

Úlohy 1. kola 57. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie D

1. Dva cyklisté

Cyklisté Marek a Vašek trénovali na stejném okruhu tak, že jej projeli každý třikrát. Marek projel okruh poprvé průměrnou rychlostí $v_1 = 28,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, zbytek trasy projel průměrnou rychlostí $v_2 = 30,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Vašek měl po prvních dvou okruzích průměrnou rychlost $v_1 = 28,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, poté zvýšil tempo tak, že třetí okruh zvládl projet průměrnou rychlostí $v_3 = 32,08 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

- Který z cyklistů projel tři okruhy za kratší čas? Určete časový rozdíl Δt mezi dojezdy cyklistů, je-li délka jednoho okruhu $s = 9,00 \text{ km}$.
- Jakou průměrnou rychlostí v'_3 by musel Vašek projet třetí okruh, aby oba cyklisté měli celkový čas stejný?

Řešte nejprve obecně, pak pro číselné hodnoty.

2. Výtah

Výtah jezdí mezi přízemím a 6. patrem budovy s výškovým rozdílem $h = 29,16 \text{ m}$. Provozní režim výtahu mezi libovolnými patry je nastaven tak, že se nejprve rozjíždí rovnoměrně zrychleným pohybem do dosažení rychlosti o velikosti $v_1 = 3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, poté se touto rychlostí pohybuje a nakonec zastavuje rovnoměrně zpomaleným pohybem se zrychlením stejné velikosti. Dosáhne-li však již během rozjíždění poloviny dráhy mezi počáteční a cílovou polohou, druhou polovinu dráhy absolvuje uvedeným rovnoměrně zpomaleným pohybem. Doba pohybu mezi přízemím a 6. patrem je $T = 10,5 \text{ s}$. Tíhové zrychlení je $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

- Určete dobu t_1 zrychleného pohybu a velikost zrychlení a . Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.
- Sestrojte do jednoho obrázku graf závislosti rychlosti na čase pro všechny jízdy z přízemí do 1., 2., 3., 4., 5. a 6. patra, tj. 6 grafů. Všechna patra včetně přízemí mají stejnou výšku.

3. Svislý výstřel

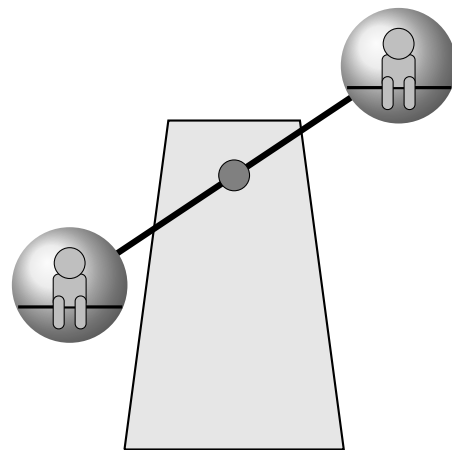
Střelec vystřelil z pušky náboj o hmotnosti $m_1 = 13 \text{ g}$ svisle vzhůru. Bezprostředně po výstřelu měl náboj kinetickou energii $E_0 = 470 \text{ J}$. Puška má hmotnost $m_2 = 3,1 \text{ kg}$.

- Určete výšku h_1 , v níž měl náboj rychlost $v_1 = 150 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, a výšku h'_1 , v níž měl náboj rychlost $v'_1 = 300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Určete maximální výšku $h_{\max}$, do níž může náboj vystoupat.
- Určete rychlost v_2 zpětného rázu pušky způsobeného výstřelem.

Řešte obecně, pak pro dané hodnoty. Odpor vzduchu zanedbejte. Tíhové zrychlení je $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

4. Pouťová atrakce

Jednou z pouťových atrakcí je soustava dvou rotujících kabin. Těžiště pasažéra o hmotnosti m sedícího v kabině se pohybuje rovnoměrně po kružnici o poloměru $r = 4,5$ m.



Obr. 1

- Rotor se otáčí tak, že pasažér v nejvyšší poloze je přitlačován k sedačce celkovou silou, jejíž velikost je rovna třetině velikosti jeho tíhové síly. Určete periodu T otáčení rotoru a velikost síly F_1 , kterou působí pasažér v nejnižší poloze kabiny na sedačku a velikost obdobné síly F_2 v poloze, kdy rameno je vodorovné.
- Rotor se otáčí tak, že pasažér je v nejvyšší poloze ve stavu beztíže. Určete periodu T' otáčení rotoru a dobu Δt během jedné periody, během níž se pasažér nachází ve stavu přetížení, tj. cítí se těžší, než když je kabina vzhledem k zemskému povrchu v klidu.

Tíhové zrychlení je $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

5. Cesta automobilem

Pan Veselý jezdí svým osobním automobilem na horskou chatu. Závěrečný úsek stoupání před odbočkou k chatě má stálý sklon, jeho délka je $s = 4,6$ km s výškovým rozdílem $h = 530$ m. Automobil má hmotnost $m_1 = 1\,500$ kg. Při jízdě působí proti pohybu odporová síla vzduchu závislá na rychlosti $F_{\text{odp}} = kv^2$, kde $k = 0,93 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^2$, a konstantní síla valivého odporu $F_{v1} = 300$ N.

- Určete celkovou tažnou sílu F_1 , celkový výkon P_1 a vykonanou práci W_1 na tomto úseku, jestliže jej řidič projíždí stálou rychlostí $v_1 = 90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Jednou pan Veselý připojil za auto naložený vozík o hmotnosti $m_2 = 600$ kg. Síla valivého odporu vozíku je $F_{v2} = 60$ N, odporovou sílu vzduchu působící na vozík zanedbejte. Určete celkovou tažnou sílu F_2 , celkový výkon P_2 a vykonanou práci W_2 na tomto úseku při stálé rychlosti $v_2 = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Určete v obou případech spotřebu paliva V_{sp1} a V_{sp2} (v přepočtu na ujetou dráhu 100 km), jestliže při jízdě po vodorovné silnici bez návěsu při rychlosti $v_0 = 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ má automobil spotřebu $V_{\text{sp0}} = 4,3 \text{ l}/100 \text{ km}$. Účinnost motoru považujte za nezávislou na jeho výkonu.

Řešte obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

6. Měření součinitele smykového tření

Těleso, které zůstává ležet na nakloněné rovině, lze silou $\mathbf{F}_1$ táhnout rovnoměrným pohybem nahoru a silou $\mathbf{F}_2$ táhnout rovnoměrným pohybem dolů. Obě síly jsou rovnoběžné s nakloněnou rovinou.

Označíme-li l délku nakloněné roviny, h její výšku a F_G tíhovou sílu tělesa, pak součinitel smykového tření lze vypočítat ze vztahu

$$f = \frac{F_1 + F_2}{2F_G} \cdot \frac{l}{\sqrt{l^2 - h^2}}. \quad (1)$$

Úkoly:

- Odvoďte vztah (1).
- Změřte součinitel smykového tření mezi povrchem kvádrů a povrchem nakloněné roviny pro dva různé povrchy nakloněné roviny. Volte raději drsnější povrchy.

Postup:

- Zavěšením na siloměr zjistíte velikost tíhové síly F_G kvádrů.
- Sestavte nakloněnou rovinu s měnitelným sklonem a změřte její délku l .
- Siloměrem změřte velikosti sil F_1 a F_2 při různých sklonech nakloněné roviny pro 6 různých sklonů (včetně nulového). Vypočítejte jednotlivé hodnoty součinitele pro každý sklon a jejich aritmetický průměr. Vypočítejte průměrnou a relativní odchylku měření.
- Měření opakujte pro jiný povrch nakloněné roviny.

Číslo měření	$\frac{h}{\text{cm}}$	$\frac{F_1}{\text{N}}$	$\frac{F_2}{\text{N}}$	f
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Aritmetický průměr				

7. Vozíky na nakloněné rovině

Na nakloněné rovině se sklonem $\alpha = 35^\circ$ se nachází pět za sebou spojených vozíků, každý o hmotnosti m_1 . Soustavu vozíků přivážeme k závěsu vedenému přes pevnou kladku, na druhý konec závěsu přivážeme závaží.

- Určete, při jaké hmotnosti m_2 závaží zůstane soustava v klidu.
- Zavěšené závaží má hmotnost $2m_1$. Určete směr pohybu soustavy, velikost zrychlení a soustavy a velikost síly F , kterou je napínán závěs.
- Určete minimální počet N vozíků v situaci b), které musíme překlomit, aby soustava zůstala v klidu. Součinitel smykového tření mezi překlomeným vozíkem a nakloněnou rovinou je $f = 0,30$.

Tíhové zrychlení je $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Tření v kladce, hmotnost kladky i závěsu a valivý odpor zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.