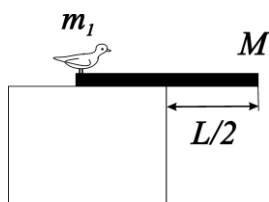


ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ И МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ И СПОРТА

Задаци за савезно такмичење ученика средњих школа из физике - I разред
31. мај 2002.



1. На глатком врху зграде лежи хомогена даска масе M и дужине L тако да је њена десна половина ван зграде. Треће између даске и врха зграде се занемарује. На левом крају даске стоји голуб масе m_1 . Голуб крене према десном крају даске. Када голуб стигне на десни крај даске поред њега слети голуб масе m_2 . Колика сме да буде маса другог голуба да се даска не преврне? Разматрати случајеве $M \leq m_1$ и $M > m_1$. (20 п)

2. На котур полупречника $r = 1 \text{ m}$ навучен је хомоген ланац масе $m = 0.5 \text{ kg}$ и дужине $L = 2r\pi$, који не може да проклизује. Котур ротира константним угаоним убрзањем $\alpha = 0.5 \text{ rad/s}^2$ око осе симетрије. Ако ланац пуца када сила затезања у њему достигне вредност $T_p = 1000 \text{ N}$, израчунати после ког времена од почетка ротације котура ланац пуца. Напомена: Дужина лука над кружним одсечком износи $r\alpha$, где је r полупречник кружнице, а α угао одсечка у радијанима.

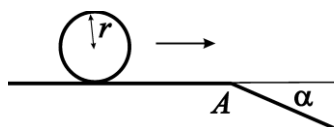
(15 п)

3. Опирући се о препреку дечак баца камен у хоризонталном правцу брзином $v = 5 \text{ m/s}$. Када дечак стоји на леду и баца камен на исти начин, брзина камена у односу на подлогу је $v_1 = 4.9 \text{ m/s}$. Маса дечака је $M = 50 \text{ kg}$, а камена $m = 5 \text{ kg}$. Претпоставити да дечак баца камен са висине $h = 1.5 \text{ m}$. Треће између дечака и леда занемарити.

а) Израчунати енергију ΔE коју дечак преда препреци у првом случају.

б) Израчунати растојање између дечака и камена у тренутку када камен падне на лед.

(15 п)



4. Хомогени прстен полупречника r котрља се без клизања по хоризонталној равни која прелази у стрму раван нагнуту за угао $\alpha = 30^\circ$. Израчунати максималну брзину коју прстен сме да има на хоризонталној равни да се непосредно након преласка на стрму раван не би одвојио од подлоге. Узети да је момент инерције прстена

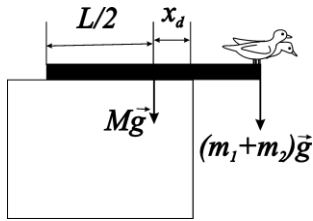
око његове осе симетрије $I = mr^2$, а убрзање Земљине теже је g .

(20 п)

Задатке припремио: Душко Борка

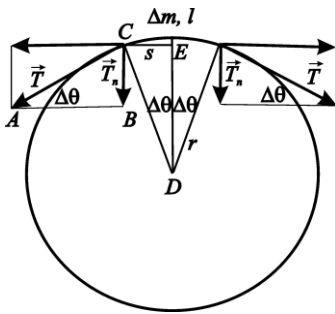
Рецензент: др Мићо Митровић

Председник комисије: др Мићо Митровић



1. ЦМ система голуб-даска се неће померати када се голуб креће по дасци. Када се голуб помери за x_g удесно, даска се помери за x_d улево, тако да је $Mx_d = m_1x_g$ (3 п). Када голуб стигне на десни крај даске тада је $x_g + x_d = L$ (2 п), $\Rightarrow x_g = ML/(M + m_1)$ (1 п) и $x_d = m_1L/(M + m_1)$ (1 п). Ако је $M \leq m_1$ онда је $x_d \geq m_1L/(m_1 + m_1) = L/2$ (1 п),

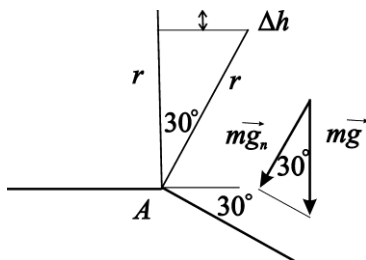
што значи да ће даска целом својом дужином лежати на врху зграде, па маса другог голуба може бити произвољна (5 п). Ако је $M > m_1$ услов равнотеже је $Mgx_d \geq (m_1 + m_2)g(L/2 - x_d)$ (5 п), а заменом x_d добијамо да је $m_2 \leq m_1(M + m_1)/(M - m_1)$ (2 п).



2. Делић ланца масе Δm радијално се убрзава под дејством радијалних компонената силе затезања. За мали угао $\Delta\theta$ важи $s \approx l/2 = r\Delta\theta$, где је l дужина лука малог делића Δm . Из сличности троуглова ABC и CDE је $T_n/T = s/r$, па је $2T_n = 2T\Delta\theta = \Delta m\omega^2 r$ (5 п) Маса ланца је хомогено распоређена тако да важи $\Delta m/m = 2\Delta\theta/2\pi$ (3 п), $\Rightarrow T = m\omega^2 r/2\pi$ (2 п). Ланац пуца када је $T = T_p$, тј. $\omega = \omega_p = t_p\alpha$ (1 п), па је $t_p = \sqrt{2T_p\pi/mr}/\alpha = 224.1$ s (4 п).

3.а) Дечак у оба слушаја на исти начин баца камен, значи изврши исти рад. За прво бацање је $A = mv^2/2 + \Delta E$ (2 п), а за друго $A = mv_1^2/2 + Mv_2^2/2$ (2 п), где је v_2 брзина дечака после бацања камена. Закон одржања импулса у другом случају гласи $mv_1 - Mv_2 = 0$ (2 п). $\Rightarrow \Delta E = m[v_1^2(1 + m/M) - v^2]/2 = 3.5$ J (2 п).

б) Камен ће пасти након времена $t = \sqrt{2h/g}$ (2 п), на растојање од дечака $s = s_1 + s_2 = v_1t + v_2t = v_1\sqrt{2h/g}(1 + m/M) = 2.98$ m (5 п).



4. Непосредно пре преласка на стрму раван кинетичка енергија прстена је $E_0 = mv_0^2/2 + I\omega_0^2/2$ (1 п), а како нема проклизавања $\omega_0 = v_0/r$ (1 п), следи да је $E_0 = mv_0^2$ (3 п), а након преласка на стрму раван је $E = mv^2$ (1 п). Непосредно након преласка прстена на стрму раван потенцијална енергија прстена је мања за $mg\Delta h = mgr(1 - \sqrt{3}/2)$ (4 п), Из закона одржања енергије следи $E_0 + mg\Delta h = E$ (1 п). На

основу наведених релација следи $v^2 = v_0^2 + gr(1 - \sqrt{3}/2)$ (1 п). Непосредно након преласка прстена на стрму раван важи $ma_n = mg\sqrt{3}/2 - N$ (5 п), где су a_n и N нормално убрзање прстена и реакција подлоге. Да не би дошло до одвајања прстена од подлоге након преласка на стрму раван мора да важи $N > 0$ (1 п). На основу наведених релација добија се $v_{0\max} < \sqrt{rg(\sqrt{3} - 1)}$ (2 п).