

16. IV 1994.god.

- 1) Krećući se jednakoubrzano, telo je za prvih $t_1 = 5$ s prešlo put $l_1 = 100$ m, a za prvih $t_2 = 10$ s put $l_2 = 300$ m. Odrediti početnu brzinu tela.
- 2) Rastojanje između dve kapljice koje slobodno padaju bez početne brzine iznosi $\Delta l = 25$ m nakon $t_1 = 2$ s od početka padanja druge kapljice. Koliko je kasnije počela da pada druga kapljica u odnosu na prvu?
- 3) Sanke mase 50 kg spuštaju se niz padinu nagibnog ugla 30° . Sanke polaze iz mirovanja i posle predjenih 22 m postignu brzinu 36 km/h. Izračunati rad sile trenja i naći koeficijent sile trenja.
(Mladi fizičar 45, zadatak 1023)
- 4) Avion se obrušava vertikalno na dole sa visine $h_1 = 1,5$ km do $h_2 = 500$ m. Njegova početna brzina je iznosila $v_1 = 360$ km/h, a na kraju obrušavanja $v_2 = 540$ km/h. Naći silu otpora vazduha, smatrajući je konstantnom. Masa aviona iznosi $m = 2t$, a u toku obrušavanja motor aviona ne radi.
- 5) Na krajevima masivne poluge nalaze se tegovi mase $m_1 = 5,5$ kg i $m_2 = 1$ kg. Poluga je u ravnoteži, ako se oslonac nalazi u rastojanju koje iznosi $1/5$ dužine poluge, računato od kraja sa težim tegom. Kolika je masa poluge? Napadna tačka sile teže poluge nalazi se na polovini poluge.

U svim zadacima uzeti $g = 10 \text{ m/s}^2$. Svi neophodni podaci su dati, i nisu potrebna dodatna objašnjenja. Svaki zadatak nosi 20 poena.

Svim takmičarima želimo uspešan rad!

Zadatke pripremio S.Rakić

Supervizija: mr Bojana Nikić

NAPOMENA: Najnovije i ostale brojeve časopisa za osnovne i srednje škole "Mladi fizičar" možete nabaviti ili naručiti u knjižarama: "Studentski trg" Beograd, Studentski trg 6 (011- 185-295); "MST Gajić" Beograd, Narodnog fronta 31 (011- 642-870)

Материјал за наставнике

1) У току првих 5 s тело пређе пут: $l_1 = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} \Rightarrow 100 = 5 v_0 + \frac{25}{2} \cdot a$ (5)

У току 10 s тело пређе пут: $l_2 = v_0 t_2 + \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow 300 = 10 v_0 + 50 \cdot a$ (5)

Непознате су величине a и v_0 . Ако се убрзање a изрази из првог или другог израза (овде је a изражено из прве једначине):

$$100 = 5 v_0 + \frac{25}{2} a \Rightarrow a = \frac{1}{25} (200 - 10 v_0) = 8 - \frac{2}{5} v_0 \quad (4)$$

и замени у други израз, добија се једначина:

$$300 = 10 v_0 + 50 (8 - \frac{2}{5} v_0) = 10 v_0 + 400 - 20 v_0 \Rightarrow -100 = -10 v_0 \quad (4)$$

чије је решење $v_0 = \frac{100}{10} \text{ m/s} \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s}$ (2)

2) Разлика путева ове две капљице износи: $\Delta l = l_2 - l_1$ (2)

тј: $\Delta l = \frac{g t_2^2}{2} - \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow \frac{g t_2^2}{2} = \Delta l + \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow t_2^2 = \frac{2 \Delta l}{g} + t_1^2$ (10)

где је t_2 време лета прве капљице.

Одавде је време t_2 : $t_2 = \sqrt{\frac{2 \Delta l}{g} + t_1^2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25}{10} + 4} = \sqrt{5+4} = 3 \text{ s}$ (6)

Разлика времена износи: $\Delta t = t_2 - t_1 = 1 \text{ s}$ а то је тражено време! (2)

3) На санке у правцу кретања делују две силе:

Сила трења: $F_{tr} = \mu \cdot N = \mu \cdot m g \sqrt{3}/2$ (5)

Компонента тежине санки: $F = m g/2$ (5)

II Њутнов закон гласи: $\mu a = \frac{m g}{2} - \mu m g \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \frac{2 \mu}{g} = 1 - \mu \sqrt{3} ; \mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$ (4)

Коефицијент трења има вредност: $\mu = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot (1 - \frac{2 \mu}{g}) = \frac{1}{\sqrt{3}} (1 - \frac{v^2}{g l}) = 0,315$ (3)

Радиј силе трења износи: $A_{tr} = F_{tr} \cdot l = \mu m g l \frac{\sqrt{3}}{2} = 3000 \text{ J}$ (3)

Признати и решење добијено приженом закону одржања енергије!

$$A + m g h_1 - \frac{m v^2}{2} = 5500 - 2500 = 3000 \text{ J} \Rightarrow \mu = \frac{A}{m g l \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

4) I Варијанта: Преко закона одржања енергије

Укупна механичка енергија авиона на висини h_1 износи:

$$E_1 = m g h_1 + \frac{m v_1^2}{2} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 10^2 + \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 100^2}{2} = 2 \cdot 10^7 + 10^7 = 3 \cdot 10^7 \text{ J}$$
 (4)

Укупна механичка енергија авиона на висини h_2 износи:

$$E_2 = m g h_2 + \frac{m v_2^2}{2} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 10^2 + \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 150^2}{2} = 10^7 + 2,25 \cdot 10^7 = 3,25 \cdot 10^7 \text{ J}$$
 (4)

Приженом закону одржања енергије добија се:

$$\Delta E = F_{tr} \cdot (h_1 - h_2) = E_1 - E_2 = 7,5 \cdot 10^6 \text{ J}$$
 (8)

а одатле је сила отпора ваздуха (пошто је константна током лета):

$$F_{tr} = \frac{\Delta E}{h_1 - h_2} = \frac{7,5 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^2 - 0,5 \cdot 10^2} = 7,5 \cdot 10^3 \text{ N}$$
 (4)

II Варијанта: Прекло, убрзања

Пређени пут износи: $s\ell = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$ $v_{avr} = \frac{v_1 + v_0}{2}$ (3)

Пошто је сила константна онда је и убрзање такође константно!

Време за које се авион обрнуо износи: $t = \frac{s\ell}{v_{avr}} = \frac{2s\ell}{v_1 + v_0}$ (6)

Комбиновањем ова два израза добија се:

$s\ell - v_0 \cdot \frac{2s\ell}{v_1 + v_0} + \frac{a}{2} \left(\frac{2s\ell}{v_1 + v_0} \right)^2 = s\ell \left(1 - \frac{2v_0}{v_1 + v_0} \right) + 2a \frac{s\ell^2}{(v_1 + v_0)^2} \Rightarrow \frac{v_1 - v_0}{v_1 + v_0} = \frac{2a s\ell}{(v_1 + v_0)^2}$ (6)

Убрзање износи: $a = (v_1 - v_0)(v_1 + v_0) \cdot \frac{2s\ell}{2s\ell^2} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2s\ell} = \frac{125 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^5} = 6,25 \text{ m/s}^2$ (3)

Применом II Њутновог закона добија се: (4)

$ma = mg - F_{tr} \Rightarrow F_{tr} = m(g - a) \quad F_{tr} = 2 \cdot 10^3 (10 - 6,25) = 7500 \text{ N}$

5) Једначина полуге у равнотежи написана за овај случај гласи:

$m_1 g \cdot \frac{\ell}{5} = m_2 g \left(\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{5} \right) + m_2 g \cdot \frac{4\ell}{5} \Rightarrow m_1 \frac{\ell}{5} = m_2 \cdot \frac{3\ell}{10} + m_2 \cdot \frac{4\ell}{5} \Rightarrow \frac{m_1}{5} = \frac{3m_2}{10} + \frac{4m_2}{5}$ (15)

Одавде је непозната маса полуге:

$\frac{3m}{10} = \frac{m_2}{5} - \frac{4m_2}{5} \Rightarrow m = \frac{10}{3} \left(\frac{m_2 - 4m_2}{5} \right) \quad m = \frac{10}{3} \left(\frac{5,5 - 4}{5} \right) = 1 \text{ kg}$ (5)

Прихватити и свако решење добијено на други начин. Уколико ученик погрешно у првом делу (нумерички) признати му 10 поена, а уколико је грешка настала у другом делу 15 поена (Процедура је исправна, а нумерика не). За грешке при самом крају (нпр. последњи рачун) признавати по 18 поена.

