of plate and the liquid

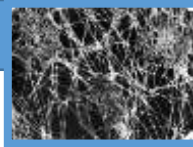


Odtrhávací metody

Ring method – du Noüy

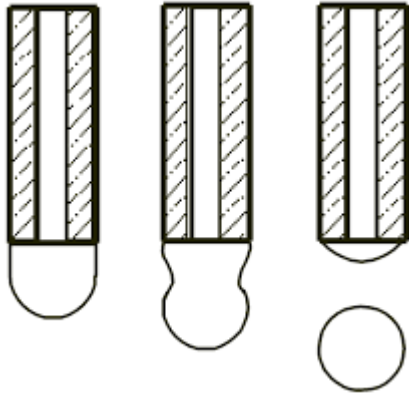


Mezipovrchové napětí kapalin



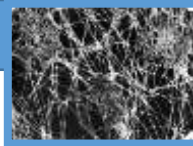
Kapková metoda Stalagmometrická

$$mg = 2\pi r\gamma$$

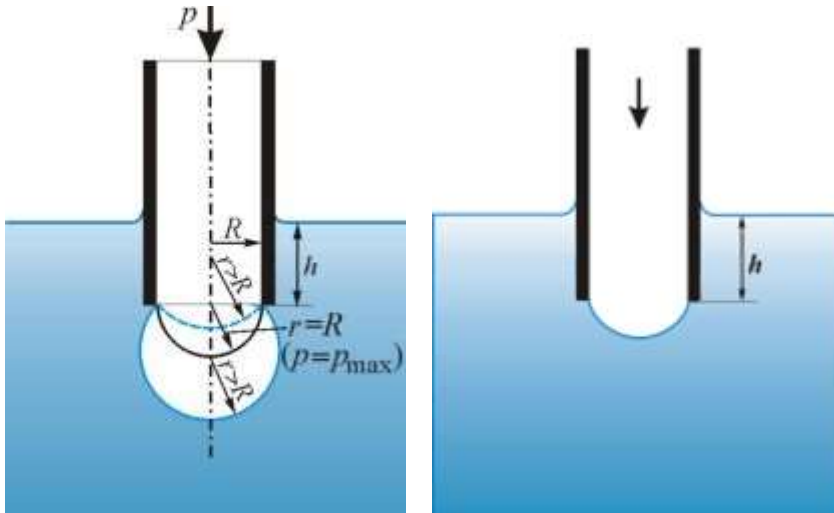


Přesnější postup

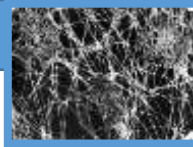
$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{m_1}{m_2}$$



metoda maximálního přetlaku v bublině maximum bubble pressure method



$$p = h \cdot \rho \cdot g + \frac{2 \gamma}{r}$$

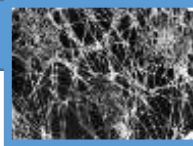


Kapilární tlak p vzniká u **obecně zakřiveného povrchu**

$$\Delta p = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

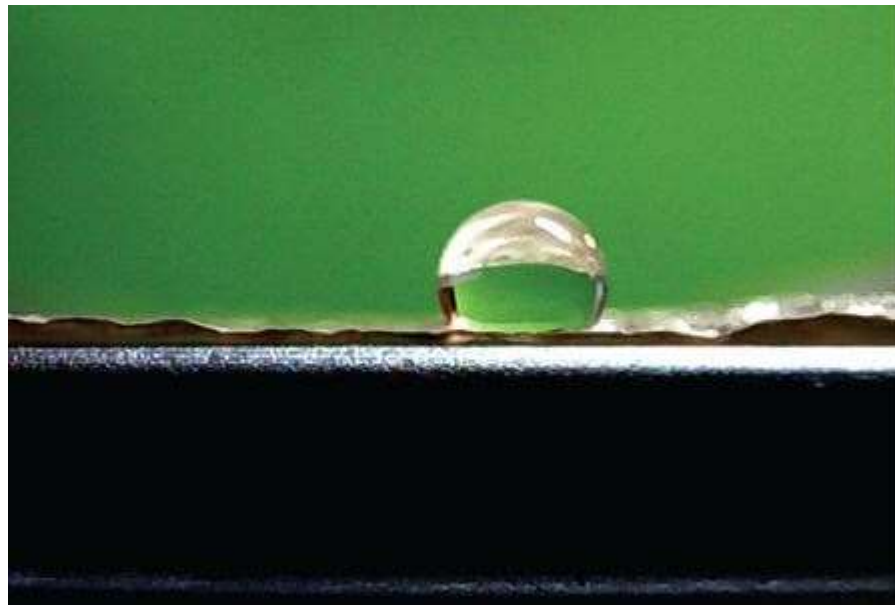
Pro sférické kapky...

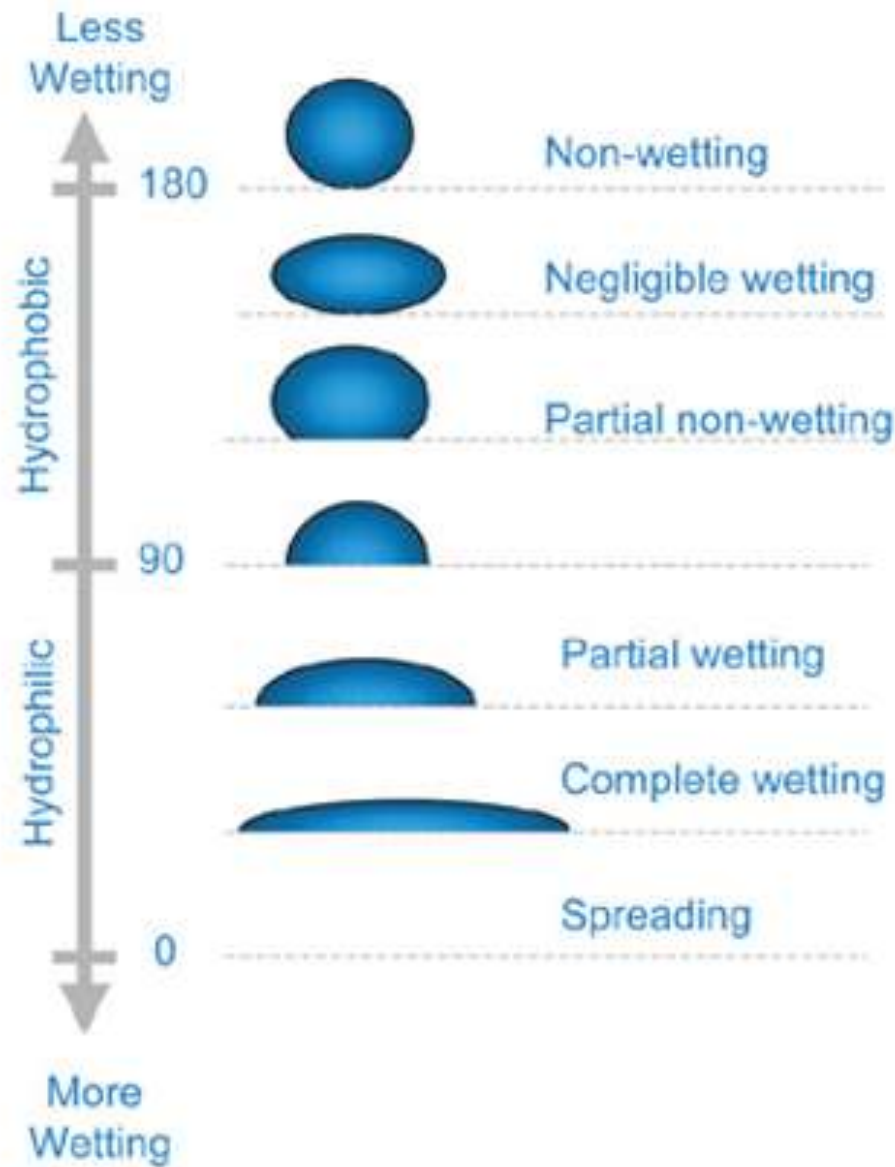
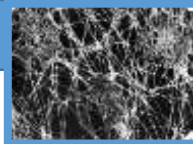
Pro válcové povrchy...

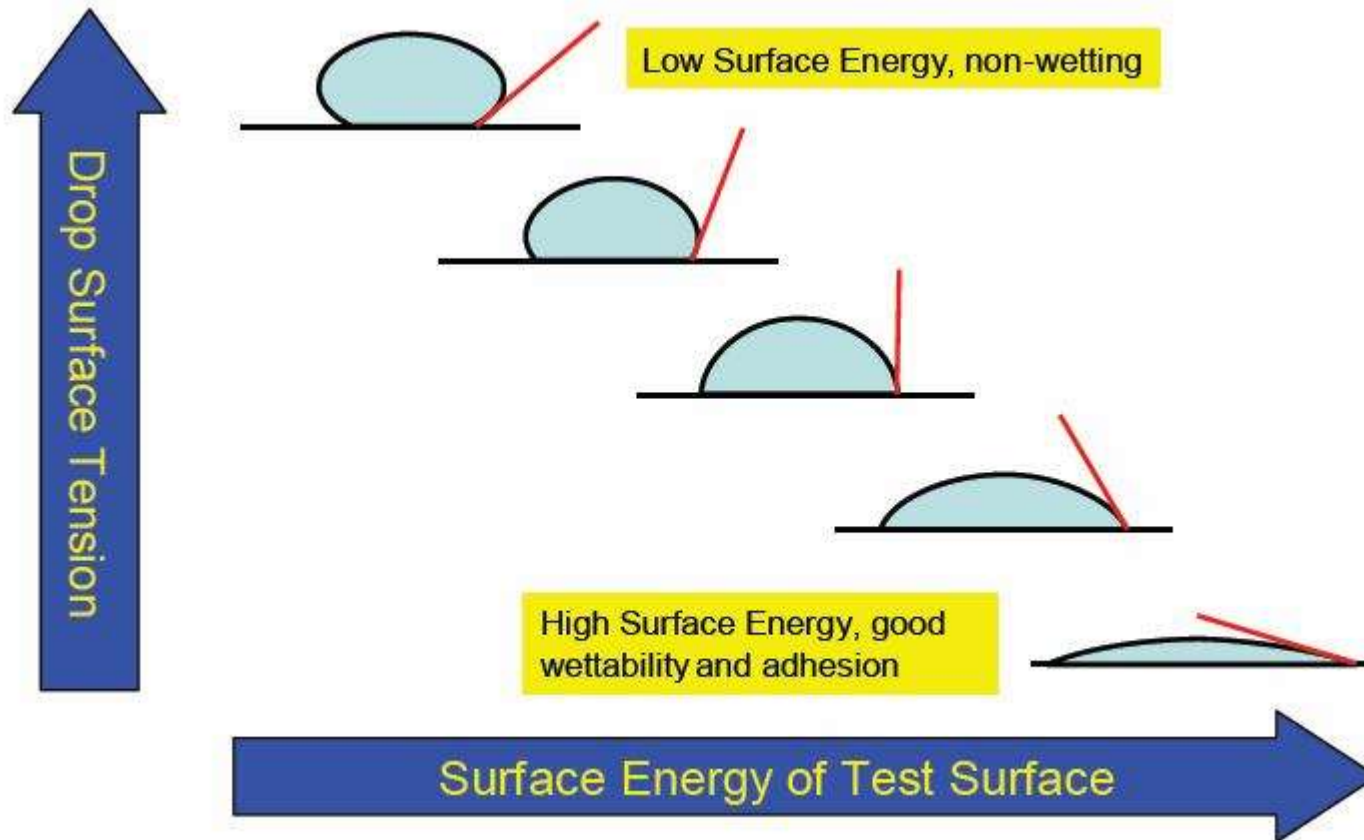
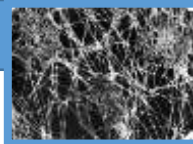


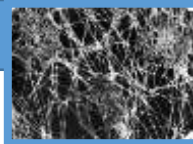
TNT

KONTAKTNÍ ÚHLY

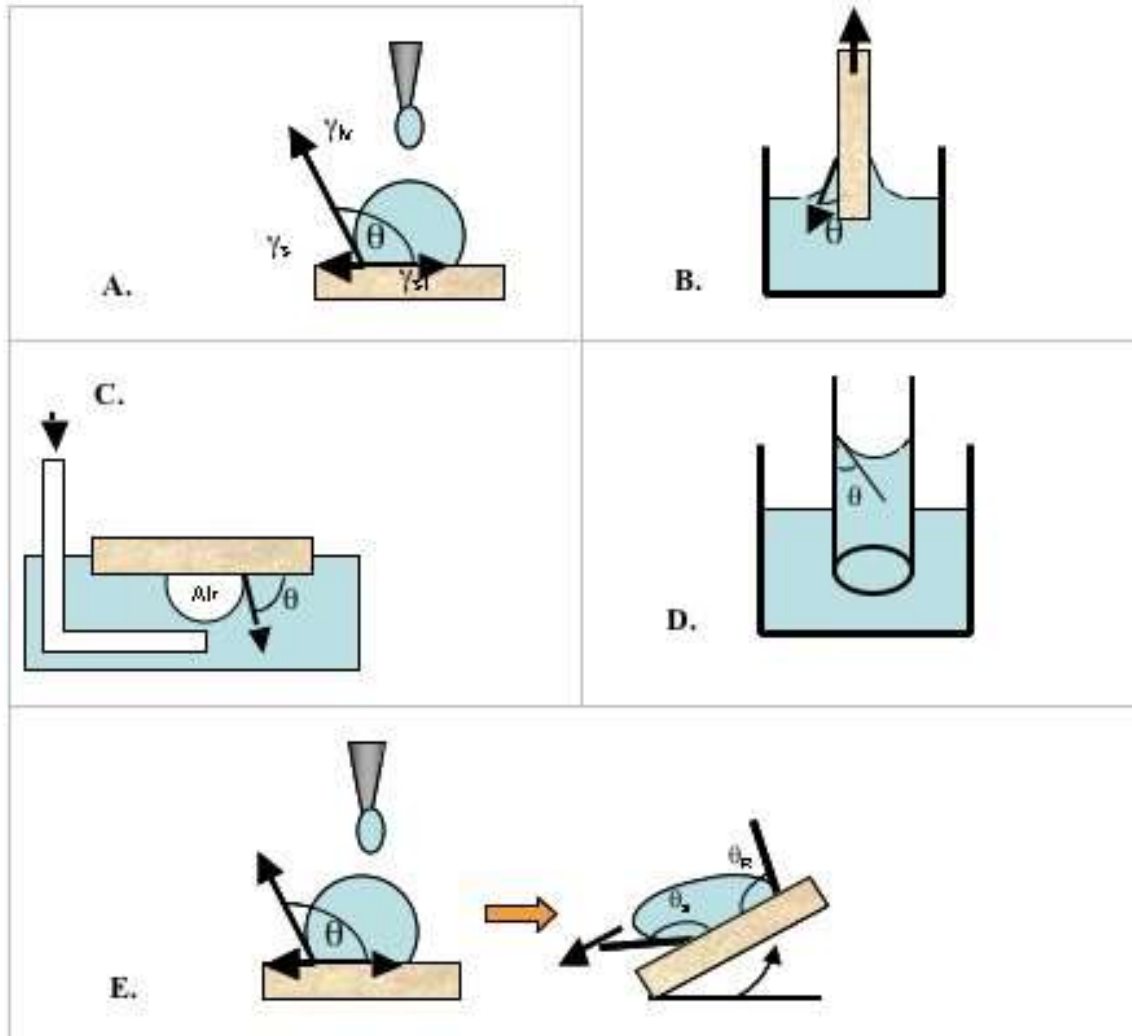






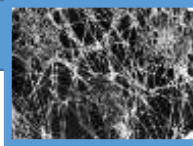


Metody měření kontaktního úhlu

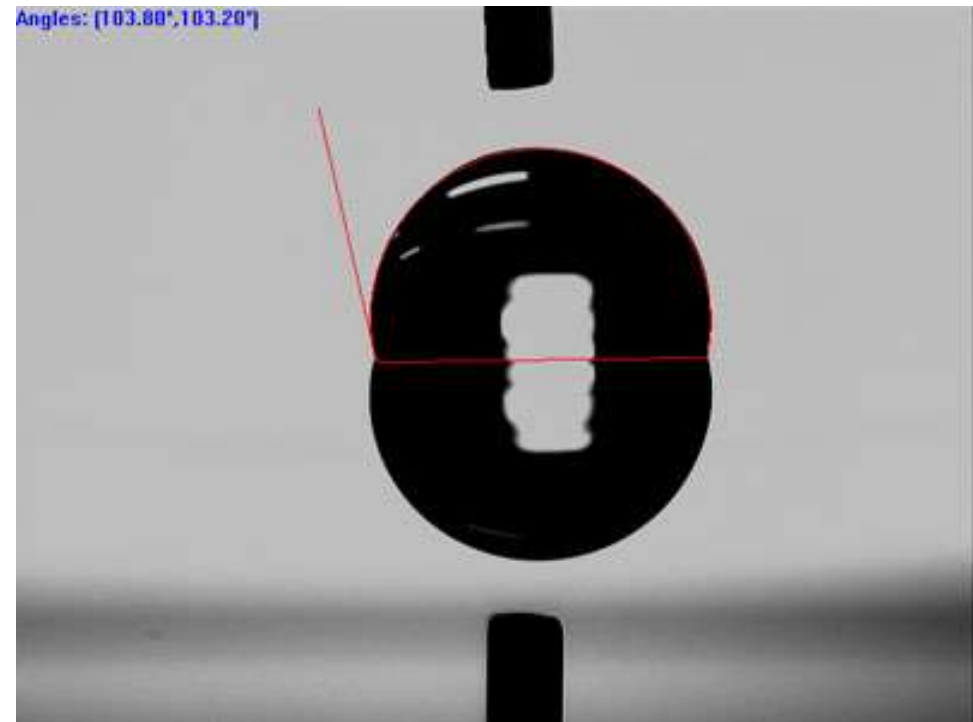
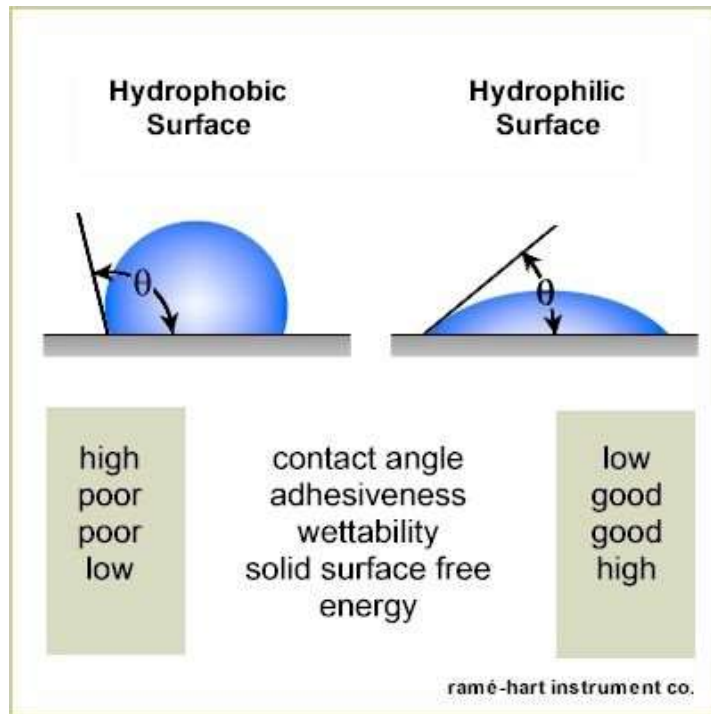


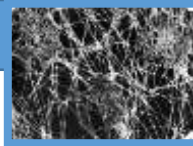
Five ways that the contact angle (θ) can be measured. (A.) Sessile or Static drop. (B.) Wilhelmy plate method. (C.) Captive air bubble method. (D.) Capillary rise method. (E.) Tilting substrate method. Figure adapted from Ratner, *et. al.*

<http://www.uweb.engr.washington.edu/research/tutorials/contact.html>

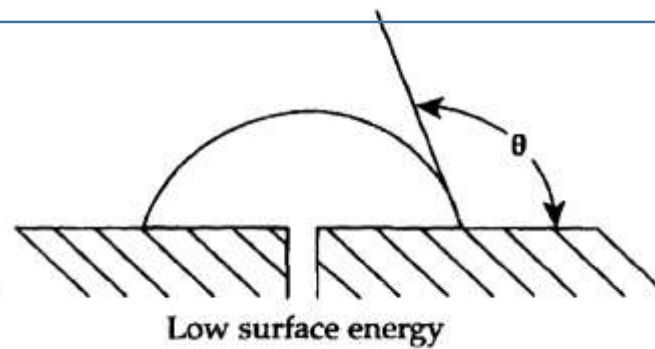
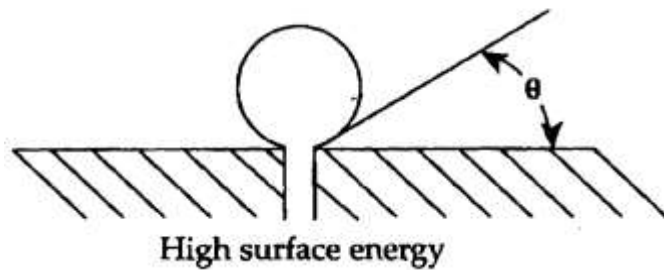
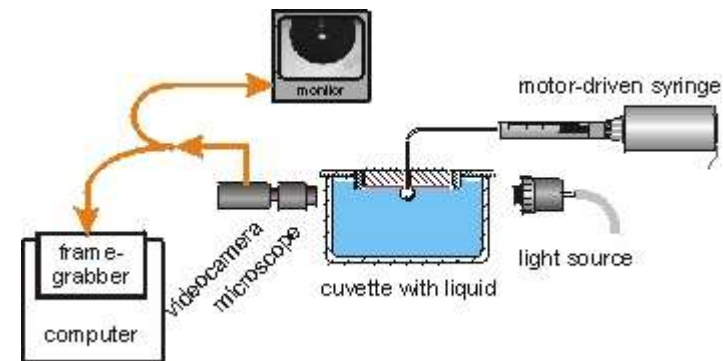


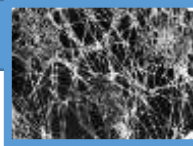
Metoda projekce kapky



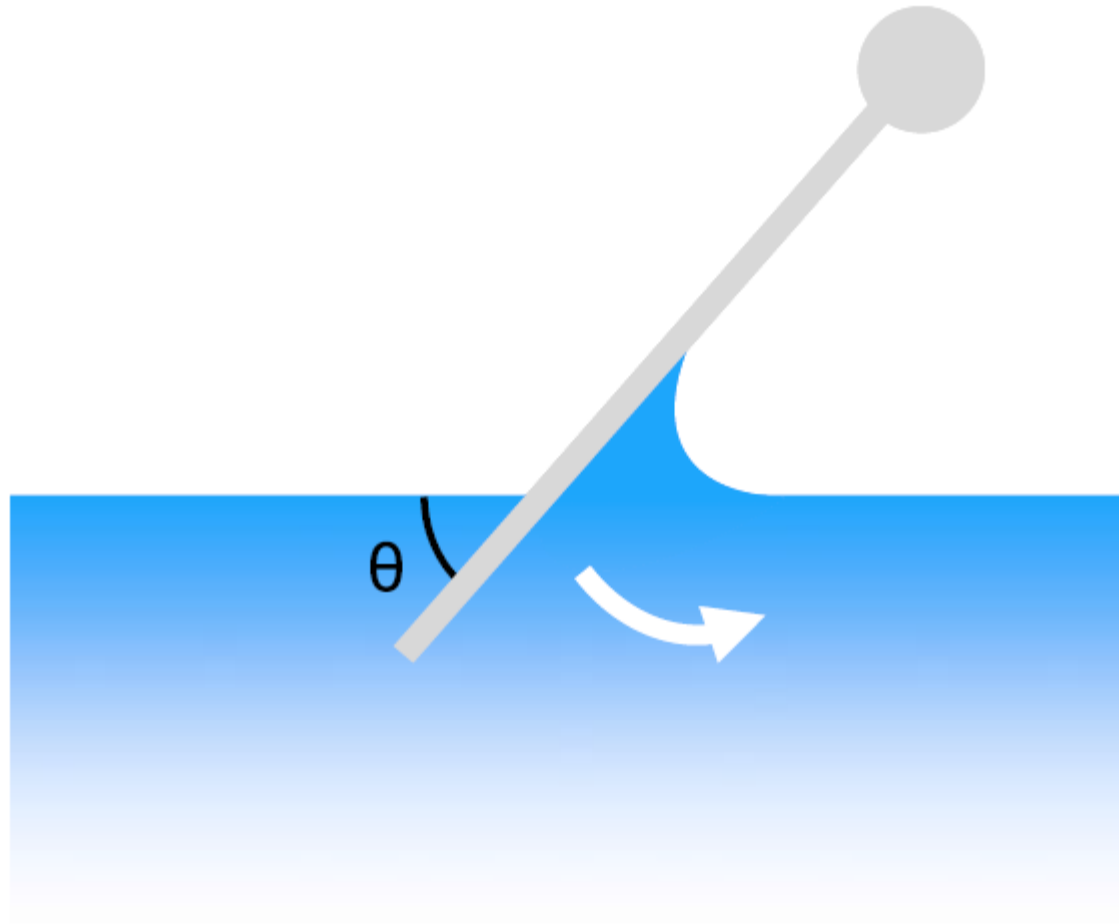


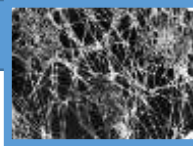
Metoda projekce kapky (bublinky)



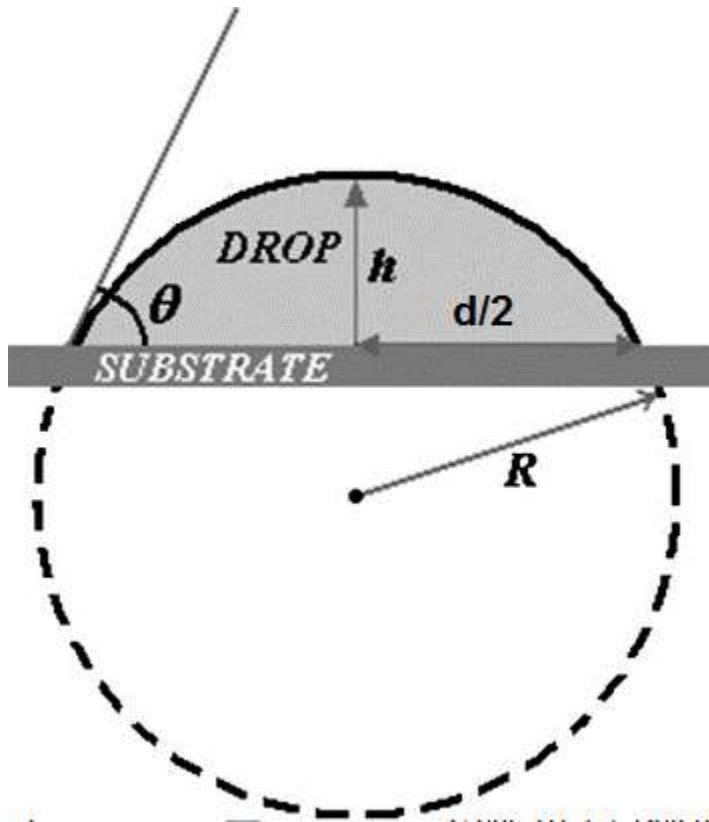


Metoda nakloněné roviny

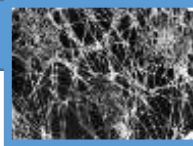




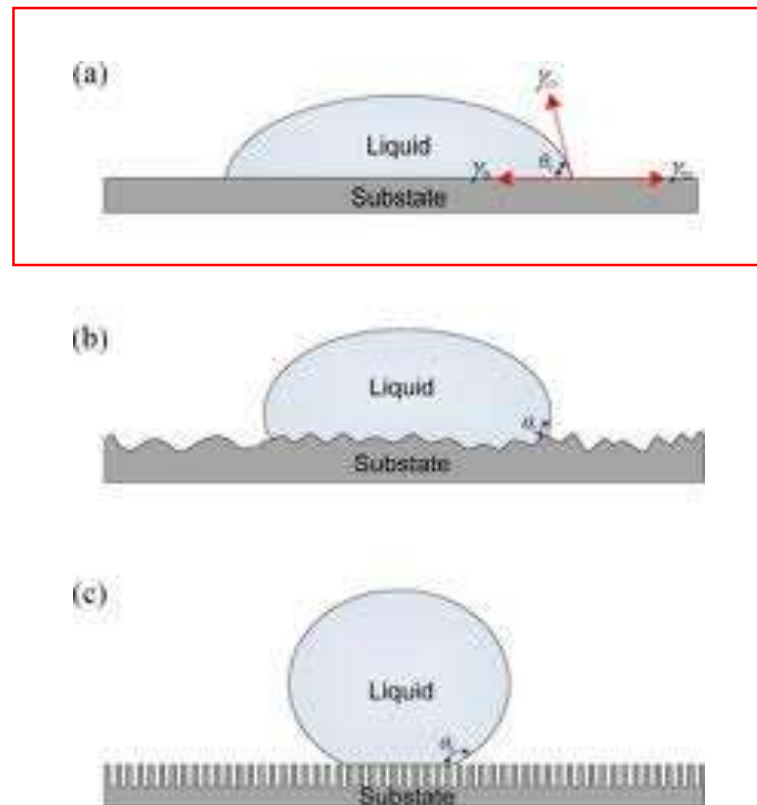
Určení úhlu smáčení z průměru podstavy a výšky sférické kapky

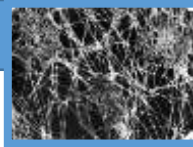


$$\Theta = \arcsin \frac{4dh}{d^2 + 4h^2}.$$



Youngova rovnice popisuje rovnováhu kapky kapaliny na podložce z pevné látky za předpokladu, že povrch **pevné látky je zcela rovný**, tvar pevné látky se během smáčení **nemění** a kapalina **neproniká** do povrchu pevné látky.

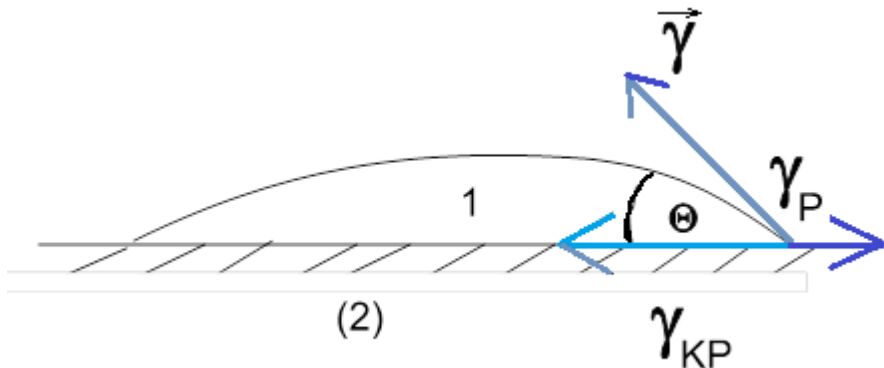




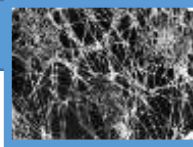
Youngova rovnice

Rovnovážný stav kapky na podložce je takový, při kterém nedochází k pohybu hranice kapky. To je podmíněno **rovnováhou složek** povrchových napětí

γ , γ_{PK} , γ_P .



$$\gamma_P = \gamma \cos \Theta + \gamma_{KP},$$

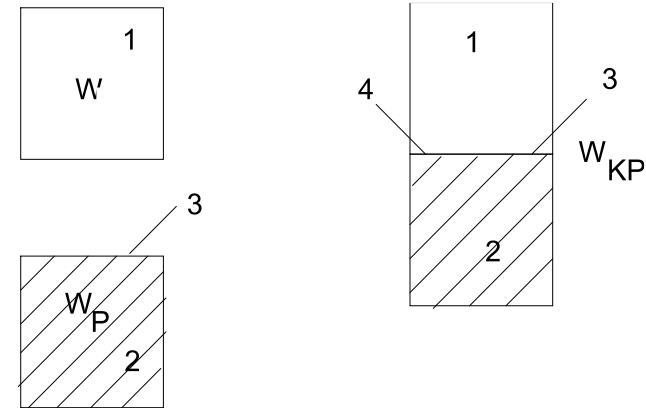


Energie adhezní vazby

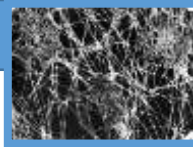
Energie adhezní vazby W_A mezi kapalinou a pevnou látkou je energie **uvolněná** soustavou při **vzniku této vazby**.

Energie adhezní vazby je též rovna energii nutné k porušení této vazby.

Hodnotu W_A můžeme určit z **Dupreho rovnice**.



$$W + W_P = W_{KP} + W_A \cdot$$



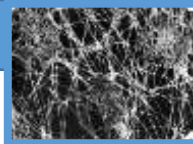
Proto můžeme rozdíl $W_p - W_{kp}$ nahradit součinem $W \cos \Theta$.

Odtud získáme
$$W_A = W + W \cos \Theta.$$

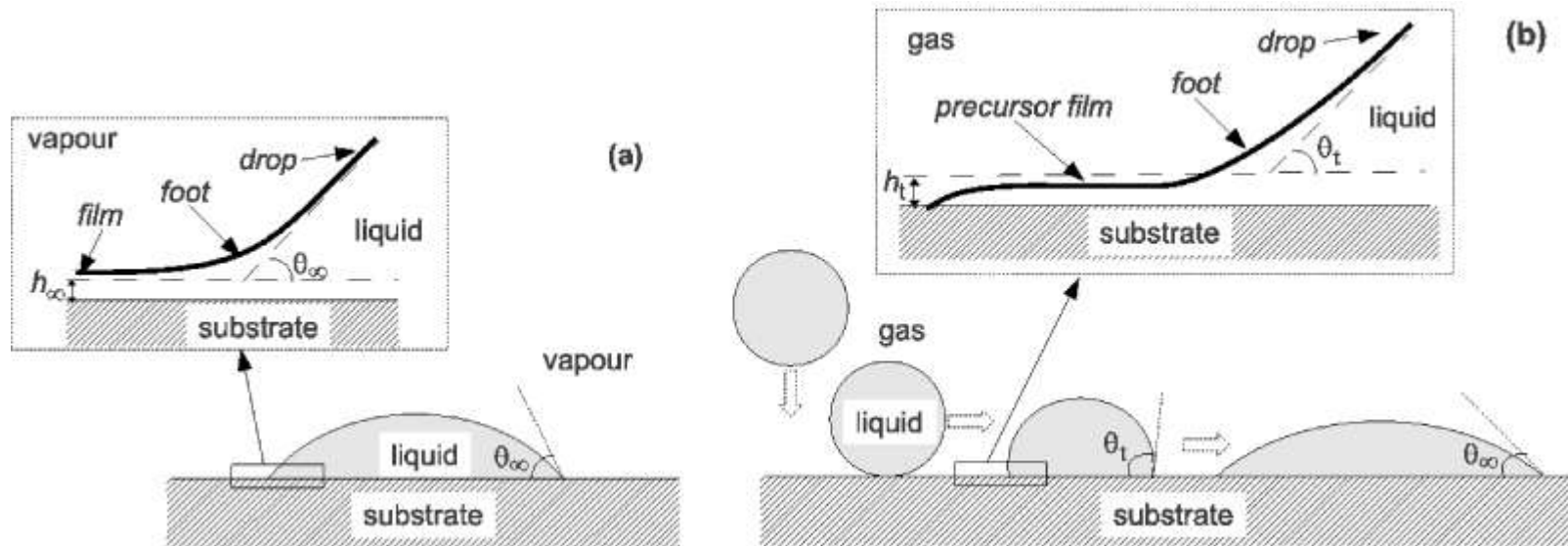
Pro určení energie adhezní vazby W_A mezi kapalinou a pevnou látkou stačí zjistit povrchové napětí kapaliny γ a úhel smáčení Θ .

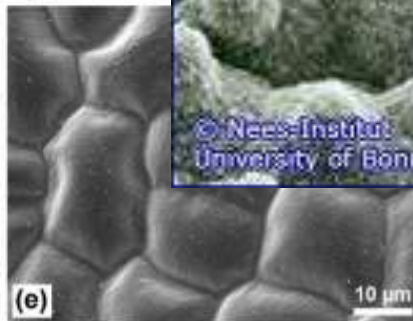
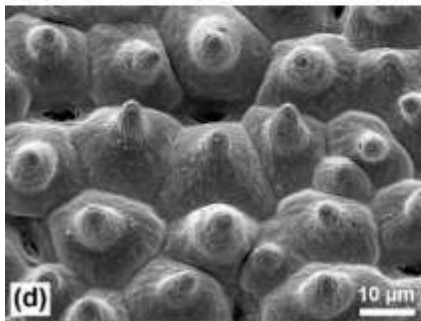
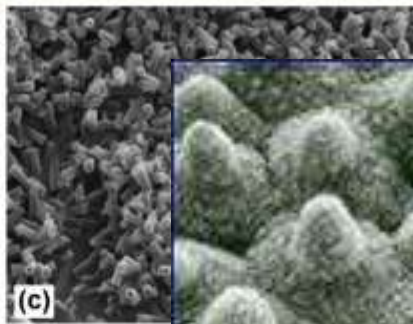
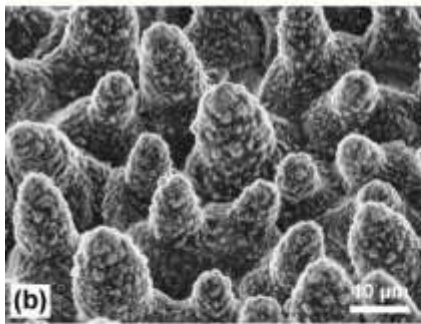
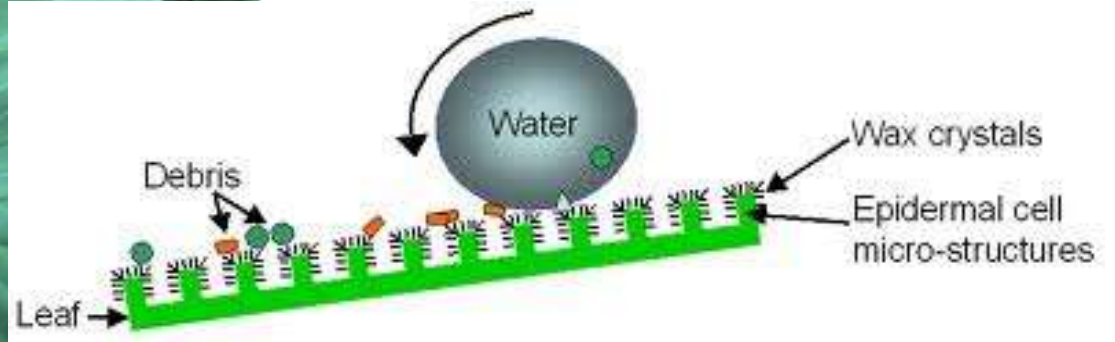
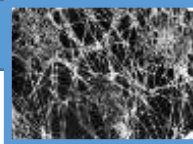
Energie adhezní vazby roste s rostoucí hodnotou $\cos \Theta$.

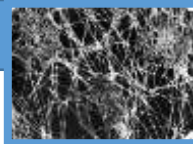
Nejvyšší hodnoty dosahuje při úplném smáčení ($\Theta = 0^\circ$). Pak $W_A = 2W$.



Kontaktní úhel a prekurzní film

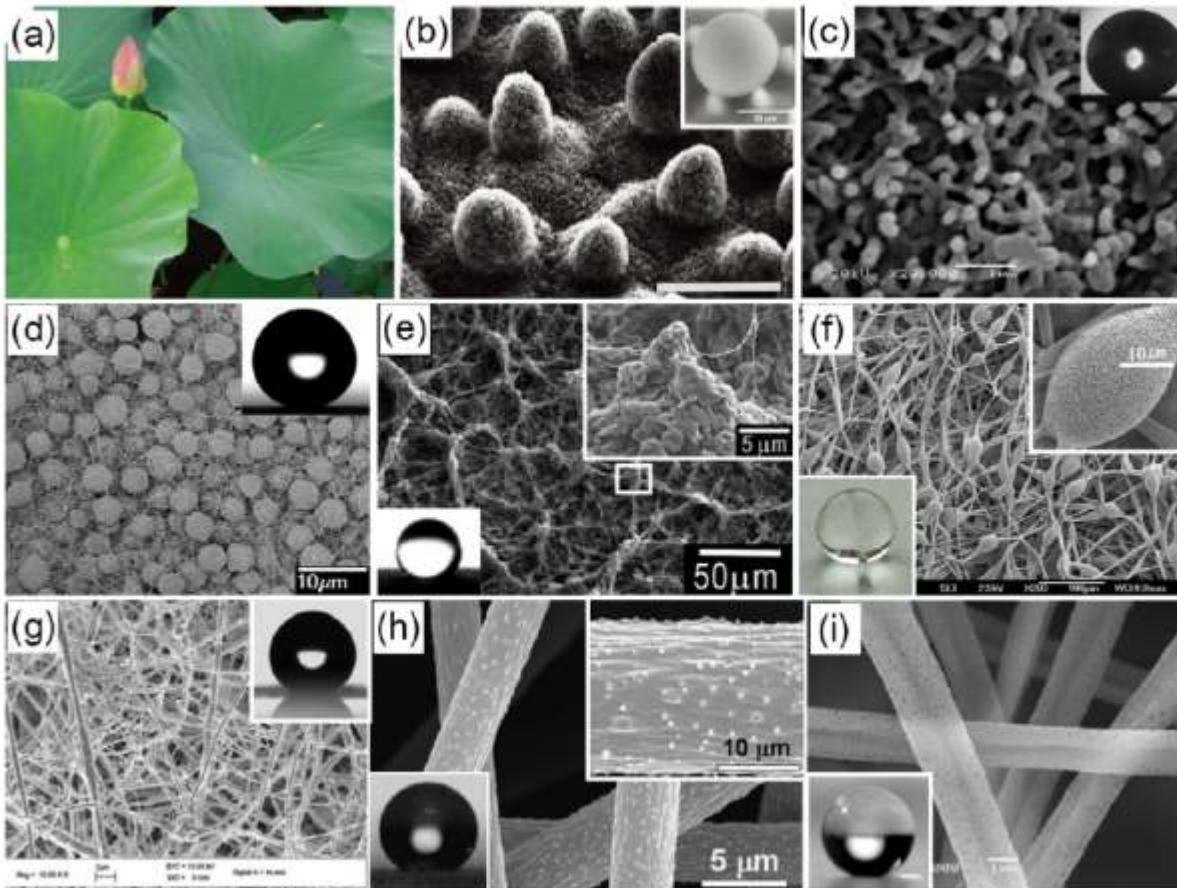






Superhydrofóbní a superhydrofilní povrchy

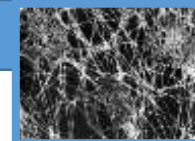
Supernesmáčivé a supersmáčivé povrchy



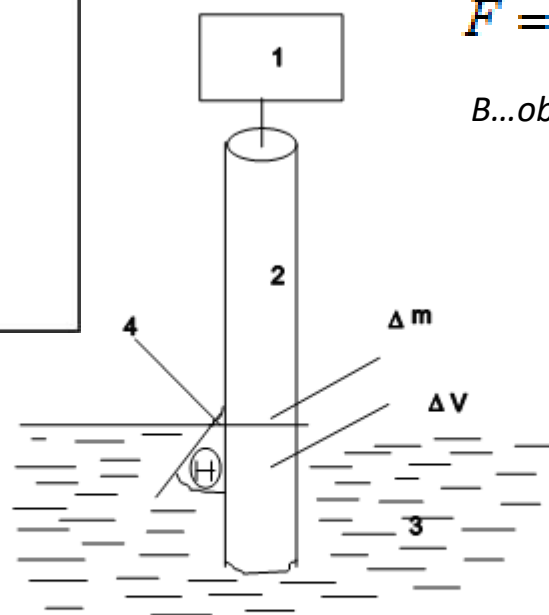
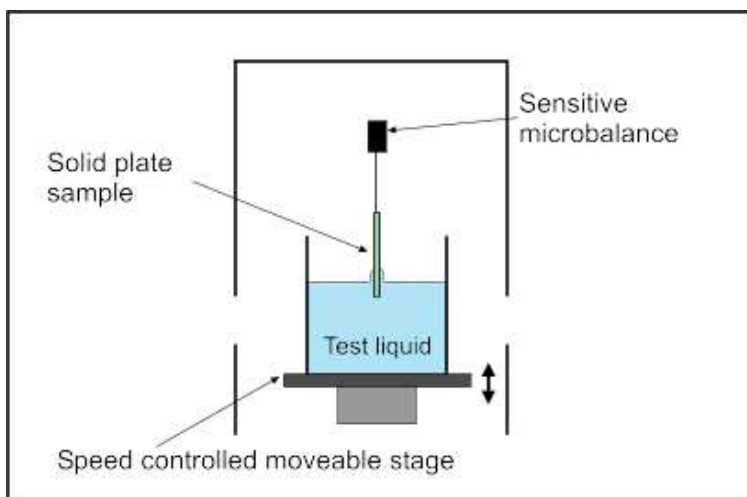
*Jsou toto hraniční hodnoty
pro popis smáčení
povrchů kapalinou?*

$$0^\circ \leq \theta \leq 180$$

**PŘÍRODA NEMÁ
HRANICE NA 0° A 180°.**



Mikrotenziometrie vlákna



$$F = B\gamma_K \cos \Theta + \Delta mg - \rho g \Delta V.$$

B ...obvod vlákna nebo destičky

$$\Theta = \arccos \frac{F}{B\gamma_K}.$$

Obr.III.4.4: Experimentální zařízení pro mikrotenzometrii vlákna: vlákno (2) je zavěšeno na čidle přesných vah (1) a je smáčeno kapalinou (3). Úhel smáčení menisku kapaliny (4) je označen Θ . Parametr Δm je hmotnost kapaliny, která pronikla do vnitřku vlákna a V je objem kapaliny vláknem vytlačené.