Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 42. ročníku FO kategorie C

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1. Ocelová koule o hmotnosti m je zavěšena na siloměru a celá je ponořena do kapaliny o hustotě ϱ_1. Siloměr ukazuje hodnotu F_1.

a) Určete, zda je koule plná nebo dutá.

b) Je-li koule dutá, vypočtěte objem dutiny.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $m = 1{,}00$ kg, $\varrho_1 = 1{,}00 \cdot 10^3\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $F_1 = 8{,}04$ N, hustota oceli $\varrho = 7{,}70 \cdot 10^3\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$.

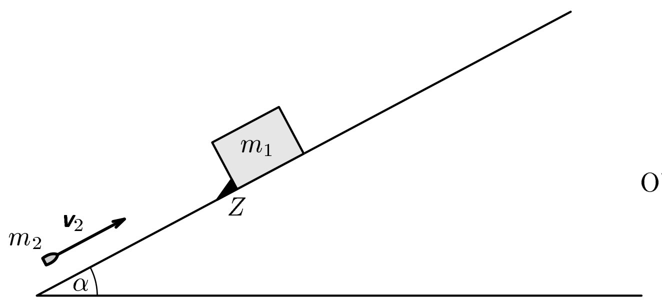
2. Na nakloněné rovině, která svírá s vodorovnou rovinou úhel α, je položen kvádr o hmotnosti m_1 opřený o zarážku Z (obr. 1). Kvádr zasáhne střela o hmotnosti m_2, která letí rychlostí $\boldsymbol{v}_2$ rovnoběžně s nakloněnou rovinou zdola nahoru a uvízne v kvádru. Součinitel smykového tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f.

a) Do jaké výšky nad zarážku kvádr vystoupí a jakou dráhu přitom urazí?

b) Jaká podmínka musí být splněna, aby se kvádr po dosažení maximální výšky pohyboval směrem dolů?

c) Za jakou dobu od počátku pohybu se kvádr vrátí zpátky k zarážce?

Hmotnost kvádru je podstatně větší než hmotnost střely, takže posunutí kvádru po dobu vnikání střely můžeme zanedbat. Součinitele statického a dynamického tření můžeme považovat za stejné.



Obr. 1

3. Z nádoby uniklo za krátkou dobu určité množství plynu s dvouatomovými molekulami. Připojený tlakoměr ukázal pokles tlaku z původní hodnoty p_1 na hodnotu p_2. Tento děj lze považovat za adiabatickou expanzi ideálního plynu. Zbylý plyn v nádobě potom přijímal teplo z okolí, až se jeho teplota ustálila na hodnotě, kterou měl před únikem části plynu.

a) Určete v procentech změnu hustoty plynu.

b) Vypočtěte konečnou hodnotu tlaku p_3 v nádobě.

Řešte obecně, potom pro hodnoty: $p_1 = 150\,\mathrm{kPa}$, $p_2 = 105\,\mathrm{kPa}$, $\varkappa = 1{,}40$.

4. Planetka 433 Eros (1898DQ) patří mezi tělesa planetární soustavy, která se dostávají při svém pohybu do blízkosti Země. Její doba oběhu kolem Slunce je 643,1 d, číselná výstřednost trajektorie je $\varepsilon = 0{,}223$.

a) Určete délky hlavní a vedlejší polosy trajektorie planetky a vzdálenosti planetky od Slunce v periheliu a v afeliu.

b) Určete rychlosti planetky v periheliu a afeliu.

c) Nakreslete ve vhodném měřítku do jediného obrázku trajekterie Země, Marsu a planetky Eros. Trajektorie Země a Marsu berte jako kružnice o poloměrech r_z a r_m přičemž $r_\mathrm{z} = 149{,}6 \cdot 10^6$ km a doby oběhu Země a Marsu kolem Slunce jsou $T_\mathrm{z} = 365{,}26\ \mathrm{d} = 1{,}000\ \mathrm{r}$ a $T_\mathrm{m} = 1{,}881\ \mathrm{r}$.

Poznámka: 12. února 2001 na planetce Eros měkce přistála sonda NEAR Shoemaker. Snímky planety získané sondou vyhodnocuje skupina vědeckých pracovníků, mezi kterými je i americký astronom českého původu Joseph Veverka.