Úlohy 1. kola 44. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie C*

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}8\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.

1. Při hokejovém utkání odpálil jedoucí útočník puk rychlostí $v_0 = 16\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ na zadní hrazení vzdálené $d_0 = 40$ m a pokračoval v jízdě stálou rychlostí $v_{\text{ú}} = 3\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$ za ním. Puk klouzal po ledu, odrazil se od hrazení rychlostí rovnou 70 % rychlosti dopadu a vracel se vstříc hokejistovi. Součinitel smykového tření puku na vlhkém ledu je $f = 0{,}15$.

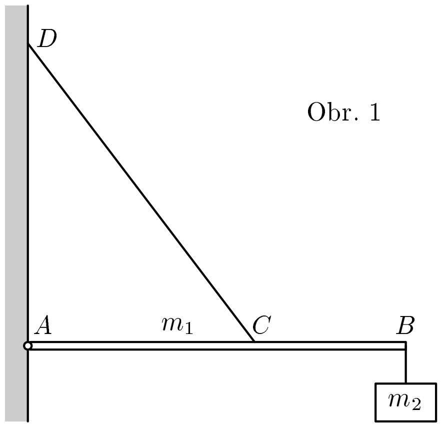
a) Znázorněte graficky, jak závisela na čase velikost rychlosti útočníka a velikost rychlosti puku.

b) Znázorněte graficky, jak se v závislosti na čase měnila vzdálenost útočníka a vzdálenost puku od zadního hrazení.

c) Kdy a kde se útočník opět setkal s pukem?

d) Jak velká byla vzájemná rychlost útočníka a puku v okamžiku setkání?

2.



Obr. 1

Homogenní tyč AB o hmotnosti m_1 je v bodě A otáčivě připevněna ke svislé stěně (obr. 1). Ve vodorovné poloze je držena lankem CD zanedbatelné hmotnosti. Na konci B je zavěšeno břemeno o hmotnosti m_2. Určete sílu $\boldsymbol{F}_C$, kterou na tyč působí lanko, a sílu $\boldsymbol{F}_A$, kterou na tyč působí stěna.

Úlohu řešte graficky i početně pro hodnoty: $m_1 = 5$ kg, $m_2 = 20$ kg, $|AB| = 1{,}00$ m, $|AC| = 0{,}60$ m, $|AD| = 0{,}80$ m.

3. Uvnitř zavařovací sklenice je tlak p_1, atmosférický tlak je p_2. Víko přiléhá ke sklenici na mezikruží o vnitřním průměru d_1 a vnějším průměru d_2.

a) Jak velkou tlakovou silou je víko přitlačováno ke sklenici?

b) Jak velký tlak je na styčné ploše víka a sklenice?

c) Lze s touto sklenicí vystoupit na Mount Everest (8 850 m) bez obav, že se sklenice otevře? Tlak v uvedené nadmořské výšce získejte lineární interpolací hodnot uvedených v tabulkách.

d) Odhadněte pomocí tabulek, v které nadmořské výšce se sklenice sama otevře.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $p_1 = 0{,}250 \cdot 10^5$ Pa, $p_2 = 1{,}00 \cdot 10^5$ Pa, $d_1 = 9{,}00$ cm, $d_2 = 10{,}0$ cm.

4. Dne 8. června 2004 bude při pozorování ze Země přecházet planeta Venuše přes sluneční disk. Pro zjednodušení předpokládejme, že Země a Venuše obíhají kolem Slunce po kružnicích ležících v téže rovině.

a) Určete poměr zorných úhlů, pod kterými v uvedené době uvidíme průměr Venuše a průměr Slunce.

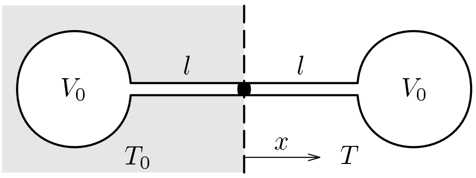
b) Určete dobu trvání přechodu středu Venuše přes sluneční disk.

c) Stanovte datum, kdy mohlo dojít k předcházejícímu přechodu, pokud by byl splněn výše uvedený zjednodušující předpoklad.

d) K přechodu ve skutečnosti naposledy před uvedeným datem došlo 6. prosince 1882. Zdůvodněte, proč k jevu nedochází tak často, jak vychází z předcházejících výpočtů.

Potřebné veličiny si označte a jejich hodnoty vyhledejte v tabulkách. Řešte nejprve obecně, pak pro nalezené číselné hodnoty.

5. Plynový teploměr se skládá ze dvou stejných kulových nádob spojených vodorovnou trubičkou délky $2l$, ve které je kapka rtuti (obr. 2). Kulové nádoby jsou naplněny plynem tak, že při stejné teplotě v obou nádobách je kapka rtuti uprostřed trubičky a každá část plynu zaujímá objem V_0 včetně půlky trubičky. Plocha příčného vnitřního průřezu trubičky je S. Jedna nádoba je vnořena do prostředí termostatu s teplotou T_0, druhou vnoříme do prostředí, jehož teplotu T měříme. Plyn považujte za ideální, délkový rozměr kapky zanedbejte.



Obr. 2

a) Stanovte funkční závislost měřené teploty T na vzdálenosti x kapky od středu trubičky.

b) Určete rozsah teplot, který lze teploměrem měřit.

c) Rozhodněte, zda teplotní stupnice vynesená na trubičku je rovnoměrná nebo nerovnoměrná. Odpověď zdůvodněte.

d) Sestrojte graf závislosti $T = T(x)$.

Řešte obecně, pak pro hodnoty: $l = 25$ cm, $V_0 = 0{,}100 \cdot 10^{-3}$ m^3, $S = 10{,}0$ mm^2, $T_0 = 300{,}0$ K.

6. *Praktická úloha:* **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), samolepky, pinzeta, tmavý a bílý papír formátu A4, pravítko, dvě závlačky, dva skřipce 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 σ_p se vlas přetrhne.

Úkoly:

a) Získejte od dvou osob potřebné vlasy.

b) Dokažte, že pro mez pevnosti v tahu platí $\sigma_\mathrm{p} = \dfrac{F}{S_0}(1+\varepsilon)$,
kde S_0 je průřez vlasu před natahováním, F je síla při přetržení a ε je relativní prodloužení.

c) Určete průměr vlasů, maximální relativní prodloužení a mez pevnosti v tahu σ_p.

d) Diskutujte výsledky pro jednotlivé vlasy dvou různých osob a porovnejte je s hodnotami meze pevnosti různých materiálů uvedenými v tabulkách.

e) Odhadněte, jak těžké závaží by unesl cop spletený z vlasů, které má průměrný mladý 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 skřipce 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.

Při určování průměru vlasu nelze vlas sevřít mezi čelisti mikrometru, protože by se rozdrtil a praskl v místě poškození. Seřídíme tedy nulu mikrometru, 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 mm $< d <$ 0,07 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 skřipec upevníme. Ke druhému připojíme siloměr a ve vodorovném směru na stole lehce napneme. Ze vzdálenosti samolepek určíme počáteční délku l_0. Pomalu 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.

7. Na elektrickém vařiči leží hliníková nádoba, jejíž dno má tloušťku 2,5 mm a plošný obsah 2,0 dm^2. Celé je rovnoměrně ohříváno plotýnkou vařiče. V nádobě je vroucí voda a každou minutu se odpaří 30 g vody. Var probíhá za normálního tlaku.

a) Určete účinnost zahřívání vody, je-li příkon vařiče 1 800 W.

b) Určete teplotu vnějšího povrchu dna nádoby.

c) Jak se změní teplota vnějšího povrchu dna, je-li na vnitřní straně dna vrstva vodního kamene o tloušťce 0,50 mm?

Úlohu řešte obecně a potom pro hodnoty:
$l_\mathrm{v} = 2\,300\ \mathrm{kJ \cdot kg^{-1}}$, $\lambda_\mathrm{Al} = 210\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$, $\lambda_\mathrm{k} = 2{,}33\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$.