

**25. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (28. април 2018)**

**I РАЗРЕД**

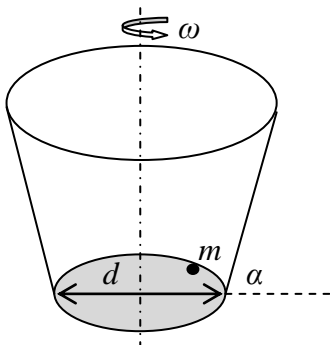
1. Авион одвојивши се од писте, узлијеће по правој линији, која са хоризонталом заклапа угао  $\alpha_0 = 30^\circ$ , почетном брзином  $v_0 = 50\text{ m/s}$  и убрзањем  $a = 3\text{ m/s}^2$ . Из авиона послје времена  $t_1 = 5\text{ s}$  од тренутка одвајања од писте бачено је вертикално наниже тијело брзином  $u_0 = 3\text{ m/s}$  у односу на авион. На ком растојању од мјеста узлијетања авиона ће дато тијело пасти на земљу?  $g = 9,81\text{ m/s}^2$ .

2. Хомогени цилиндар масе  $m$  лежи на подлози у облику жљеба (слика 2), гдје је растојање између бочних страна једнако полупречнику цилиндра  $R$ . Подлога се креће у хоризонталном правцу убрзањем  $a$ . Наћи силе које дјелују на бочне стране жљеба. Трење занемарити.

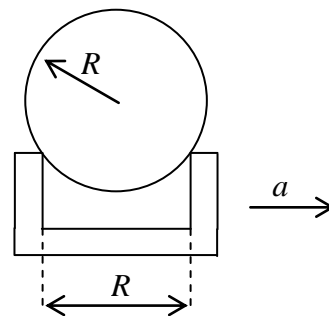
3. Куглица масе  $m$  налази се на дну посуде која има облик зарубљене купе, чија је шира основа окренута нагоре. Стране купе су нагнуте под углом  $\alpha$  према хоризонталу (слика 1). Коэффициент трења између куглице и подлоге је  $\mu$ . Пречник дна посуде је  $d$ . Одредити при којој угаоној брзини обртања посуде долази до искакања куглице из посуде.

4. Електромотор постављен на врх стрме равни нагибног угла  $30^\circ$  према хоризонту, вуче терет од једне тоне ( $m = 1000\text{ kg}$ ) уз раван константном брзином  $v = 2\text{ m/s}$ . Ако је коэффициент трења  $\mu = 1/(2\sqrt{3})$ , колика је вучна сила електромотора.  $g = 9,81\text{ m/s}^2$ .

5. Сателит се креће у екваторијалној равни Земље са запада на исток (у смјеру ротације Земље) по кружној орбити полупречника  $R = 2 \cdot 10^4\text{ km}$ , јавља се над одређеном тачком на Земљи сваких  $t = 11\text{ h}$ . Знајући гравитациону константу  $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ , одредити масу Земље.



слика 1



слика 2

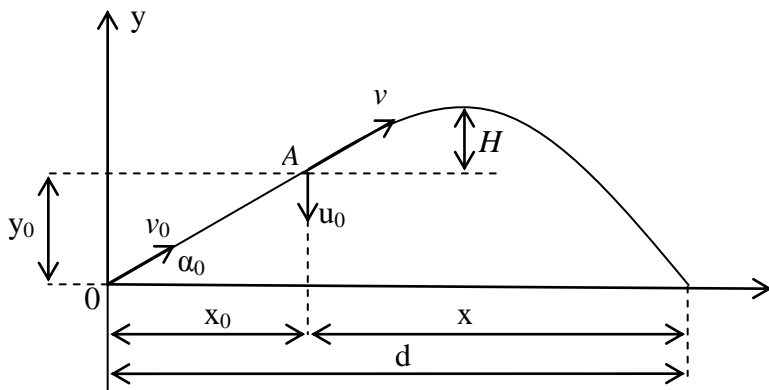
## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА I РАЗРЕД

1. Брзина авиона након времена  $t_1 = 5\text{ s}$  од тренутка одвајања од писте  $v = v_0 + at_1 = 65\text{ m/s}$  а пређени пут у том правцу:  $s = OA$  (слика 3),  $s = v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} = 287,5\text{ m}$ . Брзина тијела у правцу  $x$ -осе у том тренутку је:  $v_x = v \cos \alpha_0 = 56,22\text{ m/s}$  а у правцу  $y$ -осе  $v_y = v \sin \alpha_0 - u_0 = 29,50\text{ m/s}$ . Координате тијела  $x_0$  и  $y_0$ , након  $t_1 = 5\text{ s}$ , су:  $x_0 = s \cdot \cos \alpha_0 = 248,98\text{ m}$  и  $y_0 = s \cdot \sin \alpha_0 = 143,75\text{ m}$ .

У правцу  $y$ -осе тијело се даље креће као хитац навише, а максималну висину достиже након времена  $t_z = \frac{v_y}{g} = 3,01\text{ s}$ . Максимална висина (у односу на  $y_0$ ) је  $H = \frac{v_y^2}{2g} = 44,36\text{ m}$ . Висина

коју је тијело достигло у односу на земљу је  $H + y_0$ , и са те висине тијело слободно пада на земљу за вријеме  $t_p = \sqrt{\frac{2(H + y_0)}{g}} = 6,19\text{ s}$ . Укупно вријеме које тијело провело у ваздуху (од тренутка када је избачено из авиона) прије пада на земљу је  $t_z + t_p = 9,20\text{ s}$ . За то вријеме дуж

$x$ -осе тијело прелази пут (у односу на  $x_0$ )  $x = v_x t = 517,22\text{ m}$  а пређени пут у односу на мјесто узлијетања  $d = x_0 + v_x t = 765,9\text{ m} \approx 766\text{ m}$ .



слика 3

2. Са слике 4 се види да је  $\cos \alpha = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$ , слиједи  $\alpha = 60^\circ$ . Из једначине за II Њутнов

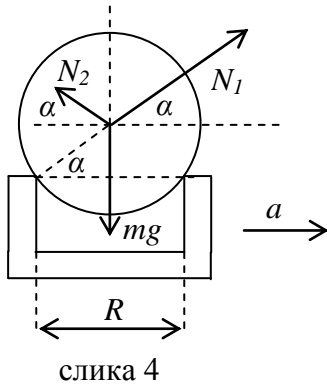
закон у правцу  $x$ -осе и једначине за равнотежу сила дуж  $y$ -осе добијамо:

$$N_1 \cos \alpha - N_2 \cos \alpha = ma \quad (1), \quad N_1 \sin \alpha + N_2 \sin \alpha - mg = 0 \quad (2).$$

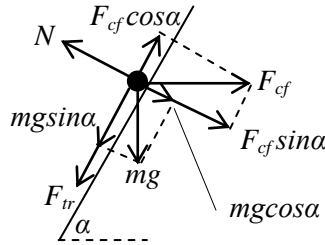
Из једначине (1) слиједи  $N_1 = \frac{ma}{\cos \alpha} + N_2$  (3). Уврштавањем израза (3) у једначину (2)

$$\text{добија се } N_2 = m \left( \frac{g}{\sqrt{3}} - a \right). \text{ Уврштавањем овог израза у (3) } N_1 = m \left( \frac{g}{\sqrt{3}} + a \right).$$

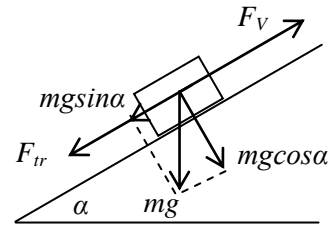
Силе које дјелују на бочне стране жљеба једнаке су силама реакције  $N_1$  и  $N_2$  којим жљеб дјелује на куглу.



слика 4



слика 5



слика 6

3. На слици 5 су приказане силе које дјелују на куглицу: сила теже, центрифугална сила и сила трења. Услов равнотеже у правцу нормалном на подлогу је:

$N = F_{cf} \sin \alpha + mg \cos \alpha$  гдје је  $N$  реакција подлоге. Куглица се почиње кретати навише ако је  $F_{cf} \cos \alpha > F_{tr} + mg \sin \alpha$ . Како је сила трења  $F_{tr} = \mu N = \mu(F_{cf} \sin \alpha + mg \cos \alpha)$ , њено уврштавање у претходну једначину даје  $F_{cf} \cos \alpha > \mu(F_{cf} \sin \alpha + mg \cos \alpha) + mg \sin \alpha$ . Када се куглица налази на дну посуде центрифугална сила је једнака  $F_{cf} = m\omega^2 \frac{d}{2}$ . Рјешавањем

горње неједначине добијамо тражену угаону брзину,  $\omega > \sqrt{\frac{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{d(\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}}$ .

4. Вучна снага електромотора је:  $P = F_V \cdot v$ , гдје је  $F_V$  вучна сила електромотора. Пошто се терет вуче константном брзином резултантна сила која дјелује у правцу кретања на тијело једнака је нули, тј.  $F_V - F_a - F_{tr} = 0$ . Са слике 6 слиједи да је

$F_V = F_a + F_{tr} = Q(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ . Тражена вучна снага је  $P = F_V \cdot v = Q(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)v$ ,  $P = 14,715 \text{ kW}$ .

5. За кружење сателита око Земље центрипетална сила је гравитациона сила:

$$m\omega^2 R = \gamma \frac{mM}{R^2}, \text{ па се одатле може изразити маса Земље } M = \frac{\omega^2 R^3}{\gamma}. (1)$$

Угаона брзина сателита се не може одредити као  $\omega = 2\pi/t$ , јер  $t$  није вријеме обиласка сателита око Земље.  $t$  би било вријеме обиласка када би Земља мировала. Због ротације Земље у истом смјеру у коме се креће и сателит наведена тачка "бјежи" испред сателита и угаона брзина сателита се може одредити из услова:  $\omega t = 2\pi + \omega_z t$ , гдје је  $\omega_z$  угаона

брзина ротације Земље око сопствене осе  $\omega_z = 2\pi/T$ , ( $T = 24h$ ). Према томе  $\omega = \frac{2\pi}{t} + \frac{2\pi}{T}$

(2). Уврштавањем (2) у (1) добијамо  $M = \frac{R^3}{\gamma} \left[ \frac{2\pi}{T} \left( 1 + \frac{T}{t} \right) \right]^2$ , или коначно  $M = 6,4 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .