

### Úlohy 1. kola 44. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

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

1. Motocyklista projede jedenkrát zkušební okruh. V okamžiku jeho rozjezdu spustíme stopky a budeme sledovat tachometr. Během prvních 15 s získá rychlost 126 km/h a touto rychlostí pak pojede po dobu 40 s. Na třetím úseku získá během 5 s rychlost 144 km/h, přičemž se dostane do poloviny okruhu. Další část okruhu projede stálou rychlostí a na posledním úseku se po dobu 60 s zpomaluje, až se zastaví na konci okruhu. Hmotnost motocyklisty se strojem je 240 kg. Pohyby v úsecích, kde se rychlost motocyklisty mění, považujte za rovnoměrně zrychlené nebo rovnoměrně zpomalené.
  - a) Určete velikosti zrychlení na jednotlivých úsecích.
  - b) Sestrojte graf závislosti rychlosti na čase.
  - c) Určete celkovou dobu jízdy a průměrnou rychlost motocyklisty.
  - d) Určete velikost a směr největší pohybové síly, která během jízdy působila na motocykl se závodníkem.
  
2. Pavouk vylezl z díry uprostřed ciferníku věžních hodin a začal lézt stálou rychlostí po minutové rafií od středu k jejímu konci právě v okamžiku, kdy mījela „dvanáctku“. Na konec rafie se dostal za půl hodiny, právě když mījela „šestku“. Pak se obrátil a stejně velkou rychlostí vzhledem k rafii se vracel zpět. Rafie má délku  $l = 1,20 \text{ m}$ , její periodu označme  $T$ .
  - a) Sestrojte ve vhodném měřítku trajektorii pohybu pavouka vzhledem k ciferníku hodin.
  - b) Určete velikost  $v_1$  rychlosti pavouka vzhledem k rafii.
  - c) Určete, jak závisela velikost  $v$  rychlosti pavouka vzhledem k ciferníku na čase.
  - d) Určete její minimální hodnotu  $v_{\min}$  a maximální hodnotu  $v_{\max}$ .
  - e) Určete poměr velikostí maximální setrvačné odstředivé síly, která působí na pavouka ve vztažné soustavě spojené s rafii, a jeho tíhové síly.Úlohy b), d), e) řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty.
  
3. Vlak o hmotnosti  $m = 180 \text{ t}$  se po vodorovných kolejších rozjíždí z klidu se stálým výkonem  $P = 250 \text{ kW}$ .
  - a) Určete rychlost vlaku  $v_1$  v čase  $t_1 = 12 \text{ s}$ .
  - b) Určete čas  $t_2$ , v němž dosáhne rychlosti  $v_2 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - c) Sestrojte graf závislosti rychlosti na čase v časovém intervalu od 0 do  $t_1$ .
  - d) Z obsahu obrazce omezeného grafem rychlosti určete dráhu vlaku  $s$  v čase  $t_1$ .

- e) Předpokládejme, že by se vlak pohyboval z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem a v čase  $t_1$  by dosáhl stejné rychlosti jako při původním pohybu se stálým výkonem. Určete jeho dráhu  $s'$  v čase  $t_1$ .
- f) Předpokládejme, že by se vlak pohyboval z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem a v čase  $t_1$  by jeho dráha byla stejná jako při původním pohybu se stálým výkonem. Určete okamžitou rychlost  $v'$  tohoto pohybu v čase  $t_1$ . Do grafu rychlosti z úkolu c) doplňte grafy rychlosti pohybů předpokládaných v úkolech e) a f).

Úlohy a), b) řešte nejprve obecně pak pro dané hodnoty.

4. Lyžařský svah délky  $l = 50$  m se sklonem  $\alpha = 20^\circ$  navazuje na vodorovnou rovinu. Na svahu se vedle sebe nacházejí dva lyžaři. V nulovém čase se první lyžař spustí dolů. V okamžiku, kdy najíždí na vodorovnou rovinu, spustí se dolů i druhý lyžař. Součinitel smykového tření mezi lyžemi a sněhem je u prvního lyžaře  $f = 0,08$ , u druhého  $f' = 0,13$ . Odpor vzduchu zanedbejte.
- a) Do společného grafu zakreslete, jak závisely velikosti rychlostí obou lyžařů na čase.
  - b) Z grafu určete
    - 1) vzdálenost  $d$  mezi lyžaři po zastavení,
    - 2) časový interval, ve kterém se druhý lyžař přibližoval k prvnímu,
    - 3) okamžik, kdy se první lyžař druhému nejrychleji vzdaloval a relativní rychlost  $v_{r1}$  v tomto okamžiku,
    - 4) okamžik, kdy se druhý lyžař k prvnímu nejrychleji přibližoval a relativní rychlost  $v_{r2}$  v tomto okamžiku,
    - 5) maximální vzdálenost  $d_{\max}$  mezi lyžaři.
5. Z vyhlídkové věže o výšce  $h$ , která stojí na vodorovném terénu, hodil chlapec míček vodorovným směrem.
- a) Určete velikost  $v_0$  počáteční rychlosti míčku, při níž míček dopadne do vzdálenosti  $h$  od paty věže.
  - b) Určete velikost a směr rychlosti dopadu  $\mathbf{v}_d$  míčku.
  - c) Určete velikost  $v'_0$  počáteční rychlosti míčku, při níž míček dopadne pod úhlem  $45^\circ$ .
  - d) Určete délku vrhu  $d$  v případě c).

Odpor vzduchu zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro  $h = 18,5$  m.

**6. Praktická úloha: Studium pohybu dutého rotačního tělesa se sypkou náplní po nakloněné rovině**

Jako rotační těleso použijeme např. sklenici od instantní kávy, jako náplň rýži. Náplň sklenice měňte po desetině vnitřního objemu  $V_0$  sklenice. Pro každou náplň proveďte 5 měření doby pohybu po nakloněné rovině získané jednostranným podložení deskou dlouhé alespoň 1,4 m. Výsledky měření zapisujte do tabulky:

$\frac{V}{V_0}$	$\frac{t_1}{s}$	$\frac{t_2}{s}$	$\frac{t_3}{s}$	$\frac{t_4}{s}$	$\frac{t_5}{s}$	$\frac{t}{s}$
0						
0,1						
0,2						
0,3						
0,4						
0,5						
0,6						
0,7						
0,8						
0,9						
1						

*Úkoly:*

- Takto popsané měření proveďte pro 3 až 4 různé sklony nakloněné roviny v rozmezí 7 % až 15 %.
  - Sestrojte do jednoho obrázku grafy závislosti doby pohybu po nakloněné rovině na objemu náplně.
  - Zformulujte závěr.
- 7. A.** Žáci měli vypočítat úlohu: Ze vzduchovky o hmotnosti 3,1 kg byl vystřelen náboj o hmotnosti 0,54 g rychlostí  $170 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Určete práci, kterou vykonal stlačený vzduch.

Aleš řešil úlohu takto: „Vykonaná práce je rovna kinetické energii získané střelou. Stačí použít vzorec  $W = E_k = mv^2/2$ .“

Tomáš však namítl: „Práce byla větší, protože jsi zapomněl započítat kinetickou energii vzduchovky těsně po výstřelu.“

Kdo z žáků má pravdu? Porovnejte číselné výsledky, ke kterým každý z žáků dospěl.

**B.** Nyní řešte tuto úlohu: Na hladině vody jsou dvě lodky v klidu, záděmi u sebe. Na každé sedí chlapec. Chlapec na první loďce o celkové hmotnosti  $m_1$

odstrčí pádlem druhou loďku o celkové hmotnosti  $m_2$ . Druhá loďka tak získá rychlost  $v_2$ .

a) Určete práci  $W$ , kterou chlapec vykonal.

b) Určete poměr kinetických energií druhé a první loďky  $E_{k2}/E_{k1}$ .

Odporové síly zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m_1 = 160$  kg,  $m_2 = 100$  kg,  $v_2 = 0,80$  m·s<sup>-1</sup>.

C. Kdykoliv se nějaké těleso uvede do pohybu působením tělesa spojeného se Zemí, uvede se podle Newtonových pohybových zákonů do pohybu i Země. Proč do vykonané práce nezapočítáme i kinetickou energii, kterou získala Země?