

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 mijela „dvanáctku“. Na konec rafie se dostal za půl hodiny, právě když mijela „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 rafíí, 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 kolejkách 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° .
 - 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 desetinně 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 loďky 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 $m_1 = 160 \text{ kg}$, $m_2 = 100 \text{ kg}$, $v_2 = 0,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

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?