

## Deformace vlasu tahem

*Pomůcky:* Dvakrát pět vlasů délky alespoň 30 cm od dvou různých osob, mikrometrické měřítko (přesnost alespoň 0,01 mm), siloměr s rozsahem 1 N (přesnost nejlépe 0,01 N), samolepka, pinzeta, tmavý a bílý papír formátu A4, pravítko, dvě závlačky, dva skřípce na šle.

*Teorie:* Předpokládáme, že vlas má téměř po celé délce tvar válce, který při deformaci tahem zachovává objem. Při překročení meze pevnosti v tahu  $\sigma_p$  se vlas přetrhne.

*Úkoly:*

- 1) Získejte od dvou osob potřebné vlasy.
- 2) Dokažte, že pro mez pevnosti v tahu platí 
$$\sigma_p = \frac{F}{S_0}(1 + \varepsilon)$$
kde  $S_0$  je průřez vlasu před natahováním,  $F$  je síla při přetržení a  $\varepsilon$  je relativní prodloužení.
- 3) Určete průměr vlasů, maximální relativní prodloužení a mez pevnosti v tahu  $\sigma_p$ .
- 4) Diskutujte výsledky pro jednotlivé vlasy, porovnejte pro dvě různé osoby a porovnejte s materiály uvedenými v tabulkách.
- 5) Jak těžké závaží by unesl cop spletený z vlasů, které má průměrný člověk (zřejmě evropan) na hlavě.

*Pracovní postup:*

Vlas je třeba uchytit na obou koncích natolik pevně, aby neprokluzoval a zároveň nedošlo k jeho zlomení či uskřípnutí. Uvedeným požadavkům vyhovuje např. zasunutí vlasu do závlačky, několikeré omotání a sevření závlačky do skřípce na šle. Mezi uchycenými konci by měla zůstat délka vlasu nejméně 15 cm. Při práci se světlými vlasy napomáhá viditelnosti tmavý papír jako podložka, pro tmavé vlasy pak bílý papír.

Pro určení průměru vlasu nelze vlas sevřít mezi čelisti mikrometrického měřítka, protože by se rozdrtil a praskl v místě poškození. Seřídíme tedy nulu mikrometrického měřítka, nastavíme vzdálenost 0,05 mm a polohu zafixujeme. Zkusíme, jestli vlas mezi čelistmi projde. Pokud ne, zvýšíme mezeru na 0,06 mm a pokračujeme tak dlouho, až vlas projde. Tak určíme průměr s určitou nepřesností, např.:  $0,06 \text{ mm} < d < 0,07 \text{ mm}$ .

Za průměr neprotahovaného vlasu budeme tedy brát střední hodnotu 0,065 mm.

Na vlas nalepíme pomocí pinzety dvě maličké samolepky (asi 10 cm od sebe), na nichž můžeme tužkou vyznačit rysky. Jeden skřípec upevníme. Ke druhému připojíme siloměr a ve vodorovném směru na stole lehce napneme. Ze vzdálenosti samolepek určíme počáteční délku  $l_0$ .

Pomalou napínáme vlas siloměrem, stále kontrolujeme sílu a délku (vhodná je spolupráce dvou studentů). Je třeba znát hodnoty těsně před přetržením a ty zapsat.

Tři zdařilé pokusy s vlasy od každé osoby zpracujeme.

