РЕГИОНАЛЕН НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА ЗА УЧЕНИЦИТЕ ОД СРЕДНИТЕ УЧИЛИШТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
25 април 2009

I година

Задача 1. Еден автомобил брка комбе коешто се движи со брзина од 125 km/h. Максималната брзина што може да ја постигне автомобилот е 190 km/h. Тој тргнува од состојба на мирување и се движи со константно забрзување од 8 km/(h·s), сé до постигнување на максималната брзина од 190 km/h, а потоа продолжува да се движи со константна брзина.
а) После колку време автомобилот ќе го стигне комбето, ако тој започнува да го брка комбето во моментот кога тоа поминува покрај него?
б) Колкав пат изминал автомобилот, а колкав комбето?

Решение:

а) Комбето се движи со константна брзина од 125 km/h па равенката на неговото движење е

$$x_c = v_0 t \qquad (1)$$

Автомобилот тргнува од состојба на мирување , се движи рамномерно забрзано се до постигнувањето на максималната брзина и потоа се движи рамномерно праволиниски со постојана брзина. Според тоа, патот што го поминува автомобилот е

$$x_p = x_{p1} + x_{p2},$$

каде

$$x_{p1} = \frac{at_1^2}{2}$$

е делот од патот кој го изминува движејќи се забрзано, а

$$x_{p2} = vt_2$$

делот од патот што го поминува потоа, движејќи се со константна брзина, т.е.

$$x_p = \frac{at_1^2}{2} + vt_2 \qquad (2)$$

Од законот за брзина кај рамномерно забрзано движење имаме

$$v = at_1 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{v}{a} \tag{3}$$

$$t_1 + t_2 = t, \quad t_2 = t - t_1 = t - \frac{v}{a} \tag{4}$$

Со внесување на (3) и (4) во (2) и изедначување на (1) и (2) за времето кога автомобилот ќе го стигне комбето се добива

$$v_0 t = \frac{a\left(\frac{v}{a}\right)^2}{2} + v\left(t - \frac{v}{a}\right) \tag{4}$$

$$t = \frac{v^2}{2a(v - v_0)} = 34{,}7\text{s} \tag{5}$$

б) Комбето и автомобилот од моментот на поминувањето на комбето покрај автомобилот до моментот на пресретнувањето изминале ист пат. Патот може да го пресметаме од формула (1) заменувајќи го добиениот резултат за времето t:

$$x_c = v_0 t = 125\frac{km}{h} \cdot \frac{34{,}7}{3600}\,h = 1{,}2\ km$$

Задача 2. Дете со маса од 40 kg се спушта по лизгалка која е наведена под агол од 30^0 во однос на хоризонталата. Коефициентот на триење помеѓу површината на лизгалката и детето е $\mu = 0{,}2$. Ако детето почнува да се спушта од врвот, којшто е на висина 4 m од земјата, да се определи со која брзина ќе се спушти детето на крајот од лизгалката. Детето започнува да се спушта од состојба на мирување.

Решение:

На детето дејствуваат силата на земјината тежа $\vec{P}$, силата на триење $\vec{F}_{tr}$, и реакционата сила $\vec{F}_r$, па според тоа

$$\vec{P} + \vec{F}_{tr} + \vec{F}_r = m\vec{a} \qquad (1)$$

Ако ја проектираме оваа равенка на x и y оската соодветно, добиваме

$$x: \quad mg\sin\alpha - F_{tr} = ma \qquad (2)$$

$$y: \quad F_r - mg\cos\alpha = 0 \qquad (3)$$

Ако се земе предвид и фактот што $F_{tr} = \mu F_r = \mu mg\cos\alpha$, од равенка (2) за забрзувањето се добива

$$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha). \qquad (4)$$

Од друга страна, патот s којшто го изминува детето при спуштањето, т.е. должината на лизгалката l може да се определи со помош на аголот α, т.е.

$$\sin\alpha = \frac{h}{l}; \qquad l = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{4}{0.5} = 8 \text{ m}$$

Бидејќи детето почнува да се спушта од состојба на мирување, за изминатиот пат $s = l$ имаме

$$s = \frac{at^2}{2} \qquad (5)$$

а за брзината со која се спушта

$$v = at \qquad (6)$$

Ако го изразиме времето од равенката (6) и го замениме во равенка (5), за брзината v добиваме

$$v = \sqrt{2sa} \qquad (7)$$

На крај го заменуваме изразот (4) во (7)

$$v = \sqrt{2sg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} = 7{,}16 \text{ m/s}$$

Задача 3. Тело со маса m е исфрлено вертикално нагоре со почетна брзина $v_0 = 10\,\mathrm{m/s}$. Занемарувајќи го отпорот на воздухот да се одреди на која висина брзината на телото ќе се намали двапати?

Решение:

Од законот за запазување на енергијата имаме

$$\frac{m{v_0}^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}.$$

Од тука, корситејќи го условот дека $v = \frac{v_0}{2}$, се добива

$${v_0}^2 = 2gh + \frac{{v_0}^2}{4}$$

од каде

$$h = \frac{3}{8}\frac{{v_0}^2}{g} = 3{,}82m$$

Задача 4. Со динамометар е измерено дека тежината на едно хомогено тело во воздух е $P_0 = 2{,}8\ \mathrm{N}$, а во вода $P_1 = 1{,}69\ \mathrm{N}$. Занемарувајќи ја потисната сила на воздухот, да се определи густината на телото. Густината на водата е $\rho_0 = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$.

Решение:

Разликата во тежините на телото се јавува како последица на дејството на Архимедовата сила кога тоа е во водата. Ако волуменот на телото го означиме со V толкав ќе биде и волуменот на истиснатата вода. За Архимедовата сила имаме

$$F_A = \rho_0 g V = P_0 - P_1 \tag{1}$$

Тежината на телото во воздух, P_0, пак, е

$$P_0 = mg = \rho V g \tag{2}$$

т.е.

$$V = \frac{P_0}{\rho g} \tag{3}$$

Со внесување на (3) во (1) се добива

$$\rho = \frac{P_0 \rho_0}{P_0 - P_1} = 2522{,}52\ \mathrm{kg/m^3}$$

Задача 5. Периодот на заобиколување на вештачки сателит околу Земјата изнесува 2 часа. Ако орбитата на сателитот се смета за кружница, да се одреди висината над површината на Земјата на којашто се движи сателитот. Радиусот на Земјата приближно изнесува 6400 km.

Решение:

Бидејќи орбитата на сателитот е кружница , гравитационата сила има улога на центрипетална, т.е.

$$\gamma \frac{mM}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{(R+h)} \quad ,$$

кадешто m е масата на сателитот, M масата на Земјата, R радиус на Земјата, v брзина на сателитот на орбитата, h висина на сателитот над површината на Земјата, а γ е гравитационата константа.

Ако искористиме дека $v = \frac{2\pi}{T}(R+h)$ и $\gamma M = gR^2$, од горната равенка имаме

$$gR^2 = \frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)^3$$

т.е.

$$h = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}} - R \approx 1683 \text{ km}$$