Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 41. ročníku FO kategorie D

1. Automobilista (A), běžec (B) a cyklista (C) se pohybují po přímé silnici v témže směru podle grafů tak, že v čase $t = 0$ jsou všichni vedle sebe. Užitím hodnot odečtených z grafů řešte co nejpřesněji následující úkoly:

a) Určete velikost okamžitého zrychlení každého pohybu v čase $t_1 = 10$ s.

b) Určete jejich pořadí v časech $t_1 = 10$ s a $t_2 = 25$ s.

c) Určete čas t_3, v němž se běžec a automobilista opět octnou vedle sebe.

d) Určete čas t_4, v němž se cyklista zastaví.

e) Určete průměrnou rychlost v_p automobilisty v časovém intervalu $\langle 0\ \mathrm{s}, 20\ \mathrm{s}\rangle$.

f) Určete maximální vzdálenost d mezi automobilistou a běžcem do jejich opětného setkání.

g) Určete čas t_5, v němž je velikost okamžitého zrychlení automobilu $\frac{1}{3}\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

Poznámka: Číselné výsledky budou posuzovány s tolerancí 5 %.

2. Na přímých vodorovných kolejích stojí vagón o hmotnosti m. Ve vzdálenosti s_1 za vagónem stojí lokomotiva o hmotnosti $3m$. Lokomotiva se začne působením stálé síly rozjíždět a v čase t_1 od počátku pohybu narazí do vagónu. Po dokonale pružné srážce oba vozy pokračují v pohybu. Lokomotiva je během celého uvažovaného pohybu poháněna stálou silou.

a) Určete rychlost v_1 lokomotivy bezprostředně před nárazem.

b) Určete rychlost v_1' lokomotivy a v_2' vagónu bezprostředně po nárazu.

c) Určete čas t_2, který uplyne od uvažované srážky do příští srážky.

d) Určete dráhu s_2 mezi první a druhou srážkou.

e) Určete, jakou část své kinetické energie předala lokomotiva vagónu během první srážky.

f) Sestrojte do téhož obrázku grafy závislostí rychlosti vagónu na čase a rychlosti lokomotivy na čase do okamžiku druhé srážky.

3. Ve vrhačském kruhu roztáčí atlet kladivo o hmotnosti $m = 7{,}25$ kg, které po uvolnění vylétne pod elevačním úhlem $\alpha = 45°$. Délka vrhu je $d = 80{,}0$ m. Při roztáčení je těžiště kladiva ve vzdálenosti $r = 1{,}8$ m od osy otáčení. Tíhové zrychlení je $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Výšku kladiva nad zemí v okamžiku uvolnění považujte za nulovou. Odpor vzduchu zanedbejte.

a) Určete dobu t_1 letu kladiva.

b) Určete počáteční rychlost v_0 letu kladiva.

c) Určete maximální výšku h vrhu.

d) Určete velikost F síly, kterou působí kladivo na ruce atleta bezprostředně před jeho uvolněním.

e) Určete periodu poslední otočky za předpokladu, že se při poslední otočce pohybuje těžiště kladiva rovnoměrně po kružnici.

Každou úlohu řešte nejprve obecně, pak pro zadané číselné hodnoty. Při řešení možno využít vztah $\sin 2\alpha = 2 \sin\alpha \cos\alpha$.

4. Umělá družice se dostala na kruhovou oběžnou dráhu o poloměru $r = 10\,000$ km kolem Země. Družice se skládá z vlastní družice o hmotnosti $m_1 = 50$ kg a ochranného štítu o hmotnosti $m_2 = 10$ kg. Štít se odhazuje dopředu ve směru pohybu uvolněním stlačených pružin. Při pozemních zkouškách upevněné družice pružiny udělily štítu rychlost $v_0 = 6{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Hmotnost Země je $M = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$.

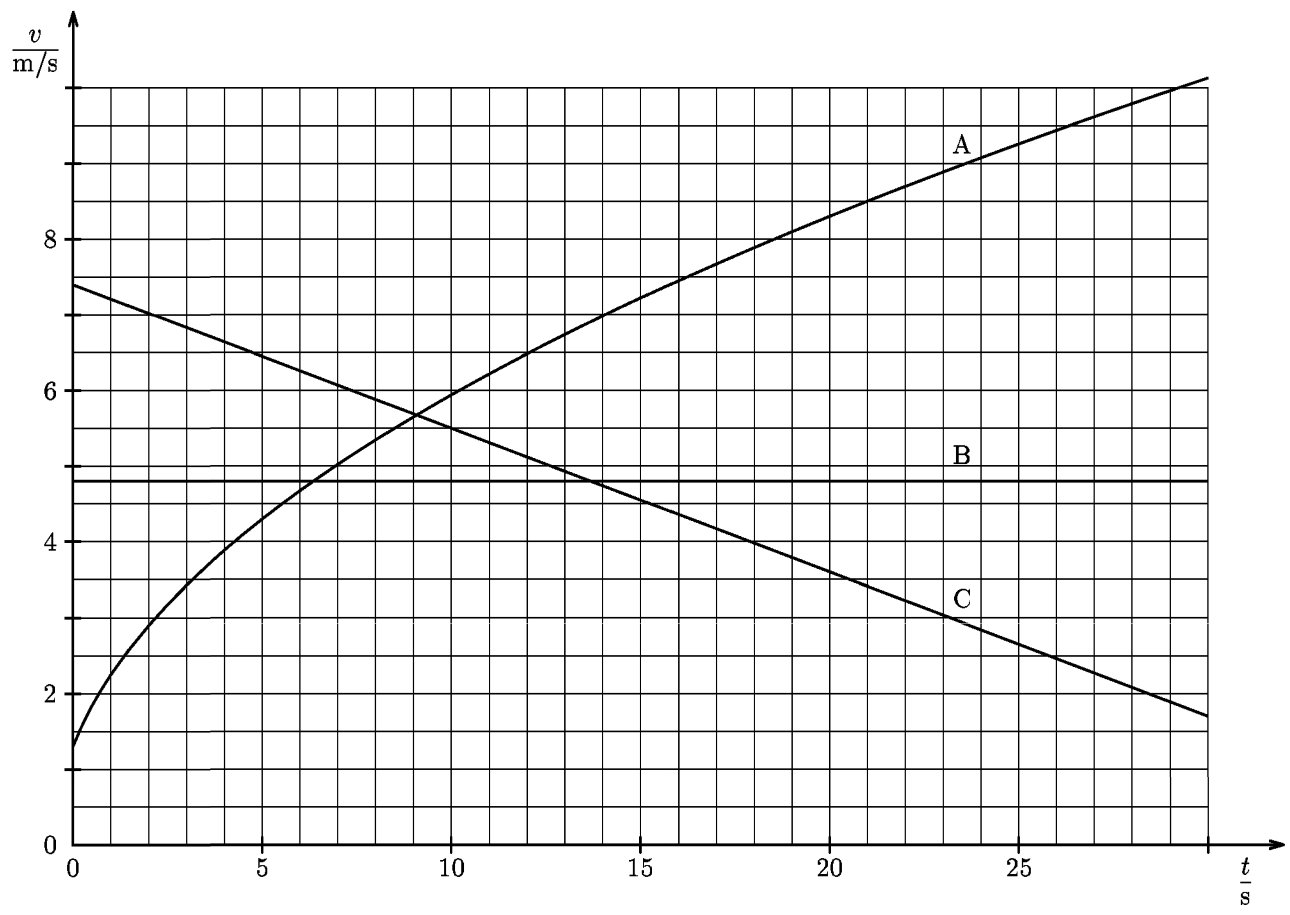
a) Určete dobu T oběhu družice před oddělením.

b) Nakreslete obrázek Země a kruhové trajektorie družice před oddělením pláště. Do téhož obrázku přibližně nakreslete trajektorie jejích částí po oddělení.

c) Která z částí původní družice se do místa oddělení vrátí dříve? Odpověď zdůvodněte.

d) Určete vzájemnou rychlost w družice a štítu bezprostředně po oddělení na oběžné dráze.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.


v / m/s
t / s
0
2
4
6
8
5
10
15
20
25
A
B
C