Úlohy 1. kola 64. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie D*

V úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1. Běžecký závod

Na čtyřistametrovém atletickém oválu proběhl závod v běhu na 1 500 m. Závodník Tempík vbíhal do posledního kola s dosavadní průměrnou rychlostí $6{,}00\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, poslední kolo proběhl průměrnou rychlostí $6{,}13\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Závodník Rychlý měl při vbíhání do posledního kola dosavadní průměrnou rychlost $5{,}82\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$, avšak v posledním kole dosáhl průměrné rychlosti $6{,}61\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

a) Rozhodněte na základě výpočtu, který závodník proběhl cílem dříve.

b) S jakým časovým náskokem vbíhal závodník Tempík do posledního kola?

c) Vyhledejte např. na internetu české rekordy v běhu na 400 m a v běhu na 1 500 m a určete průměrnou rychlost závodníků a průměrný čas na jedno kolo.

2. Kolotoč

Kolotoč se roztočil z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem během tří otáček za dobu $t_3 = 24{,}0\ \mathrm{s}$, poté se otáčel rovnoměrně.

a) Určete doby T_1, T_2 a T_3 první, druhé a třetí otáčky.

b) Určete periodu T dosaženého rovnoměrného otáčení.

Všechny hledané časy vyjádřete nejprve obecně jako číselný násobek času t_3, poté číselně.

3. Rychlík

Rychlík jede rychlostí $v_0 = 144\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$. V jednom okamžiku začne zpomalovat až do zastavení stálou brzdící silou, která tvoří $k = 0{,}075$násobek jeho tíhové síly.

a) Určete brzdnou dráhu s_1 a dobu t_1 brzdění.

b) Rychlík má zastavit na dráze $s_2 = 900\ \mathrm{m}$ před stanicí rovnoměrně zpomaleným pohybem. Určete potřebnou velikost jeho zrychlení a_2 a dobu t_2 brzdění.

c) Sestrojte do téhož obrázku grafy závislosti rychlosti na čase obou pohybů a z grafů ověřte brzdné dráhy.

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

4. Pád kuličky

Uvnitř stojícího vagónu na vodorovných kolejích je u stropu umístěn elektromagnet, který při sepnutém spínači drží ocelovou kuličku ve výšce $h = 2{,}30\ \mathrm{m}$ nad podlahou. V okamžiku rozpojení obvodu se kulička uvolní a dopadne na podlahu. Určete, jak se změní místo dopadu (vzdálenost a směr) v těchto případech:

a) Vlak jede rovnoměrným pohybem po přímé vodorovné trati rychlostí o velikosti $v = 72\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$.

b) Vlak brzdí po přímé vodorovné trati, přičemž má stálé zrychlení o velikosti $a_1 = 0{,}60\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.
c) Vlak se rozjíždí po přímé vodorovné trati, a to se stálým zrychlením o velikosti $a_2 = 0{,}45\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.
d) Vlak projíždí zatáčku o poloměru $r = 500\ \mathrm{m}$ po vodorovné trati rovnoměrným pohybem rychlostí o velikosti $v = 72\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$.
e) Vlak projíždí zatáčkou o poloměru $r = 500\ \mathrm{m}$ a současně brzdí se zrychlením o stálé velikosti $a_1 = 0{,}60\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Kulička je uvolněna v okamžiku, kdy má vlak okamžitou rychlost o velikosti $v = 72\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$.

Zemi považujte za inerciální vztažnou soustavu.

5. Vozíky na nakloněné rovině

Na úseku délky $s = 1{,}75\ \mathrm{m}$ nakloněné roviny pouštíme z klidu dva shodné vozíky a měříme čas, za který daný úsek projedou. Samostatný vozík projede úsek za čas $t_1 = 1{,}0\ \mathrm{s}$. Převrácený vozík s kolečky vzhůru projede úsek za čas $t_2 = 2{,}0\ \mathrm{s}$.

a) Vypočtěte úhel α sklonu nakloněné roviny.
b) Vypočtěte součinitel f smykového tření mezi převráceným vozíkem a nakloněnou rovinou.
c) Vypočtěte čas t_3 pro soustavu dvou spojených vozíků, z nichž jeden je převrácen kolečky vzhůru.

6. Praktická úloha: Valící se těleso se sypkou náplní

Budeme zkoumat pohyb rotačního dutého tělesa se sypkou náplní po nakloněné rovině. Jako rotační těleso použijeme např. zavařovací sklenici s víčkem na závit. Vybereme symetrickou sklenici s hladkým povrchem a zbavíme ji etikety. Symetrii sklenice ověříme uvedením do valení po vodorovné ploše: pokud střídavě zpomaluje a zrychluje, má své těžiště mimo rotační osu a není symetrická.

Sklenici naplníme rýží a odměrným válcem změříme objem použité rýže. Postavíme nakloněnou rovinu, na které vyznačíme co nejdále od sebe startovní a cílovou čáru. Startovní polohu sklenice je možné stabilizovat zarážkou, kterou při startu prudkým pohybem odstraníme, aniž bychom sklenici udělili jakýkoliv počáteční impuls.

Objem V náplně měníme po desetině vnitřního objemu V_0 sklenice. Pro každou náplň provedeme 5 měření doby pohybu. Pomocí délky nakloněné roviny a nastavené výšky vypočteme úhel sklonu ve stupních.

Před vlastním měřením je třeba ověřit, zda sklenice při maximálním použitém sklonu nakloněné roviny nebude prokluzovat. K zabránění prokluzování je možné pokrýt povrch nakloněné roviny např. novinovým papírem, který stabilizujeme lepenkou.

Výsledky měření pro každý sklon zapíšeme do tabulky. V případě, že se sklenice neuvede do pohybu, políčko proškrtneme. Do posledního sloupce zapíšeme průměrný čas T. Během měření též pozorujte, co se s rýží uvnitř sklenice děje.

Pomůcky: Sklenice tvaru válce s hladkým povrchem a s víčkem na závit, rýže, odměrný válec, dlouhá nakloněná rovina délky aspoň 150 cm, stopky, délkové měřidlo.

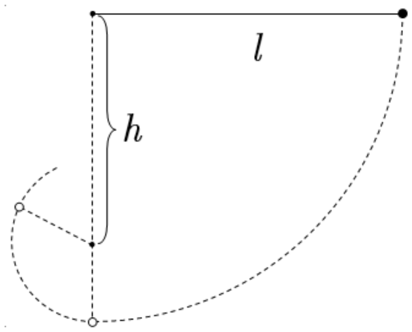
Úhel sklonu:						
$\frac{V}{V_0}$	$\frac{t_1}{\mathrm{s}}$	$\frac{t_2}{\mathrm{s}}$	$\frac{t_3}{\mathrm{s}}$	$\frac{t_4}{\mathrm{s}}$	$\frac{t_5}{\mathrm{s}}$	$\frac{T}{\mathrm{s}}$
0						
0,1						
0,2						
0,3						
0,4						
0,5						
0,6						
0,7						
0,8						
0,9						
1						

Úkoly:

1) Měření proveďte pro 3 až 4 různé úhly sklonu nakloněné roviny v přibližném rozmezí od 3° do 12°. Výsledky je možné zapisovat do tabulek, jejichž vzor je uveden.
2) Sestrojte v Excelu do jednoho obrázku grafy závislosti doby pohybu na poměrném objemu náplně. Z tabulek do listu Excelu zapíšeme do sloupce A poměrný objem, do sloupců B, C, D, příp. E zapíšeme po řadě pouze výsledné průměrné časy pro nastavené úhly. Pokud se těleso nerozjelo, necháme buňku pro čas prázdnou. Volíme graf bodový s vyhlazenými spojnicemi a značkami.
3) Zformulujte závěr, v němž fyzikálně zdůvodněte průběh grafů.

7. Kulička na niti

Na niti délky l je zavěšena malá kulička. Pod závěs můžeme do libovolné hloubky h ($h<l$) umístit vodorovnou tyčku. Kuličku s napnutou nití vychýlíme v rovině kolmé k tyčce do vodorovné polohy a uvolníme. Nit se může přetrhnout při překročení zatížení o velikosti osminásobku tíhové síly.



a) Určete maximální hloubku h_1 umístění tyčky, v níž nemůže dojít k přetržení niti.
b) Určete minimální hloubku h_2 umístění tyčky, při níž kulička může kolem tyčky oběhnout po kružnici.
c) Jakou maximální silou F_2 je napínána nit v případě b)?

Velikost kuličky a tloušťku tyčky zanedbáme.