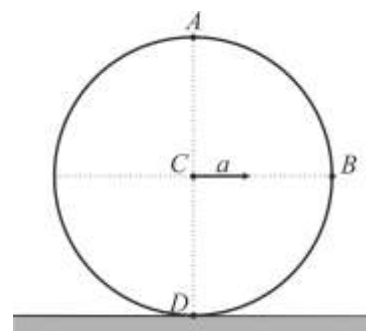


24. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (01.04.2017.)

I РАЗРЕД

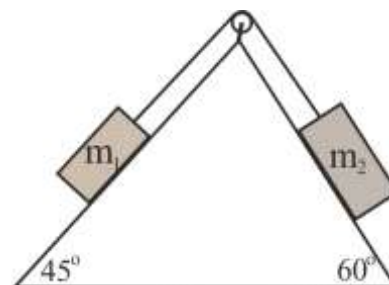
1. Планета Меркур има пречник  $D = 4840$  km, а удаљена је од центра Сунца за  $R = 5,79 \cdot 10^7$  km. Средња густина Меркура је  $\rho = 5590$  kg/m<sup>3</sup>, а период његовог обиласка износи  $T = 5,06 \cdot 10^6$  s. Израчунати колика је сила гравитационог привлачења између Сунца и Меркура? Претпоставити да се Меркур креће око Сунца по кружној путањи.

2. Лопта радијуса  $R = 10$  cm котрља се без клизања по хоризонталној подлози тако да јој се центар, С, креће сталним убрзањем  $a = 2,5$  cm/s<sup>2</sup>. Након  $t = 2$  s од почетка кретања положај лопте одговара овом на слици 1. Наћи: а) брзину тачака А, В, С и D, б) убрзање тачака А и D.



Слика 1

3. Преко катура који се налази на врху двостране стрме равни (Слика 2) пребачен је конач. О један крај конач везано је тијело масе  $m_1 = 200$  g, а о други тијело масе  $m_2 = 300$  g. Коефицијент трења између стрме равни и тијела износи  $\mu = 0.2$ . Одредити убрзање система и силу затезања нити. ( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>)



Слика 2

4. Кабина лифта висине  $h = 2,7$  m почне се подизати са сталним убрзањем  $a = 1,2$  m/s<sup>2</sup>. Послије  $t = 2$  s од почетка кретања са плафона кабине се откачи завртња. Израчунати: а) вријеме слободног падања завртња, б) помјерај завртња у референтном систему везаном за Земљу.
5. Железничка композиција састоји се од 10 идентичних вагона. Композиција се вуче по правој хоризонталној прузи константном хоризонталном силом, која делује на први вагон. Ако са  $T_{2,3}$  означимо силу затезања на спојницама између другог и трећег вагона, а са  $T_{6,7}$  силу затезања између шестог и седмог вагона, одредити однос  $T_{2,3}/T_{6,7}$ . Занемарити све силе трења у систему.

Задатке припремила: др Драгана Маливук Гак, ПМФ Бањалука  
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

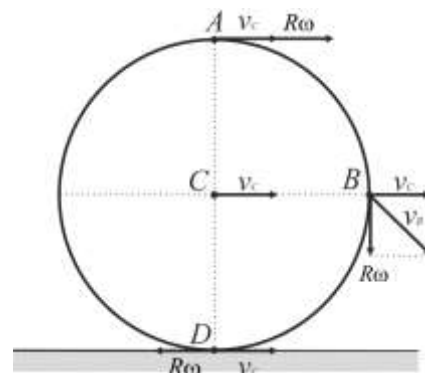
## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА I РАЗРЕД

1.

Из услова задатка да се планета креће по кружној путањи имамо  $F_c = F_g$  (1), при чему је  $F_c = mv^2 / R$  (2), а  $F_g = \gamma Mm / R^2$  (3), гдје је  $m$  маса планете, а  $M$  маса Сунца. Искористићемо везу између линијске брзине, угаоне брзине и периода обиласка планете. Линијска брзина дата је са  $v = \omega R$  а угаона брзина  $\omega = 2\pi / T$ . Замјеном у (2) добијамо:  $F_c = mv^2 / R = m\omega^2 R = 4\pi^2 mR / T^2$ . Из услова задатка (1),  $\gamma Mm / R^2 = 4\pi^2 mR / T^2$ , следи маса Сунца  $M = 4\pi^2 R^3 / (\gamma T^2)$  (4). С друге стране, из формуле за густину  $\rho = m / V$ , можемо добити масу планете као:  $m = \rho V = \pi \rho D^3 / 6$  (5). Замјеном (4) и (5) у израз за гравитациону силу (3), добијемо:  $F_g = 2\pi^3 D^3 R / (3T^2)$ , односно  $F_g = 2,96 \cdot 10^{22} N$ .

2.

а) Брзина центра кугле, тачка  $C$ , у тренутку  $t$  је  $v_C = at = 2,5 \cdot 0,01 m/s^2 \cdot 2s = 0,05 m/s$ . Како нема клизања, брзина тачке  $D$  једнака је брзини подлоге, тј. нули,  $v_D = 0$ , одакле следи  $v_C - R\omega = 0$ , односно  $\omega = v_C / R$ . Свака тачка тачка врши сложено кретање састављено од: тренслаторног кретања брзином  $v_C$  и ротације око центра тачке  $C$  угаоном брзином  $\omega$ . У тачки  $A$ , брзина трансације и линијска брзина имају исти правац и смер, као на слици, па је тренутна брзина те тачке  $v_A = v_C + R\omega = 2v_C = 0,1 m/s$ . У тачки  $B$  брзина трансације и линијска брзина ротације граде прав угао, слика, па је тренутна брзина  $v_B = \sqrt{v_C^2 + R^2 \omega^2} = \sqrt{2} v_C = 0,07 m/s$ . б) С обзиром да у тачки  $D$  нема проклизавања, то је тангенцијално убрзање тачке  $D$  једнако убрзању подлоге, тј. нули. Тачка  $D$  (као и свака тачка на кугли) има нормално убрзање  $a_n = R\omega^2 = v_C^2 / R$  или након замене бројних вредности  $a_n = 0,025 m/s^2$ . Тачка  $A$  има исто толико нормално убрзање, али и тангенцијално  $a_{tA} = a + R\alpha = a + Ra / R = 2a$ . Укупно убрзање тачке  $A$  је:



$$a_A = \sqrt{a_{tA}^2 + a_n^2} = \sqrt{4a^2 + v_C^4 / R^2} = 0,0056 m/s^2.$$

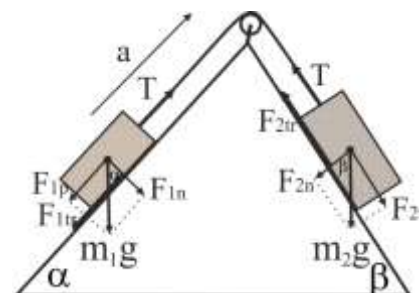
3.

а) Претпоставимо смјер кретања система од тијела 1 према 2 и напишемо једначине кретања за оба тијела. Са слике видимо да је тежина тијела разложена на паралелну и нормалну компоненту. За тијело масе  $m_1$  имамо  $F_{1p} = m_1 g \sin \alpha$  и  $F_{1n} = m_1 g \cos \alpha$ , док је сила трења  $F_{1tr} = \mu m_1 g \cos \alpha$ . Слично имамо и за тијело 2:  $F_{2p} = m_2 g \sin \beta$ ,  $F_{2n} = m_2 g \cos \beta$  а сила трења  $F_{2tr} = \mu m_2 g \cos \beta$ . Једначине кретања су:

$$m_1 a = T - m_1 g \sin \alpha - \mu m_1 g \cos \alpha \quad (1) \quad (\text{и } m_2 a = m_2 g \sin \beta - \mu m_2 g \cos \beta - T \quad (2)).$$

Рјешавањем овог система једначина добијамо за убрзање система:

$$a = m_2 g (\sin \beta - \mu \cos \beta) - m_1 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) / (m_1 + m_2).$$



бројних вриједности ( $\alpha = 45^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ ) за убрзање система се добија:  $a = 1,2m/s^2$  (3). б) Силу затезања нити можемо добити из једначине кретања (2),  $T = m_2 g \sin \beta - \mu m_2 g \cos \beta - m_2 a$ . Замјеном задатих бројних вриједности и убрзања (3), добијамо  $T = 1,94 N$ .

4.

а) Кретање завртња се може најједноставније посматрати из система везаног за под кабине лифта. Висину лифта  $h$  откачени завртањ пређе са убрзањем  $a + g$ . Формула за укупан пређени пут у овом случају имаће облик  $h = (a + g)t^2 / 2$ . Одавде за вријеме кретања добијамо  $t = \sqrt{2h/(a + g)}$ , или  $t = 0,7s$ . б) У тренутку када завртањ изгуби контакт са плафоном кабине, он већ посједује брзину једнаку брзини лифта,  $v_0 = at$ , тј.  $v_0 = 2,4m/s$ . Из референтног система везаног за Земљу за помјерај завртња имамо:  $\Delta y = v_0 t - gt^2 / 2$ , односно  $\Delta y = -0,72m$ .

5.

Једначина кретања цијеле композиције је :

$$10ma = F,$$

док је кретање прва два вагона описано једначином

$$2ma = F - T_{2,3},$$

где су  $F$  - вучна сила,  $m$  - маса једног вагона и  $a$  - убрзање композиције. Из претходне две једначине добија се

$$T_{2,3} = \frac{4}{5}F.$$

Аналогно за кретање првих шест вагона важи

$$6ma = F - T_{6,7}$$

односно

$$T_{6,7} = \frac{2}{5}F,$$

па слиједи да је тражени однос

$$T_{2,3} / T_{6,7} = 2.$$