Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 47. ročníku FO kategorie D

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

1. Posunutí vagonu

Na nakloněné rovině se sklonem α se nachází zabrzděný vagon. Má se dostat do vzdálenosti d z původního místa tak, že jej odbrzdíme a v určité vzdálenosti před konečnou polohou brzdy zablokujeme, aby se do zastavení pohyboval smykem. Součinitel smykového tření mezi koly vagonu a kolejemi je f.

a) Určete vzdálenost x před konečnou polohou, kde je nutné brzdy zablokovat.

b) Určete maximální velikost rychlosti v_{max} vagonu během jízdy.

c) Určete velikosti a_1 zrychlení během rozjíždění a velikost a_2 zrychlení během brzdění vagonu.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $d = 120\ \mathrm{m}$, $\alpha = 1{,}8°$, $f = 0{,}090$.

2. Družice Země

Družice na kruhové trajektorii kolem Země vykoná 9 oběhů za den. Zemi považujte za kouli o poloměru $R = 6\,371\ \mathrm{km}$. Hmotnost Země je $M = 5{,}98 \cdot 10^{24}\ \mathrm{kg}$, gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$.

a) Určete velikost v obvodové rychlosti družice a výšku h družice nad zemským povrchem.

b) Družice krátkodobým zažehnutím motorů zmenší velikost své okamžité rychlosti. Rozhodněte, zda se doba oběhu zachová, zmenší nebo zvětší. Své tvrzení zdůvodněte.

c) Uvažujme libovolnou družici obíhající kolem Země. Určete minimální dobu oběhu T_{min} družice, jestliže se z důvodu brzdícího vlivu zemské atmosféry nesmí v žádném okamžiku dostat do výšky menší než $h_0 = 400\ \mathrm{km}$ nad zemským povrchem.

3. Krasobruslaři

Dvojici krasobruslařů tvoří partner o hmotnosti m_1 a partnerka o hmotnosti m_2. Oba stojí na ledě těsně za sebou, partnerka vpředu a partner vzadu. Nyní se partner rukama opře o záda partnerky a stálou silou o velikosti F ji odstrkuje po dobu Δt. Žádný z bruslařů se nebrání změně pohybu, tření zanedbejte.

a) Určete velikost v vzájemné rychlosti bruslařů po odstrčení.

b) Určete práci W vykonanou partnerem.

c) Nyní si partneři vymění role. To znamená, že partnerka stojí za partnerem a působí na záda partnera stejně velkou silou a po stejnou dobu. Jak se změní výsledek úloh a), b)?

d) Nyní opět stojí partner za partnerkou jako v původním zadání, ale je opřen zezadu o mantinel. Jak se změní výsledek úloh a), b)?

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m_1 = 75$ kg, $m_2 = 50$ kg, $F = 120$ N, $\Delta t = 0{,}50$ s.

4. Dva automobily

Dva automobily A, B, které původně stály vedle sebe, se postupně daly do pohybu týmž směrem. Průběh jejich pohybů do času 10 s popisuje graf rychlosti. Automobil A pokračoval v rovnoměrně zrychleném pohybu a automobil B v rovnoměrném pohybu až do času 40 s.

a) Na zrychlených úsecích určete velikosti zrychlení obou automobilů.

b) Určete pořadí automobilů a jejich vzájemnou vzdálenost v čase 30 s.

c) Vypočtěte maximální dráhový náskok automobilu A před automobilem B.

d) Určete všechny časy, kdy došlo k přejetí jednoho automobilu druhým, do času 40 s.