

Úlohy 1. kola 42. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

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

- Vrtulové letadlo urazí za bezvětří přímou vzdálenost $d = 120 \text{ km}$ mezi místy A a B za dobu $t_0 = 36 \text{ min}$. Během letu však fouká vítr stálé velikosti i směru rychlostí $u = 40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
 - Určete maximální možné zpoždění Δt_1 letadla při daném větru.
 - Určete maximální možný časový předstih Δt_2 letadla při daném větru.
 - Určete předstih či zpoždění Δt_3 letadla, fouká-li vítr kolmo k trase AB .
 - Určete směr větru, při kterém dorazí letadlo do cíle za stejnou dobu jako za bezvětří. Jaká je pravděpodobnost, že při náhodném, ale stálém směru větru letadlo nebude mít zpoždění?
- Na železniční trati se upravuje kolejový svršek v úseku délky $d = 1400 \text{ m}$, na němž je povolena maximální rychlost $v_2 = 36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Rychlík délky $l = 300 \text{ m}$ jedoucí rychlostí $v_1 = 108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ začne ve vzdálenosti $d_1 = 800 \text{ m}$ před zpomaleným úsekem rovnoměrně brzdít tak, že do zpomaleného úseku vjíždí požadovanou rychlostí v_2 . Po projetí posledního vagónu zpomaleným úsekem bude vlak se stejně velkým zrychlením rovnoměrně zrychlovat až do dosažení rychlosti v_1 .
 - Určete dobu t_1 brzdění vlaku.
 - Určete zrychlení a během brzdění.
 - Sestrojte graf závislosti rychlosti vlaku na čase od začátku brzdění do konce zrychlování. Z grafu určete dráhový rozdíl Δs rychlíku způsobené opravou kolejí.
 - Sestrojte graf závislosti dráhy na čase od začátku brzdění do konce zrychlování. Z grafu určete dráhový rozdíl Δs a časové zpoždění Δt způsobené opravou kolejí.

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

- Sedačka řetízkového kolotoče se pohybuje rovnoměrně po kružnici o poloměru $r = 5,00 \text{ m}$ s dobou oběhu $T = 6,00 \text{ s}$. Sedačku považujte za hmotný bod.
 - Zvolte měřítko pro zobrazení délek a měřítko pro zobrazení rychlostí. Zobrazte trajektorii sedačky a v určitém jejím bodě A sestrojte vektor okamžité rychlosti \mathbf{v}_A . Poté sestrojte vektor okamžité rychlosti \mathbf{v}_B v bodě B , do něhož se hmotný bod dostane opsáním zvoleného úhlu $\Delta\varphi$ za dobu Δt . Dále sestrojte vektor $\Delta\mathbf{v} = \mathbf{v}_B - \mathbf{v}_A$ a změřte jeho velikost $|\Delta\mathbf{v}|$. Konstrukci opakujte několikrát pro různé úhly $\Delta\varphi$ a doplňte následující tabulku:

$\frac{\Delta\varphi}{^\circ}$	$\frac{\Delta t}{s}$	$\frac{ \Delta\mathbf{v} }{\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$	$\frac{ \Delta\mathbf{v} /\Delta t}{\text{m}\cdot\text{s}^{-2}}$
90			
60			
30			
20			
10			

- b) Vypočtete přímo ze zadání velikost dostředivého zrychlení a_d sedačky.
c) Porovnejte hodnotu a_d s hodnotami v posledním sloupci tabulky. Jak se porovnávané hodnoty liší v závislosti na úhlu $\Delta\varphi$?
d) Porovnejte směr dostředivého zrychlení \mathbf{a}_d se směry vektoru $|\Delta\mathbf{v}|$ získaného konstrukcí. Jak se porovnávané směry liší v závislosti na úhlu $\Delta\varphi$?

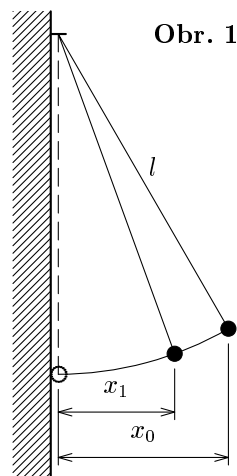
4. Kyvadlo tvoří vlákno délky $l = 2,40$ m a malá kulička. V rovnovážné poloze kyvadla se kulička právě dotýká svislé stěny (obr. 1). Nyní kyvadlo vychýlíme tak, že kulička bude ve vzdálenosti $x_0 = 60,0$ cm od stěny. Po uvolnění kulička dopadne na stěnu, odrazí se a vychýlí se do vzdálenosti $x_1 = 49,0$ cm od stěny.

- a) Určete velikost v_0 rychlosti dopadu, velikost v_1 rychlosti odrazu kuličky a tzv. *koeficient restituce*

$$k = \frac{v_1}{v_0}.$$

- b) Do jaké vzdálenosti x_2 od stěny doletí kulička po následujícím odrazu od stěny?

Koeficient restituce považujte za konstantní. Odpor vzduchu zanedbáváme.



5. Sportovec při tréninku zvedal ze země břemeno o hmotnosti $m = 12$ kg konstantní silou $F = 420$ N svisle vzhůru po dráze $s_1 = 1,6$ m, poté břemeno uvolnil a nechal pohybovat až do dopadu na zem.

- a) Určete rychlost v_1 břemene v okamžiku uvolnění.
b) Určete výšku h_1 vrhu.
c) Určete průměrný výkon P sportovce během působení na břemeno.
d) Sestrojte graf závislosti okamžité výšky h na čase t a graf závislosti velikosti okamžité rychlosti v na čase t .

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

5. U válce a koule porovnejte naměřenou hodnotu K s hodnotou teoretickou. Porovnejte též změřenou konstantu K jednotlivých těles a pokuste se výsledek zdůvodnit.
7. Umělá družice se dostala na kruhovou oběžnou dráhu o poloměru $r = 10\,000$ km kolem Země. Družice se skládá z vlastní družice o hmotnosti $m_1 = 50$ kg a ochranného štítu o hmotnosti $m_2 = 10$ kg. Štít se odhazuje dopředu ve směru pohybu uvolněním stlačených pružin. Při pozemních zkouškách upevněné družice pružiny udělily štítu rychlost $v_0 = 6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hmotnost Země je $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg, gravitační konstanta $\varkappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Určete dobu T oběhu družice před oddělením.
 - Nakreslete obrázek Země a kruhové trajektorie družice před oddělením pláště. Do téhož obrázku přibližně nakreslete trajektorie jejích částí po oddělení.
 - Která z částí původní družice se do místa oddělení vrátí dříve? Odpověď zdůvodněte.
 - Určete vzájemnou rychlost w družice a štítu bezprostředně po oddělení na oběžné dráze.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

V druhém kole lze očekávat úlohy z témat: Kinematika
Dynamika
Mechanická práce a energie
Pohyby v gravitačním poli
Téma studijního textu