



Čo ani dedo Vševed o vlasoch netušil

Rozprávku o troch zlatých vlasoch deda Vševeda pozná hádam každý. Aký je však rozdiel medzi vlasmi rôznych osôb, to si priblížime v ďalších úlohách.

Pri vypracovávaní riešenia nám opíšte, ako ste riešili jednotlivé úlohy a čo ste zistili. Nezabudnite tiež zodpovedať na všetky otázky, ktoré sa v texte k úlohám vyskytli. Aby ste na nič nezabudli, všetky úlohy, otázky a miesta v tabuľkách určené na doplnenie výsledkov majú zelenou farbou zvýraznený podklad.

Svoje odpovede vpisujte rovno do tohto textu (máte v ňom pripravené aj potrebné tabuľky). Dokument doplnený o vaše odpovede nám odošlite do 1.4.2013 pomocou portálu <http://www.ijsso.sk>.

Čo budete potrebovať?

Pomôcky na experiment by ste mali nájsť doma alebo v drogérii. Budete potrebovať niekoľko dlhších vlasov, plastový pohárik alebo podobnú nádobu, sekundové lepidlo, kuchynské váhy, pravítko, ceruzku a zopár ďalších drobností podľa vášho výberu.

1. Aké druhy vlasov máme a z čoho sa skladajú?

Podľa výskytu delíme vlasy na lanugo, vellus a terminálne vlasy. Terminálne vlasy podľa ich dĺžky rozdeľujeme na dlhé vlasy (vlasy na hlave, fúzy) a krátke vlasy (mihalnice, obočie, ...).



Viete, že....

Svetlovlasí ľudia majú zvyčajne viac vlasov ako ľudia s tmavšími vlasmi (140 000 v porovnaní so 100 000 vlasmi), avšak svetlé vlasy sú zvyčajne jemnejšie a krehkejšie?

Hrúbka a štruktúra vlasov súvisí s farbou a so zložením vlasov. Tmavé vlasy majú priemernú hrúbku 0,04–0,09 mm, svetlé 0,04 mm a hrdzavé 0,04–0,09 mm.

Olympiáda mladých vedcov 2014

Zadanie experimentálnej úlohy

Bežný vlas rastie priemernou rýchlosťou cca. 1cm za mesiac a približne každých 2 až 6 rokov vypadne, pričom z rovnakého folikulu začne vyrastať nový vlas. Z jedného folikulu vyrastie postupne asi 12 vlasov.

Po chemickej stránke sa každý vlas skladá z dvoch základných zložiek: z bielkoviny (keratín) a vody. Vlasy dokážu absorbovať až 30 % svojho objemu vo forme vody z tekutín ale aj vlhkosti vzduchu. Za rozdielnu farbu vlasov vďaka dvom ďalším vlasovým bielkovinám (farbivám) eumelanínu a feomelanínu. Tmavé vlasy obsahujú viac eumelanínu, zatiaľ čo svetlé a červené vlasy obsahujú viac feomelanínu.

Vypočítajte, aký teoretický objem vody dokážu absorbovať vlasy svetlovlasého a aký objem vlasy tmavovlasého chlapca, ktorým rástli vlasy 4 $\frac{3}{4}$ roka.

Vlasy svetlovlasého chlapca dokážu absorbovať objem vody (v litroch):

Výpočet:

Vlasy tmavovlasého chlapca dokážu absorbovať objem vody (v litroch):

Výpočet:

Pre starších ľudí sú typické šedivé (strieborné) vlasy. Zistite, čím sa líši šedivý vlas človeka od jeho čierneho vlasu?

Čierne vlasy sa stanú striebornými, lebo:

2. Chemické zloženie vlasov.

Ako sme už spomínali, základnou stavebnou zložkou vlasu je keratín, tiež nazývaný rohovina. Okrem vlasov sú z keratínu tvorené napríklad aj naše nechty a vďaka keratinizácii t.j. rohovateniu, sa vytvára na povrchu ľudskej pokožky vrstva, ktorá chráni naše bunky pred infekciami a stratou vody.

Táto šikvná zlúčenina (keratín) je vo vode rozpustná bielkovina s vláknitou štruktúrou. Základnou stavebnou jednotkou všetkých bielkovín a teda aj keratínu sú aminokyseliny. Vo vlasovom keratíne sa vyskytuje 21 aminokyselín, najmä však cystein a cystín, ale aj serín, treonín, či glycín. Vlasy aj nechty sú teda tvorené rozvetvenými polymérami keratínu, ktoré

Olympiáda mladých vedcov 2014

Zadanie experimentálnej úlohy

vznikajú spájaním monomérov (makromolekulových reťazcov) s dĺžkou 400 až 640 aminokyselín.

Naštudujte si v literatúre základné informácie o pojmoch monomér a polymér, ako aj spôsob vzniku polymérov a vlastnosti aminokyselín.

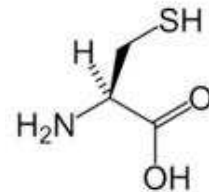
Monomér je:

Polymér je:

Vzťah medzi aminokyselinami a bielkovinami je:

V bielkovinách sú makromolekulové reťazce (monoméry) navzájom pospájané peptidovými väzbami. Peptidová väzba tu vzniká medzi dusíkom v —NH_2 skupine jednej aminokyseliny a uhlíkom v —COOH skupine druhej aminokyseliny za súčasného odštiepenia molekuly vody.

Pomocou chemického vzorca aminokyseliny cysteín ($\text{NH}_2\text{—CH(SH)—COOH}$ na obrázku vpravo) ilustrujte reakcie vzniku peptidovej väzby medzi dvoma molekulami cysteínu v ľudskom vlase. Výsledný produkt zapíšte aj ako polymér.



Chemická reakcia dvoch molekúl cysteínu:

Polymér cysteínu:

Ďalšími chemickými látkami nachádzajúcimi sa vo vlasoch sú aj stopové prvky železo, meď, jód, zinok a iné kovy, pochádzajúce zo znečisteného životného prostredia.

Konečný tvar molekuly (nazývame ho aj terciárna štruktúra) keratínu je formovaný prostredníctvom disulfidových mostíkov. Disulfidové mostíky sú väzbou medzi atómami síry v dvoch aminokyselinách cysteínu. Tieto väzby v prírodnom keratíne, dodávajúce charakteristickú priestorovú štruktúru vlasu, je možné zrušiť pôsobením tepla, čo sa hojne využíva kaderníckom priemysle pri tvorbe účesov.

Z nasledujúcich možností vytvorte správne logické dvojice. K jednému písmenu môžete priradiť aj viac písmen.

Olympiáda mladých vedcov 2014
Zadanie experimentálnej úlohy

| | | | | |
|----|-----------------------------------|--|----|---------------------------------|
| a. | Trvalá ondulácia (teplá) | | 1. | Veľa cysteínu |
| b. | Žehlenie vlasov, fénovanie vlasov | | 2. | Vytváranie disulfidových väzieb |
| c. | Kučeravé vlasy | | 3. | Málo cysteínu |
| d. | Biele vlasy | | 4. | Málo melanínu |
| e. | Rovné vlasy | | 5. | Trhanie disulfidových väzieb |

Logicky správne kombinácie (v tvare napríklad a-4,5, b-3):

Z údajov o dĺžke vlasu a jeho hrúbke vypočítajte, aký počet peptidových väzieb by obsahoval 10 cm dlhý svetlý ľudský vlas, ak by bol celý tvorený keratínom pozostávajúcím iba z molekúl aminokyseliny cysteín. Predpokladajte, že hustota vlasu sa neveľmi líši od hustoty vody 1 g/cm^3 . (sumárny vzorec cysteínu je $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$, $M=121,16 \text{ g/mol}$).

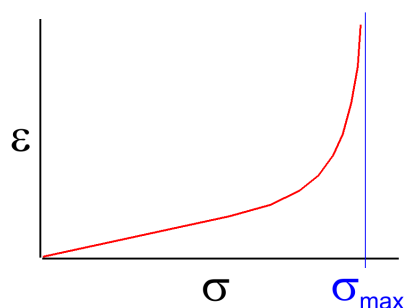
Vlas obsahuje nasledujúci počet peptidových väzieb:

Výpočet:

3. Pevnosť a pružnosť vlasov.

Vlasy sa pri natáňovaní predlžujú. Je jasné, že dlhý vlas sa môže natiahnuť viac, než krátky. Nech sa vlas pri natáňnutí predlžil o Δl a nech mal bez natáňovania dĺžku l_0 . Potom **relatívne predĺženie** vlasu definujeme vzťahom $\varepsilon = \Delta l / l_0$. Relatívne predĺženie ε závisí priamoúmerne od napínacej sily F a nepriamoúmerne od prierezu vlasu S . Mechanické **napätie**, ktorým vlas namáhame, definujeme ako $\sigma = F/S$ a meriame ho v Pa.

Závislosť relatívneho predĺženia od napätia je komplikovaná, ale približne je znázornená na nasledujúcom obrázku.



Olympiáda mladých vedcov 2014

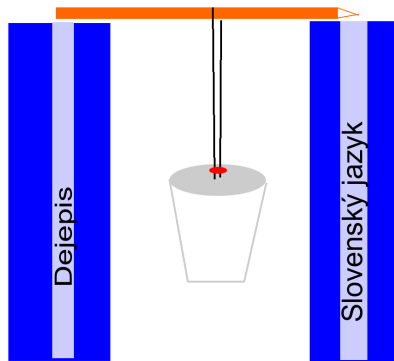
Zadanie experimentálnej úlohy

Spočiatku, pri malom namáhaní, je relatívne predĺženie priamoúmerné mechanickému napätiu. Po istom zvýšení napätia sa začína vlas predlžovať oveľa rýchlejšie, až sa pri dosiahnutí napätia σ_{max} pretrhne. Hodnotu tohto medzného napätia σ_{max} nazývame **medza pevnosti**. Pružnosť vlasu v oblasti malého namáhania, teda jeho odolnosť voči natáhovaniu, charakterizujeme Youngovým **modulom pružnosti** $E = \sigma/\epsilon$. Fyzikálnym rozmerom modulu pružnosti je Pa.

Hodnoty σ_{max} a E bývajú obrovské, takže sa obvykle zapisujú v GPa (gigapascal), pričom 1 GPa = 10^9 Pa.

V nasledujúcom experimente zmeriame medzu pevnosti a modul pružnosti ľudského vlasu. Postup:

1. Vezmite vlas s dĺžkou aspoň 20 cm, ohnite ho napoly a voľné konce kvapkou sekundového lepidla prilepíte o plastový pohárik s objemom 2 alebo 3 dl (obrázok nižšie). Pohárik pomocou vlasu zaveste na ceruzku, ktorú položíte na stojan (napríklad knihy). Uvedomte si, že hoci prierez vlasu je S , sila (od pohárika) sa rozkladá na dve vlákna. Prierez vlasu je teda akoby dvojnásobný ($2S$).



2. Pravítkom zmerajte dĺžku vlasu (presnejšie polovicu) l_0 , teda vzdialenosť od horného okraja pohárika po horný okraj ceruzky a výsledok zapíšte do prvej tabuľky nižšie. Zmerajte mikrometrom (alebo odhadnite) priemer vlasu a jeho prierez S a výsledok takisto zapíšte do tabuľky.
3. Pripravte si druhý pohárik, ktorý naplňte soľou alebo cukrom. Plný pohárik odvážte na kuchynských váhach a údaj si poznačte.
4. Do zaveseného pohárika nasypete z plného pohárika toľko soli (cukru), aby sa vlas predlžil asi o 5-10 mm. Predĺženie Δl zapíšte do prvého riadku druhej tabuľky. Odvážením nezaveseného pohárika so soľou (cukrom) zistíte, koľko soli (cukru) je v zavesenom pohárik. Jeho hmotnosť m napíšte takisto do tabuľky. Vlas je teraz napínaný gravitačnou silou $F = mg$, kde $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Dopočítajte ostatné hodnoty v prvom riadku tabuľky.
5. Do zaveseného pohárika **pomaly** dosypávajúte soľ (cukor). Vlas sa začne predlžovať, až sa roztrhne. Odvážením nezaveseného pohárika zistíte, koľko soli (cukru) bolo v zavesenom pohárik v okamihu roztrhnutia vlasu. Hodnotu hmotnosti m zapíšte do druhého riadku tabuľky. Dopočítajte medzu pevnosti vlasu.



Ak sa vlas neroztrhol ani pri úplne naplnenom pohárik, pokus o roztrhnutie vlasu zopakujte tak, že do zaveseného pohárika vložíte najprv ťažké predmety (napríklad železné skrutky a až potom doň dosypávajúte soľ (cukor). Nezabudnite skrutky odvážiť.

Olympiáda mladých vedcov 2014
Zadanie experimentálnej úlohy

6. Namerané hodnoty modulu pružnosti a medze pevnosti vlasu porovnajte s hodnotami pre nylon (nylonové vlákna sú veľmi pevné a používajú ich napríklad rybári). Na získanie parametrov nylonu využite napríklad odkazy na literatúru v závere.

| | |
|--|--|
| Farba vlasu (žltý, hnedý, čierny, ...) | |
| Dĺžka vlasu l_0 (m) | |
| Odhadnutý priemer vlasu (m) | |
| Prierez vlasu S (m ²) | |

| Záťaž m kg | Napätie $\sigma = (mg)/(2S)$ Pa | Predĺženie Δl m | Relatívne predĺženie $\epsilon = \Delta l/l_0$ | Modul pružnosti $E = \sigma/\epsilon$ Pa |
|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|---|--|
| | | | | |
| | | - | - | - |

Modul pružnosti vlasu v GPa:

Medza pevnosti vlasu v GPa:

V porovnaní s nylonom je modul pružnosti vlasu (podobný, väčší, menší):

V porovnaní s nylonom je medza pevnosti vlasu (podobná, vyššia, nižšia):

4. Záverečné otázky.

Odpovedzte na nasledujúce otázky a svoje odpovede zdôvodnite. Pre argumentáciu použite výsledky doterajších úloh!

Ako maximálne vysoko mohlo byť okno veže, aby sa princ mohol vyšplhať po vrkoči 18 ročnej Zlatovlásky za predpokladu, že jej od narodenia vlasy nevypadávali? Princ sedel na koni, takže dokázal chytiť vlasy nachádzajúce sa 2,5 m nad zemou.

Odpoveď a jej zdôvodnenie:

Je teoreticky možné, aby Zlatovláskine zapletené svetlé (zlaté) vlasy udržali princa pri šplhaní na vežu?

Olympiáda mladých vedcov 2014
Zadanie experimentálnej úlohy

Odpoveď a jej zdôvodnenie:

Keby storočný dedo Vševed žil v našom svete a nie v rozprávkovom svete, mal by tri zlaté čiže blondé vlasy?

Odpoveď a jej zdôvodnenie:

Literatúra na ďalšie štúdium:

http://www.oskole.sk/?id_cat=53&clanok=6017

<http://sk.wikipedia.org/wiki/Aminokyselina>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Keratin>

http://en.wikipedia.org/wiki/Young's_modulus

http://en.wikipedia.org/wiki/Ultimate_tensile_strength

Želáme Vám veľa zábavy pri riešení úloh. Svoje riešenie v DOC alebo PDF nezabudnite včas (do 10.3.2014) odoslať organizátorom súťaže IJSO pomocou portálu <http://www.ijsosk.sk>.

Ak ste pri riešení úlohy urobili peknú fotografiu alebo nakreslili obrázok, môžete nám na portáli súťaže odoslať okrem riešenia aj ich digitálnu podobu (môžete poslať aj niekoľko samostatných dokumentov, nie nevyhnutne iba jeden súbor s riešením).

*Kolektív autorov: František Kundracik, Martin Plesch
a Renáta Dörnhöferová*