

### 3. přednáška

# Interakce mezi kapalinou a vlákněným materiálem PODMÍNKY DOKONALÉHO SMÁČENÍ

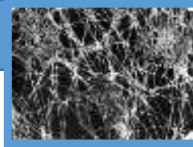
Doc. Ing . Eva Kuželová Košťáková, Ph.D.

Katedra chemie, FP, TUL

[Eva.kostakova@tul.cz](mailto:Eva.kostakova@tul.cz)

Tel.: 48 535 3489

Budova C, 3. patro

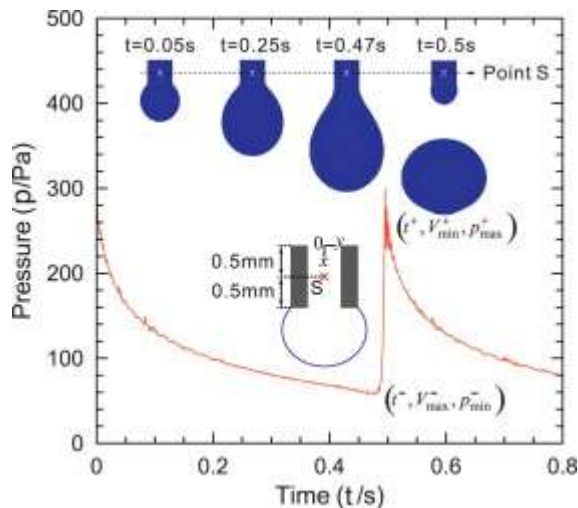


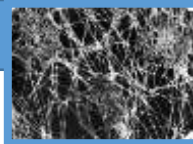
Kapilární tlak  $p$  vzniká u **obecně zakřiveného povrchu**

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

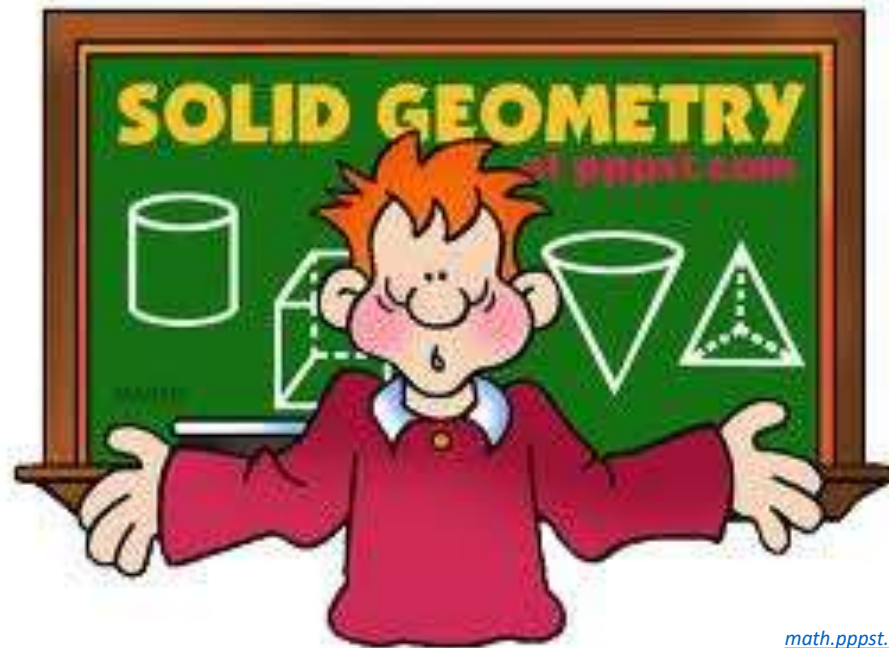
Laplace pressure

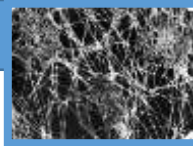
$\Delta p$  = rozdíl tlaků v sousedních fázích rozdělených zakřiveným povrchem a nazývá se kapilárním tlakem.  $\Delta$  nemusí být vždy u vzorků zapisována !





Jedním ze základních parametrů, které řídí interakci mezi **kapalinou** a **pevnou látkou** je **GEOMETRIE PEVNÉ LÁTKY** (tvar strukturní komponenty a relativní umístění strukturní komponenty v celém systému).

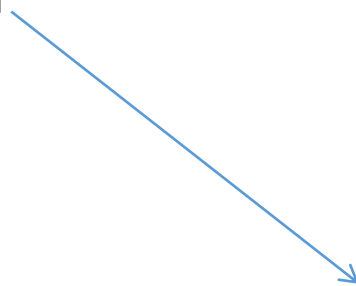


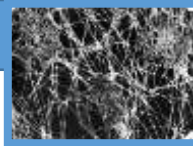


**Stejný materiál se může ve vztahu ke smáčení chovat drasticky jinak ve formě filmu, vlákna, svazku vláken nebo vlákenného materiálu (textilie).**

Podmínky dokonalého smáčení:

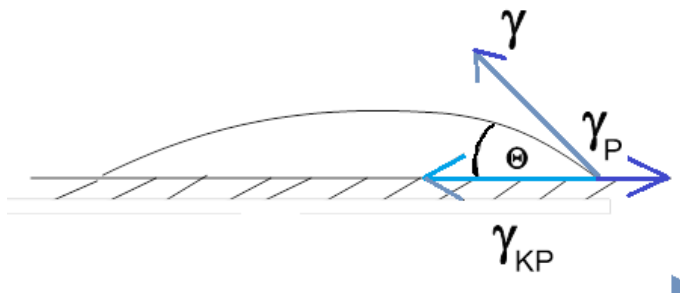
- 1) Rovinného povrchu
- 2) Jednoho vlákna
- 3) Svazku vláken



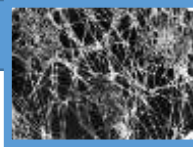


## *Youngova rovnice*

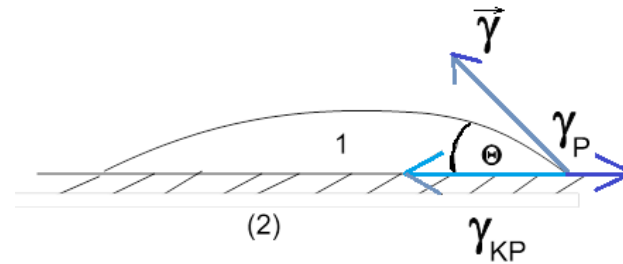
Youngova rovnice



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

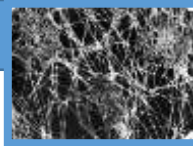


**Youngova rovnice** popisuje rovnováhu kapky kapaliny na podložce z pevné látky za předpokladu, že povrch **pevné látky je zcela rovný**, tvar pevné látky se během smáčení **nemění** a kapalina **neproniká** do povrchu pevné látky.



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

To je podmíněno **rovnováhou složek**  
povrchových napětí

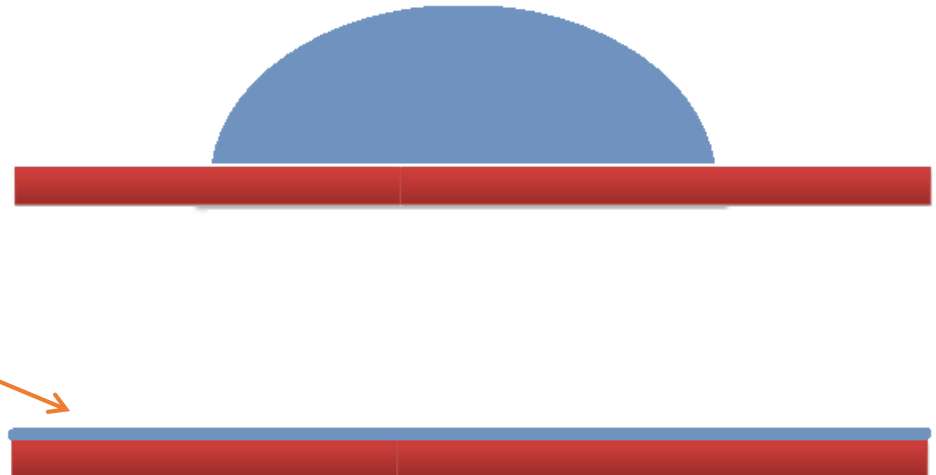


## 1) Podmínka dokonalého smáčení **ROVINNÉHO POVRCHU**

*Dokonalé smáčení:*

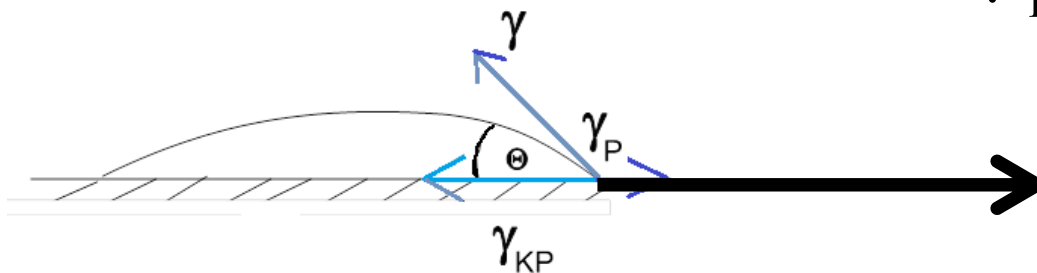
Kontaktní úhel = **0°**

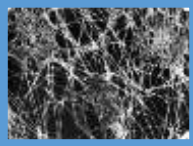
O **dokonalém smáčení** rovinné pevné látky hovoříme v případě, když úhel smáčení  $\Theta$  je nulový.



Z Youngovy rovnice pro tento případ plyne:

$$\gamma_p - \gamma_{kp} - \gamma \geq 0,$$





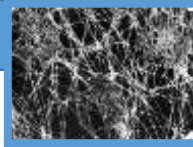
1) Podmínka dokonalého smáčení **ROVINNÉHO POVRCHU**

Harkinsonův roztírací koeficient  $S = \gamma_p - \gamma_{kp} - \gamma$

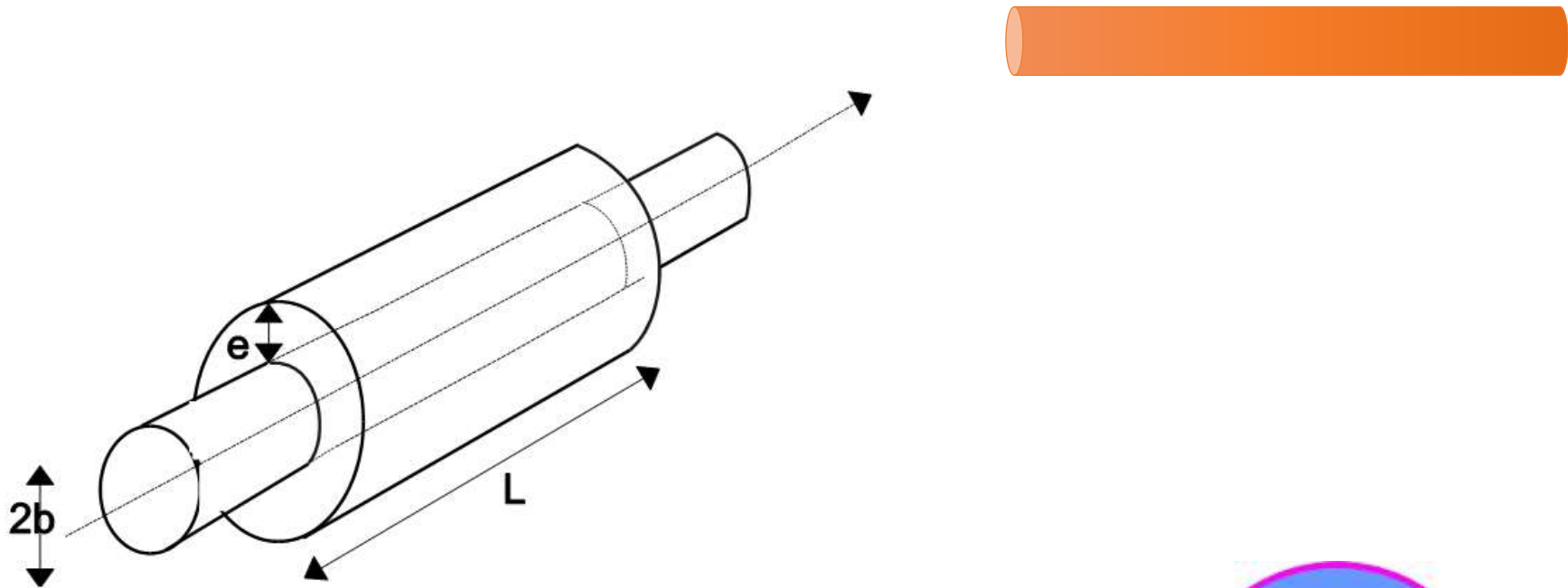
Zápis pomocí Harkinsonova roztíracího koeficientu **S**

$$\gamma_p - \gamma_{kp} - \gamma \geq 0, \quad \longrightarrow \quad S \geq 0.$$



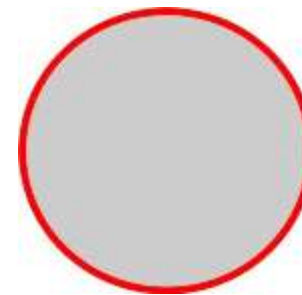


## 2) Podmínka dokonalého smáčení **JEDNOHO VLÁKNA**

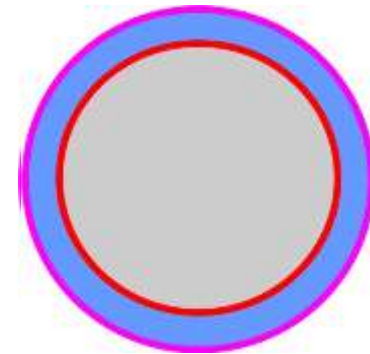


Vlákno o poloměru  $b$  pokrývá vrstva kapaliny o tloušťce  $e$  a délce  $L$ .

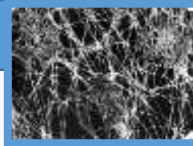
Obrázek zachycuje případ dokonalého smáčení vlákna.



Suché vlákno



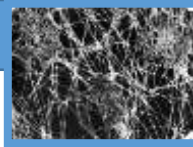
Smočené vlákno



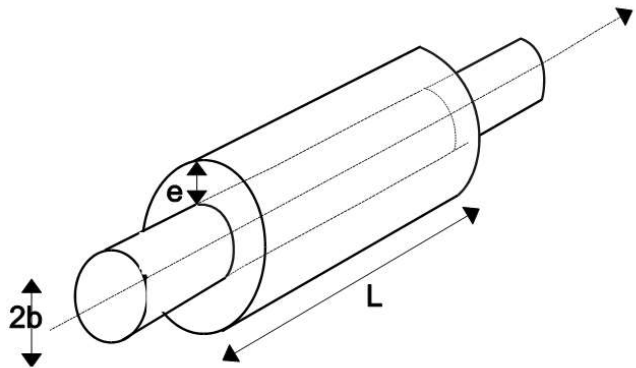
## 2) Podmínka dokonalého smáčení **JEDNOHO VLÁKNA**

K dokonalému smáčení vlákna dojde tehdy, když celková povrchová energie **W** vnějšího povrchu filmu kapaliny a povrchu mezi vláknem a kapalinou připadajícím na délku vlákna **L** bude **MENŠÍ** než povrchová energie téže délky suchého vlákna **W<sub>f</sub>**

$$W_f > W$$




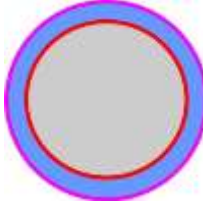
- 2) Podmínka dokonalého smáčení **JEDNOHO VLÁKNA**



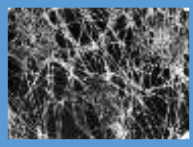
Vlákno o poloměru  $b$  pokrývá vrstva kapaliny o tloušťce  $e$  a délce  $L$ .

Pro povrchové energie  $W$  a  $W_f$  platí

$$W_f = 2\pi b L \gamma_p$$


$$W = 2\pi b L \gamma_{kp} + 2\pi(b + e)L\gamma.$$


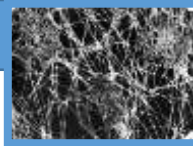
$$W_f - W = 2\pi L b \left[ \gamma_p - \gamma_{kp} - \left( 1 + \frac{e}{b} \right) \gamma \right] > 0.$$



## 2) Podmínka dokonalého smáčení **JEDNOHO VLÁKNA**

Úpravou nerovnosti využívající Harkinsonova roztíracího koeficientu **S** získáme podmínku pro dokonalé smáčení vlákna ve tvaru:

$$S \geq \frac{e}{b} \cdot \gamma$$

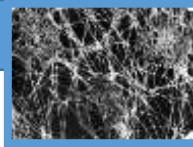


Dokonalé smáčení **rovného povrchu** X Dokonalé smáčení **jednoho vlákna**

$$S \geq 0.$$

$$S \geq \frac{e}{b} \cdot \gamma$$

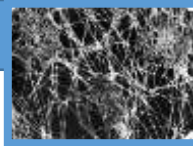
Porovnáním podmínek pro dokonalé smáčení zjistíme, že **jednotlivá vlákna** jsou **méně ochotna smáčet** se kapalinou než **rovinné útvary** vyrobené z téhož materiálu.



???

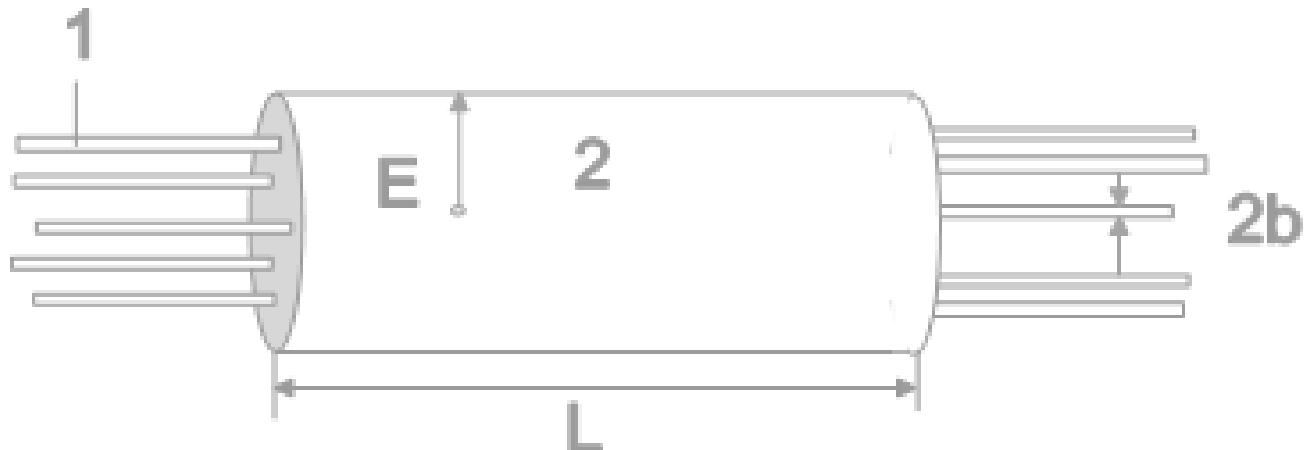


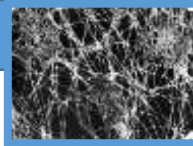
Vynikající savost vláknenné hmoty je výsledkem **KOLEKTIVNÍHO CHOVÁNÍ** SOUBORŮ VLÁKEN A JEJICH SVAZKŮ.



### 3) Podmínka dokonalého smáčení **SVAZKU VLÁKEN**

Struktura vláknenných materiálů (reprezentovaná zde **počtem** a **poloměry** blízkých a paralelně uspořádaných vláken) silně ovlivňuje jejich vlastnosti v procesu smáčení.





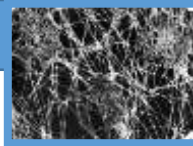
### 3) Podmínka dokonalého smáčení **SVAZKU VLÁKEN**

K dokonalému smáčení svazku vláken dojde tehdy, když celková povrchová energie smočených vláken na rozhraní vlákno kapalina a povrchová energie vnějšího povrchu kapalinového tělesa **W** je MENŠÍ než povrchová energie suchých vláken **W<sub>f</sub>** a to na délce L.



$$W_f > W$$



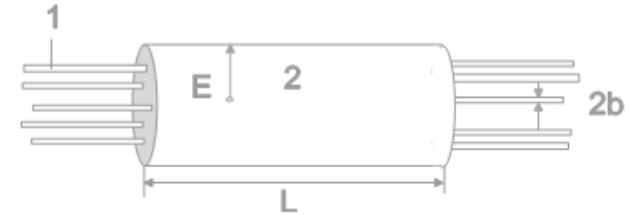


### 3) Podmínka dokonalého smáčení **SVAZKU VLÁKEN**

$$W_f = 2\pi nbL\gamma_p$$

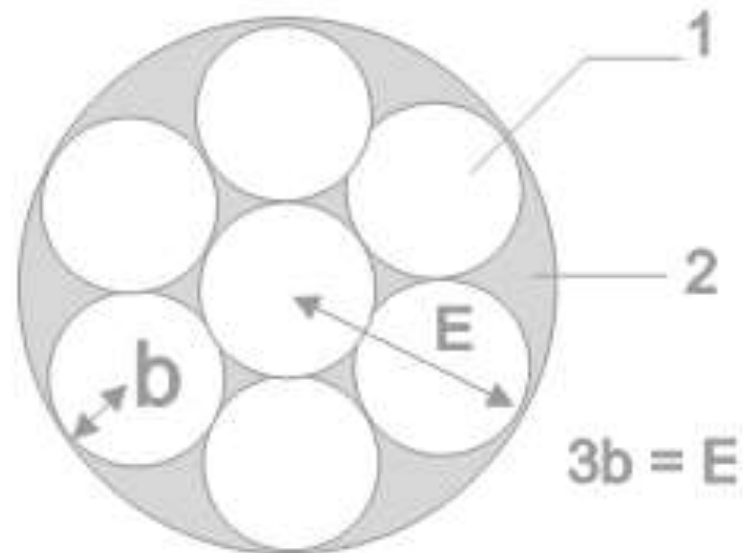
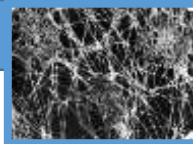
$$W = 2\pi nbL\gamma_{kp} + 2\pi EL\gamma$$

$$W_f > W$$

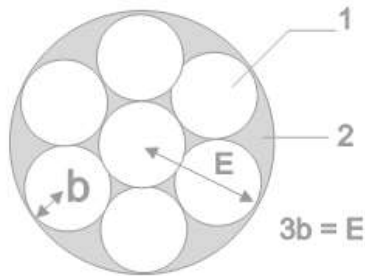
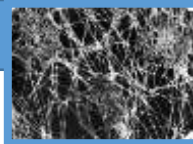


$$W_f - W = 2\pi Lbn \left[ \gamma_p - \gamma_{kp} - \gamma \left( \frac{E}{n \cdot b} \right) \right] > 0.$$

$$S > \frac{E - nb}{nb} \gamma$$



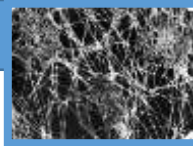
*Kolmý řez svazkem sedmi vláken ( $n = 7$ ) uspořádaných do pravidelné trojúhelníkové mříže. Poloměr vlákna (1) je  $b$ . Poloměr kapalinového tělesa (2) pokrývajícího vláknenný svazek je  $E = 3b$ . Součet průměrů vláken ve svazku je  $\underline{nb} = 7b$ .*



*Kolmý řez svazkem sedmi vláken ( $n = 7$ ) uspořádaných do pravidelné trojúhelníkové mříže. Poloměr vlákna (1) je  $b$ . Poloměr kapalinového tělesa (2) pokrývajícího vláknový svazek je  $E = 3b$ . Součet průměrů vláken ve svazku je  $nb = 7b$ .*

$$S > - \frac{4}{7} \gamma$$

**Svazek sedmi těsně uspořádaných paralelních vláken může být kapalinou dokonale smáčen i v případě, že rovinný útvar ze stejného materiálu není stejnou kapalinou smáčen dokonale.**



## KONTAKTNÍ ÚHEL DRSNÝCH POVRCHŮ

Zdánlivý kontaktní úhel drsných povrchů  $\theta^*$  závisí na skutečném úhlu smáčení (Youngův kontaktní úhel)  $\theta$  a míře drsnosti  $r$

$$\cos \theta^* = r \cos \theta$$

Povrchy kdy  $\theta < 90^\circ$  ===drsné povrchy smáčí **lépe** než rovné

Povrchy kdy  $\theta > 90^\circ$  ===drsné povrchy smáčí **hůře** než rovné



