

Úlohy 1. kola 68. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

Není-li uvedeno jinak, v úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Pěšky a na motocyklu

Matěj má dvojmístný motocykl a se dvěma kamarády Pavlem a Tomášem se mají přemístit ze Lhoty do Pece po trase délky $s = 26 \text{ km}$. Matěj vzal Pavla na motocykl, cestou ho vysadil, aby dál pokračoval pěšky. Pak se vrátil pro Tomáše, který mezitím šel pěšky. Poté oba dojeli do Pece ve stejném okamžiku, kdy Pavel právě došel. Pavel i Tomáš se pohybují pěšky stálou rychlostí $v_p = 5,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, rychlost motocyklu $v_m = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ je též konstantní.

- Určete celkovou dráhu s_m , kterou motocyklista Matěj ujede.
- Sestrojte pro každého chlapce graf závislosti jeho souřadnice x polohy (okamžité vzdálenosti od Lhoty) na čase t . Časy na ose vyneste v minutách.

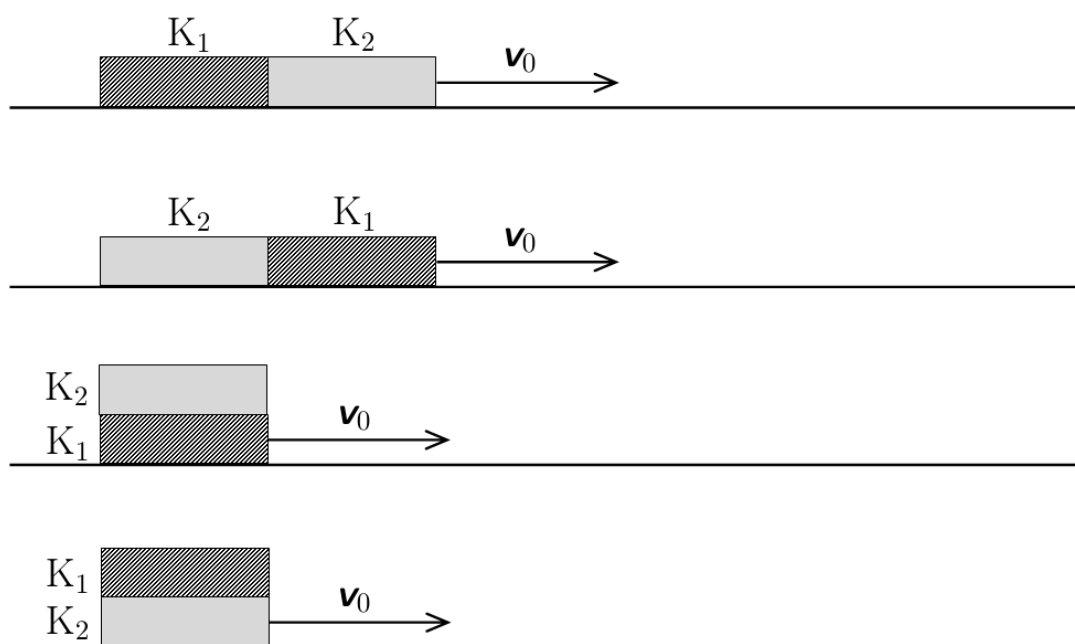
2. Dva kvádry

Na vodorovné rovině roztlačíme dvojici kvádrů K_1 a K_2 , které jsou umístěné za sebou a vzájemně se dotýkají. Soustavu kvádrů při dosažené rychlosti $\mathbf{v}_0$ uvolníme. Každý kvádr má hmotnost m . Součinitel smykového tření mezi kvádrem K_1 a podložkou je f_1 , mezi kvádrem K_2 a podložkou je f_2 , přičemž $f_1 > f_2$.

Určete dráhy, na kterých se kvádry zastaví, jestliže:

- Kvádr K_1 je vzadu a kvádr K_2 je vpředu vzhledem ke směru pohybu.
- Kvádr K_1 je vpředu a kvádr K_2 je vzadu vzhledem ke směru pohybu.
- Oba kvádry jsou položeny na sobě a pevně spojené, K_1 je dole.
- Oba kvádry jsou položeny na sobě a pevně spojené, K_2 je dole.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $v_0 = 1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $f_1 = 0,20$, $f_2 = 0,15$, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.



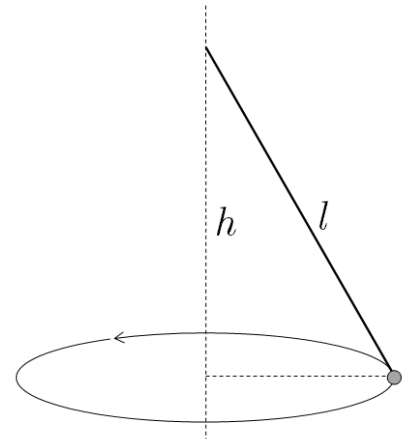
3. Dva vagóny

Na přímých vodorovných kolejích se ve stejném směru pohybují za sebou dva shodné vagóny, prázdný a naložený. Prázdný vagón má rychlost o velikosti $v_1 = 6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a přibližuje se k naloženému vagónu, který se pohybuje rychlostí o velikosti $v_2 = 4,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Během srážky se vagóny automaticky spojí a pokračují dále v pohybu společně rychlostí o velikosti $v = 4,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hmotnost prázdného vagónu je $m_1 = 30 \text{ t}$.

- Určete hmotnost m nákladu. Výsledek vyjádřete obecně i číselně.
- Nyní vagóny zaměníme. Naložený vagón má rychlost o velikosti v_1 a přibližuje se k prázdnému vagónu, který se pohybuje rychlostí o velikosti v_2 . Během srážky se vagóny opět automaticky spojí a vzniklá souprava pokračuje dále v pohybu. Určete číselně velikost rychlosti v' pohybu soupravy s využitím známé hmotnosti nákladu z části a).
- Vyřešte úlohu b) obecně a ověřte její předchozí číselné řešení.

4. Obíhající zavěšená kulička

Malá kulička zavěšená na závěsu délky $l = 75 \text{ cm}$ obíhá po kružnici ve vodorovné rovině, která se nachází v hloubce $h = 60 \text{ cm}$ pod horním bodem závěsu. Na kuličku působí tíhová síla o velikosti F_G .



- Určete velikost F_d dostředivé síly působící na obíhající kuličku a velikost F síly, kterou je při obíhání napínán závěs. Výsledek vyjádřete nejprve obecně, poté jako číselný násobek velikosti F_G tíhové síly.
- Určete kinetickou energii kuličky při obíhání.
- Určete minimální práci W , kterou musíme vykonat, abychom zavěšenou kuličku v klidu uvedli do daného obíhání po kružnici.

Výsledky b) a c) vyjádřete nejprve obecně, pak pro $F_G = 0,56 \text{ N}$ a výše uvedené číselné hodnoty.

5. Kriketový míček

Kriketový míček o hmotnosti $m = 200 \text{ g}$ uvolněný na ochozu rozhledny padá dolů. Míček dopadl na zem v čase $t_d = 2,00 \text{ s}$ po uvolnění.

V záhlaví tabulky jsou t čas pohybu, v okamžitá rychlost, s dráha, h výška, E_p potenciální energie, E_k kinetická energie a E celková mechanická energie míčku.

$\frac{t}{\text{s}}$	$\frac{v}{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$	$\frac{s}{\text{m}}$	$\frac{h}{\text{m}}$	$\frac{E_k}{\text{J}}$	$\frac{E_p}{\text{J}}$	$\frac{E}{\text{J}}$
0						
0,4						
0,8						
1,2						
1,6						
2,0						

- Proveďte potřebné výpočty a vyplňte tabulku. Pro jednoduchost počítejte s hodnotou tíhového zrychlení $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Odpor vzduchu neuvažujte.
- Sestrojte graf závislosti potenciální energie míčku, kinetické energie míčku a celkové mechanické energie míčku na čase t .
- Sestrojte graf závislosti potenciální energie míčku, kinetické energie míčku a celkové mechanické energie míčku na výšce h .

6. Praktická úloha: Převrácení nádoby s vodou

Úkol: Změřte pro dvě plechovky tvaru válce závislost maximálního úhlu náklonu plechovky na hmotnosti vody v plechovce a sestrojte grafy této závislosti.

Pomůcky: Prkno opatřené zarážkou proti kluzu plechovky, opěra proti posunu prkna po desce stolu, dvě prázdné plechovky bez horního víka, posuvné měřidlo (milimetrové měřítko), kádinka s vodou, elektronické váhy, mobil.

Provedení:

- Do mobilu stáhneme aplikaci na měření úhlu (vodováha), např. Bubble Level.
- Na prkno přilepíme nebo přišroubujeme zaoblenou zarážku např. z linolea. K prknu pomocí gumiček připevníme mobil. K otočnému konci ležícího prkna na desce stolu umístíme např. zatížený dřevěný kvádr, aby se prkno při překlápění neposunovalo.
- Na vahách zjistíme hmotnost M prázdné plechovky, změříme její vnější výšku h a vnější průměr d podstavy. Rozměry plechovek volíme tak, aby $h > d$ a pokud možno poměr h/d pro různé plechovky výrazněji odlišný.
- První měření provedeme s prázdnou plechovkou postavenou k zarážce na prkně. Prkno pomalu nakláníme kolem příčné hrany opřené o stůl, až dosáhneme hraničního úhlu, při jehož překročení se plechovka překlápí. Tento úhel α zaznamenáme.
- Poté plechovku přemístíme na „vytárované“ váhy, přidáme dávku vody, zaznamenáme hmotnost m vody, vrátíme zpět na prkno a měření opakujeme. Dávky vody odhadujeme tak, abychom dosáhli včetně prázdné plechovky alespoň 15 měření, přičemž nádoba nepřetéká.
- Celý postup provedeme s druhou plechovkou (počet měření nemusí být stejný).



- 7) V Excelu sestojíme oba grafy závislosti $m = m(\alpha)$. Volíme graf bodový, pouze se značkami (bez spojnic). Přidáme spojnicí trendu, tj. křivku, která sestojené body proloží, volíme typ polynomický, stupeň 5 nebo 6. Tuto křivku považujeme za výsledný graf. Křivka nemusí procházet žádným bodem, nýbrž plynule mezi body probíhá (každé měření znázorněné bodem je zatíženo menší či větší chybou, proto nedává smysl body přímo spojovat).
- 8) Zformulujeme závěr, v němž výsledný graf stručně popíšeme a jeho průběh zdůvodníme.

$M =$		$M =$	
$h =$	$d =$	$h =$	$d =$
$\frac{m}{g}$	$\frac{\alpha}{^\circ}$	$\frac{m}{g}$	$\frac{\alpha}{^\circ}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

7. Auto

Automobil o hmotnosti $m = 1\,500\text{ kg}$ se rozjížděl z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením $a = 1,60\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ do dosažení rychlosti o velikosti $v = 24,0\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Určete dráhu a čas rozjíždění.
- Určete tahovou sílu a vykonanou práci.
- Určete průměrný výkon $\bar{P}$ během rozjíždění a okamžitý výkon P_k v konečném čase.
- Sestojte graf závislosti okamžitého výkonu na čase a přidejte přímkou znázorňující průměrný výkon $\bar{P}$.
- Určete z grafu mechanickou práci W_1 vykonanou motorem na časovém intervalu $\langle 0\text{ s}; 4\text{ s} \rangle$ a mechanickou práci W_2 vykonanou motorem na časovém intervalu $\langle 11\text{ s}; 15\text{ s} \rangle$.