

Úlohy 1. kola 37. ročníku fyzikální olympiády

Kategorie D

- Letadlo létá na trase Praha – Krakov. Rychlost letadla vzhledem k okolnímu vzduchu je stálá a má velikost $360 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Obě letiště leží přibližně na téže rovnoběžce a jejich vzdálenost je 380 km.
 - Určete dobu letu jedním směrem za bezvětří.
 - Stanovte průměrnou rychlost letadla za bezvětří při letu z Prahy do Krakova a zpět bez přistání v Krakově.
 - Stanovte průměrnou cestovní rychlost letadla za bezvětří při cestě z Prahy do Krakova a zpět, jestliže letadlo zůstane 30 minut na letišti v Krakově. Dobu přistávacího a vzletového manévru zanedbejte.
 - Řešte úlohy a), b), c) v případě západního větru a v případě východního větru. Rychlost větru je v obou případech stálá a má velikost $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Volný pád ocelové kuličky byl při fotografování osvětlen stroboskopickým zařízením, které v pravidelných intervalech vydávalo světelné záblesky. Tři po sobě jdoucí polohy středu kuličky P_1 , P_2 , P_3 se nacházely ve vzdálenostech $P_1P_2 = s_1 = 21,5 \text{ cm}$, $P_2P_3 = s_2 = 27,8 \text{ cm}$.
 - Určete periodu T záblesků.
 - Jaká doba t uplynula od začátku pohybu do průchodu bodem P_1 ?
 - V jaké výšce h nad bodem P_1 byla kulička uvolněna?
 - Jaká byla velikost rychlosti v_1 kuličky v bodu P_1 ?
 - Jak daleko od bodu P_3 bude další poloha středu kuličky P_4 ?Počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; odpor vzduchu zanedbáváme.
- Vlak metra se po odjezdu ze stanice rozjížděl po dobu $t_1 = 35 \text{ s}$ rovnoměrně zrychleným pohybem, poté se dosaženou rychlostí $v = 60 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ pohyboval po dobu $t_2 = 1 \text{ min } 35 \text{ s}$ rovnoměrným pohybem a na posledním úseku dlouhém $s_3 = 200 \text{ m}$ se pohyboval rovnoměrně zpomaleným pohybem až do zastavení.
 - Určete průměrnou rychlost v_p jízdy vlaku.
 - Určete průměrnou rychlost v'_p vlaku během času $t' = 1 \text{ min}$ před zastavením.
 - Určete průměrnou rychlost v''_p vlaku na úseku dlouhém $s'' = 1 \text{ km}$ od výchozí stanice.

- d) Sestrojte na milimetrový papír grafy závislostí rychlosti a dráhy na čase.
- e) Z jednoho z grafů určete čas, po který se pohyboval rychlostí menší než v_p .
- f) Z jednoho z grafů určete vzdálenost, kterou urazil vlak rychlostí větší než v_p .

4. Automobil projíždí zatáčkou tvaru půlkružnice o poloměru 100 m stálou rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Hmotnost automobilu je 1200 kg.

- a) Jak dlouho projíždí automobil zatáčkou?
- b) Jaká nejmenší „boční“ třecí síla musí působit na automobil, aby nedostal smyk?

Řidič vjede do zatáčky rychlostí $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, ale postupně rovnoměrně rychlost snižuje na velikost $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ v polovině zatáčky.

- c) Jaká brzdící a jaká urychlující síla působila na automobil?
- d) Jaká dostředivá síla působila na automobil na začátku a v polovině zatáčky?
- e) Určete velikost tečného, dostředivého a celkového zrychlení bezprostředně po vjezdu automobilu do zatáčky. Celkové zrychlení automobilu je vektorovým součtem tečného a dostředivého zrychlení.
- f) Je uvedená technika jízdy vhodná pro bezpečnější průjezd zatáčkou? Zdůvodněte.

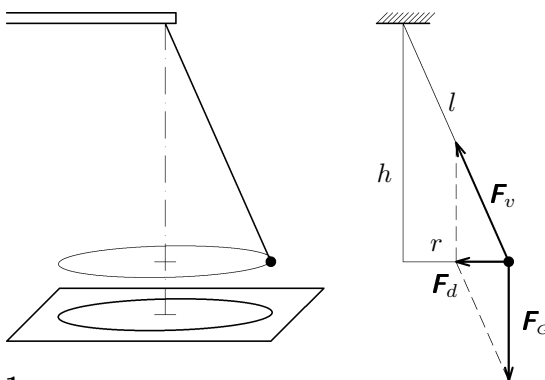
5. Po kolejích se pohybuje setrvačností lokomotiva rychlostí o velikosti $v = 2,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Na koleji stojí osamělý vagón a souprava tří navzájem spojených vagónů. Hmotnost každého vagónu je m , hmotnost lokomotivy $6m$. Lokomotiva narazí do osamělého vagónu a automaticky se s ním spojí. Pak tato souprava narazí do soupravy tří vagónů.

- a) Také druhé spojení proběhne automaticky. Určete rychlosti před rázem a po rázu.
- b) Druhé spojení nenastane a po rázu se obě soupravy rozjedou. Určete velikosti rychlostí a směr pohybu souprav po rázu. Ráz považujte za dokonale pružný.

6. *Praktická úloha. Určení tíhového zrychlení pomocí kuželového kyvadla*

Teorie

Kuličku kuželového kyvadla, jehož vlákno má délku l , uvedeme do rovnoměrného pohybu po vodorovné kruhové trajektorii o poloměru r (Obr. D-1). Na kuličku působí tíhová síla $\mathbf{F}_G$ a síla vlákna $\mathbf{F}_v$. Jejich výslednice je dostředivá síla $\mathbf{F}_d$, která kuličce uděluje dostředivé zrychlení.



Obr. D-1

Z podobnosti trojúhelníků odvodíme:

$$\frac{F_G}{F_d} = \frac{m_g}{ma_d} = \frac{gT^2}{4\pi^2 r} = \frac{h}{r},$$

$$\boxed{g = \frac{4\pi^2 h}{T^2}},$$

kde $h = \sqrt{l^2 - r^2}$ je vzdálenost bodu závěsu od roviny trajektorie.

Úkol:

Pomocí kuželového kyvadla určete tíhové zrychlení v budově školy. Zjištěnou hodnotu porovnejte s tabulkovou hodnotou co nejméně vzdáleného místa v ČR. (Použijte např. MFCh tabulky z r. 1970.)

Pomůcky:

olověná kulička se silonovým vláknem, stojan, tyčka s dírkou na konci, čtvrtka s narýsovanou kružnicí, tyčový metr, stopky.

Provedení úlohy

- Olověnou kuličku vhodnou pro zhotovení kuželového kyvadla lze koupit v prodejně rybářských potřeb. Vlákno kyvadla provlékneme dírkou vyvrtanou na konci dostatečně tuhé tyčky, kterou upevníme do stojanu. Po nastavení vhodné délky kyvadla upevníme provléknutou část vlákna k tyčce například pomocí kolíčku na prádlo.
- Na stůl položíme čtvrtku s narýsovanou kružnicí např. o poloměru 15 cm tak, aby se její střed nacházel přesně pod bodem závěsu kyvadla. V jednom bodu kružnice nakreslíme orientační značku. Kuličku uvedeme do pohybu po kruhové trajektorii, která bude co nejpřesněji probíhat nad narýsovanou kružnicí. Pomocí stopky změříme dobu deseti oběhů a určíme periodu kyvadla T .
- Změříme délku l kyvadla jako vzdálenost středu kuličky od bodu závěsu a vypočítáme vzdálenost h bodu závěsu od roviny trajektorie.
- Měření provedeme pro 5 různých délek kyvadla. Pokaždé upravíme upevnění tyčky ve stojanu tak, aby trajektorie kuličky probíhala co nejbližší k narýsované kružnici. Naměřené a vypočítané hodnoty zapíšeme do tabulky:

č.	$\frac{T}{s}$	$\frac{l}{m}$	$\frac{r}{m}$	$\frac{h}{m}$	$\frac{g}{m \cdot s^{-2}}$	$\frac{\Delta g}{m \cdot s^{-2}}$
1						
2						
3						
4						
5						
aritmetický průměr $\bar{g} =$						
průměrná odchylka $\Delta g =$						

- Výsledek vyjádříme ve tvaru $g = \bar{g} \pm \Delta g$ a porovnáme s tabulkovou hodnotou.

7. Země se pohybuje kolem Slunce přibližně po kružnici o poloměru $r_z = 149,6 \cdot 10^6$ km s dobou oběhu $T_z = 365,24$ dne. Jupiter má dobu oběhu kolem Slunce $T_j = 11,862$ roku. V roce 1610 objevil Galileo Galilei čtyři největší Jupiterovy měsíce: Io (doba oběhu $T_1 = 1,769$ d, poloměr oběžné trajektorie $r_1 = 5,86 R_j$, kde R_j je poloměr Jupitera), Europa ($T_2 = 3,551$ d), Ganymed ($T_3 = 7,155$ d) a Kallisto ($T_4 = 16,69$ d).

- Určete velikost hlavní poloosy oběžné trajektorie Jupitera.
- Stanovte vzdálenosti Jupiterových měsíců od jeho středu.
- Určete střední hustotu Jupitera.