

Struktura a vlastnosti pevných látek

Trhací zkouška vlasů

Mirek Kubera

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření, analyzuje průběh deformace pružných těles v konkrétní situaci

Klíčová slova: síla, deformace, pevnost, pevné látky, modul pružnosti, relativní prodloužení, normálové napětí

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

90 min

Obtížnost:

střední

- Úkol**
- Získejte od dvou osob celkem 10 vlasů.
 - Určete průměr vlasů d , maximální relativní prodloužení ε a mez pevnosti v tahu σ_p .
 - Diskutujte výsledky pro jednotlivé vlasy dvou různých osob a porovnejte je s hodnotami meze pevnosti různých materiálů uvedenými v tabulkách.
 - Odhadněte, jak těžké závaží by unesl cop spletený z vlasů, které má průměrný mladý Evropan na hlavě.

Pomůcky Dvakrát pět vlasů délky alespoň 20 cm od dvou různých osob, mikrometrické měřidlo přesnosti alespoň 0,01 mm, siloměr Vernier s rozsahem 10 N, samolepky, izolepa, pinzeta, tmavý a bílý papír formátu A4, pravítko.

Teoretický úvod Při měření využíváme základní vztahy pro deformaci pevného tělesa tahem. Normálové napětí je definováno vztahem $\sigma_n = \frac{F}{S}$ a relativní prodloužení pak $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$.

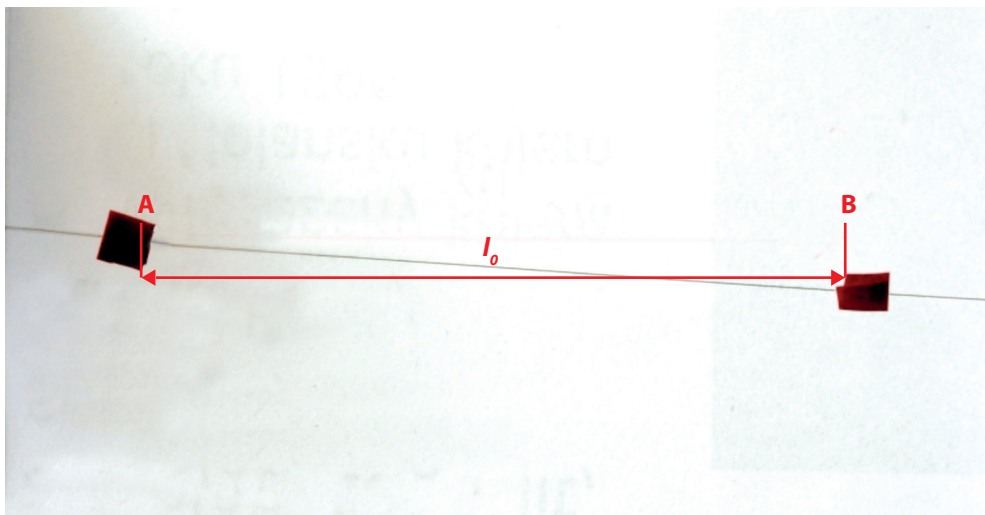
Za předpokladu zachování objemu vlasu při deformaci můžeme odvodit

$$\text{hledaný vztah: } \sigma_p = \frac{F}{S_0} \cdot (1 + \varepsilon).$$

Vypracování Nejprve změříme průměr vlasu. Při určování průměru vlasu nelze vlas sevřít mezi čelisti mikrometru, protože by se rozdrtil a při trhací zkoušce praskl v místě poškození. Seřídíme tedy nulu mikrometru, nastavíme vzdálenost 0,05 mm a polohu zafixujeme. Zkusíme, jestli vlas mezi čelistmi projde. Pokud ne, zvětšíme mezeru na 0,06 mm a pokračujeme tak dlouho, dokud vlas neprovlékne. Tak určíme průměr d s určitou nepřesností, např. $0,05 \text{ mm} \leq d \leq 0,06 \text{ mm}$. Za průměr vlasu budeme tedy brát střední hodnotu 0,055 mm.

Vlas je třeba uchytit na obou koncích natolik pevně, aby neprokluzoval a zároveň nedošlo k jeho zlomení či uskřípnutí. Uvedeným požadavkům vyhovuje např. přilepení konců vlasu ke dvěma kouskům papíru izolepou nebo jejich přilepení na pásku a následné omotání kolem špejlí. Mezi uchycenými konci by měla zůstat délka vlasu nejméně 10 cm. Při práci se světlými vlasy napomáhá viditelnosti tmavý papír jako podložka, pro tmavé vlasy pak bílý papír.

**Označení
původní
délky vlasu**



Trhací zkouška vlasů

Před vlastním měřením na vlas nalepíme pomocí pinzety dvě maličké samolepky (asi 10 cm od sebe), na nich můžeme tužkou vyznačit rysky, a tak při experimentu dobře uvidíme prodlužování. Jeden konec vlasu držíme rukou, ke druhému připojíme siloměr (zachytíme do kousku papíru či za špejli) a ve vodorovném směru na stole lehce napneme. Ze vzdálenosti samolepek určíme počáteční délku l_0 . Pomalu napínáme vlas siloměrem, sílu F zobrazujeme na počítači (nastavte délku měření cca 20 s). Délku vlasu l při přetržení určíme přímým pozorováním (vhodná je spolupráce dvou studentů). Zjištěné hodnoty délky a síly při přetržení dovolí vypočítat pevnost vlasu.

Nezapomeneme nastavit siloměr na nižší rozsah (10 N). K trhání vlasů není zapotřebí velké síly.

Úloha pro zvědavé Dokažte, že pro mez pevnosti v tahu platí $\sigma_p = \frac{F}{S_0} \cdot (1 + \varepsilon)$, kde S_0 je průřez vlasu před natáhováním, F je síla při přetržení a ε je relativní prodloužení.