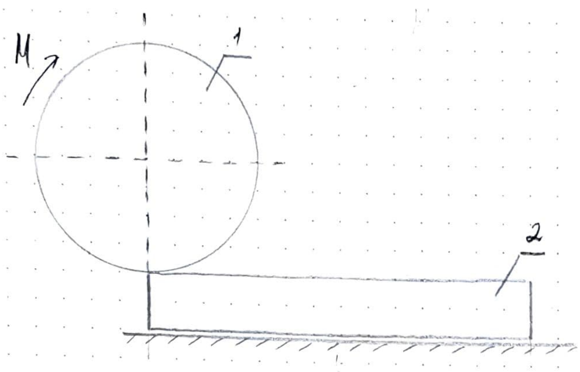
8.57. Хомогени диск 1 полупречника R и масе 2m може да се котрља без клизања по телу 2 масе m и дужине b, при чему тело 2 клизи без трења по хоризонталној равни. На диск делује спрег сила чији је момент константног интензитета M. Одредити за колико ће се померити тело 2 и колика ће му бити брзина када диск 1 дође до краја тела 2. У почетном тренутку систем је мировао.



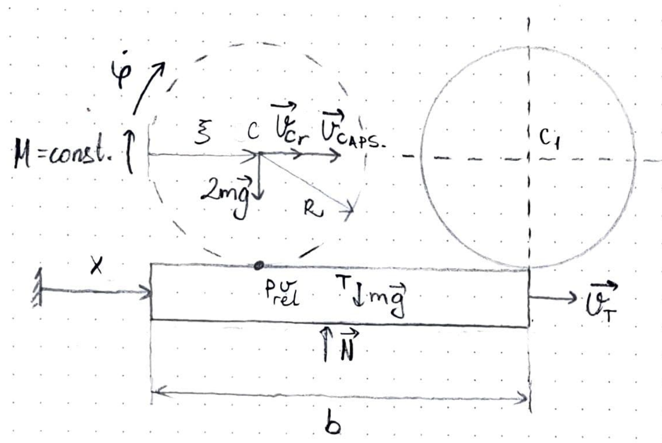
! СИСТЕМ ИМА 2 СТЕПЕНА СЛОБОДЕ

* КРЕТАЊЕ ПЛАТФОРМЕ ЈЕ ПОЗНАТО АКО ЈЕ ПОЗНАТ ЗАКОН $x = x(t)$

* ДИСК ВРШИ РАВНО КРЕТАЊЕ КОЈЕ ЈЕ СЛОЖЕНО ОД ПРЕНОСНОГ КРЕТАЊА ПЛАТФОРМЕ И РЕЛАТИВНОГ КОТРЉАЊА БЕЗ КЛИЗАЊА ДИСКА ПО ПЛАТФОРМИ

$\Downarrow$

ПРЕНОСНО И РЕЛАТИВНО КРЕТАЊЕ ДИСКА У НЕЗАВИСНА КРЕТАЊА ПА СЕ КИНЕМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕЛАТИВНОГ КРЕТАЊА МОГУ ОДРЕДИТИ ТАКО ШТО СЕ ПЛАТФОРМА ПРИВРЕМЕНО ЗАУСТАВИ



* РЕЛАТИВНО КРЕТАЊЕ ЈЕ ПОЗНАТО АКО ЈЕ ПОЗНАТО $\xi = \xi(t)$ ИЛИ $\varphi = \varphi(t)$ ЗБОГ ВЕЗЕ $\xi(t) = \overline{CP^v_{rel}}\,\varphi(t) = R\varphi(t)$ ГДЕ ЈЕ $\overline{CP^v_{rel}}$ РАСТОЈАЊЕ ЦЕНТРА ДИСКА ОД ТРЕНУТНОГ ПОЛА БРЗИНА ПРИ РЕЛАТИВНОМ КОТРЉАЊУ ПО ПЛАТФОРМИ

* УГАО $\varphi = \varphi(t)$ ЈЕ ИСТОВРЕМЕНО И АПСОЛУТНИ УГАО РОТАЦИЈЕ ДИСКА ОКО ПОКРЕТНЕ ОСЕ Cz ЈЕР ЈЕ ПРЕНОСНО КРЕТАЊЕ ТРАНСЛАЦИЈА

$$(1)\quad E_{k_1} - E_{k_0} = A_{0-1}(\vec{M}) + \underbrace{A_{0-1}(2m\vec{g})^{\,0} + A_{0-1}(m\vec{g})^{\,0} + A_{0-1}(\vec{N})^{\,0}}_{\text{СИЛЕ СУ }\perp\text{ НА ПРАВАЦ ПОМЕРАЊА СВОЈЕ НАПАДНЕ ТАЧКЕ}}$$

* ПОШТО ИМА 2 СТЕПЕНА СЛОБОДЕ КОРИСТИЋЕМО 2 ТЕОРЕМЕ:
  - О ПРОМЕНИ E_k
  - О КРЕТАЊУ ЦЕНТРА МАСЕ

$$(2)\quad E_k = E_k^C + E_k^T$$

$$(3)\quad E_k^T = \frac{1}{2} m v_T^2 = \frac{1}{2} m \dot{x}^2$$

$$E_k^C = \frac{1}{2}\, 2m \cdot v_{C_{APS}}^2 + \frac{1}{2} J_{Cz}\dot{\varphi}^2 \quad , \quad J_{Cz} = \frac{1}{2} 2mR^2 = mR^2$$

$$\vec{v}_{C_{APS}} = \vec{v}_{Cp} + \vec{v}_{Cr} \quad , \quad \vec{v}_{Cp} = \vec{v}_T \ , \ v_{Cp} = v_T = \dot{x} \ , \ v_{Cr} = \dot{\xi} \ , \ v_{C_{APS}} = \dot{x}_C$$

$$\vec{v}_{C_{APS}} = \vec{v}_T + \vec{v}_{Cr} \Rightarrow \vec{v}_T \text{ и } \vec{v}_{Cr} \text{ су колинеарни вектори } \measuredangle(\vec{v}_T, \vec{v}_{Cr}) = 0^\circ$$

$$(4)\quad v_{C_{APS}} = v_T + v_{Cr} = \dot{x} + \dot{\xi}$$

$$E_k^C = m(\dot{x} + \dot{\xi})^2 + \frac{1}{2} mR^2\dot{\varphi}^2 \qquad v_{Cr} = \overline{CP^v_{rel}}\,\dot{\varphi} = R\dot{\varphi} \Rightarrow \dot{\varphi} = \frac{v_{Cr}}{R} = \frac{\dot{\xi}}{R}$$

$P^v_{rel} \Rightarrow$ РЕЛАТИВНА БРЗИНА ТЕ ТАЧКЕ ЈЕ $=0$!

$$(5)\quad E_k^C = m(\dot{x} + \dot{\xi})^2 + \frac{1}{2} m\dot{\xi}^2$$

$$(3),(5) \rightarrow (2) \Rightarrow \quad E_k = \frac{1}{2} m\dot{x}^2 + m(\dot{x} + \dot{\xi})^2 + \frac{1}{2} m\dot{\xi}^2$$

$$(6)\quad E_{k_0} = 0$$

$$(7)\quad E_{k_1} = \frac{1}{2} m\dot{x}_1^2 + m(\dot{x}_1 + \dot{\xi}_1)^2 + \frac{1}{2} m\dot{\xi}_1^2 \quad , \quad \dot{x}_1 = \dot{x}(t_1) \ , \ \dot{\xi}_1 = \dot{\xi}(t_1)$$

$$\delta A(\vec{M}) = \vec{M}\cdot\vec{\omega}\,dt = +M\,d\varphi$$

$$A_{0-1}(\vec{M}) = M\int_0^{\varphi_1} d\varphi = M\varphi_1$$

$\xi_1 = b = R\varphi_1 \Rightarrow$ ПРЕЂЕНИ ПУТ ОД ПОЧЕТКА ДО КРАЈА ТЕЛА 2 ЈЕ КРУЖНИ ЛУК ЗА КОЈИ СЕ ОБРНЕ ДИСК 1

$$(8) \quad A_{0-1}(\vec{M}) = \frac{Mb}{R}$$

$$(6),(7),(8) \rightarrow (1) \Rightarrow \quad \frac{1}{2}m\dot{x}_1^2 + m(\dot{x}_1 + \dot{\xi}_1)^2 + \frac{1}{2}m\dot{\xi}_1^2 = \frac{Mb}{R} \quad (9)$$

Користимо теорему о кретању центра масе система и пројектујемо у правцу x-осе јер су спољашње силе ⊥ на тај правац.

$$2m\cdot\underbrace{\vec{a}_c}_{\text{АПСОЛУТНО УБРЗАЊЕ!}} + m\vec{a}_T = 2m\vec{g} + m\vec{g} + \vec{N} \;/\cdot\vec{i}$$

* ВЕКТОРСКИ ЗБИР СИЛА КОЈЕ ЧИНЕ СПРЕГ ЈЕ $=0$ $(\vec{F}' = -\vec{F}')$

$$2m\ddot{x}_c + m\ddot{x} = 0 \quad /\int$$

$$2m\dot{x}_c + m\dot{x} = const. = 2m\dot{x}_c(0) + m\dot{x}(0) = 0$$

$$(10) \quad 2m\dot{x}_c + m\dot{x} = 0 \quad /:m \qquad \dot{x}_c = v_{C_{APS}} = \dot{x} + \dot{\xi}$$

$$(11) \quad \dot{x}_c = -\frac{1}{2}\dot{x}$$

$$(4) \Rightarrow v_{C_{APS}} = \dot{x} + \dot{\xi}$$

$$\dot{\xi} = -\frac{3}{2}\dot{x} \Rightarrow \dot{\xi}_1 = -\frac{3}{2}\dot{x}_1 \quad (12)$$

$$(12) \rightarrow (9) \Rightarrow \frac{1}{2}m\dot{x}_1^2 + m\left(\dot{x}_1 - \frac{3}{2}\dot{x}_1\right)^2 + \frac{1}{2}m\left(-\frac{3}{2}\dot{x}_1\right)^2 = \frac{Mb}{R}$$

$$\frac{15}{8}m\dot{x}_1^2 = \frac{Mb}{R}$$

$$\dot{x}_1^2 = \frac{8}{15}\frac{Mb}{Rm}$$

$\Rightarrow$ БРЗИНА ТЕЛА У ТРЕНУТКУ КАДА ДИСК ДОСПЕ НА ДРУГИ КРАЈ

$x_1 \Rightarrow$ ПОМЕРАЊЕ ПЛАТФОРМЕ ...?

$$(10) \Rightarrow 2m\dot{x}_c + m\dot{x} = 0 \quad /:m \quad /\int$$

$$2x_c + x = const. = 2\underbrace{x_c(0)}_{0} + 2\underbrace{x(0)}_{0}$$

$$2x_c + x = 0, \qquad x_c = x_{CAPS} = x + \xi$$

$$2x + 2\xi + x = 0 \Rightarrow x = -\frac{2}{3}\xi$$

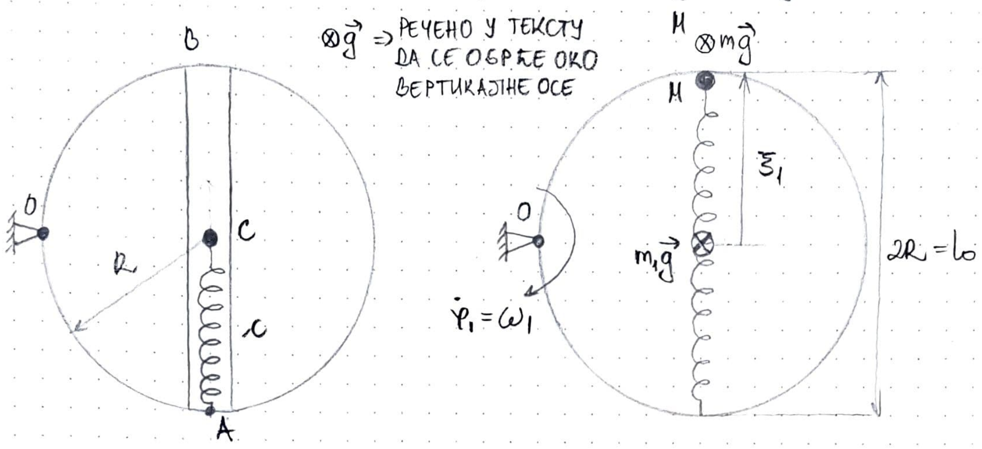
Тачка C пређе целу дужину тела 2 $\Rightarrow \xi_1 = b$

$$x_1 = -\frac{2}{3}\xi_1$$

$$x_1 = -\frac{2}{3}b$$

ТЕЛО 2 СЕ КРЕЋЕ УЛЕВО

8.63. Хомогени диск полупречника R и масе m_1 може да се обрће око вертикалне осе која пролази кроз тачку O, а управна је на раван диска. По полупречнику AB диска може да се креће куглица масе m везана за опругу крутости c. Други крај опруге везан је за тачку A диска. Дужина опруге у ненапрегнутом стању је $l_0 = 2R$. Почетни положај, када је систем био у миру, приказан је сликом. Одредити угаону брзину диска када куглица стигне у положај B.



* СИСТЕМ ИМА ДВА СТЕПЕНА СЛОБОДЕ

* КРЕТАЊЕ ЈЕ ПОЗНАТО АКО СУ ПОЗНАТИ ЗАКОН ОБРТАЊА ДИСКА $\varphi = \varphi(t)$ И ЗАКОН РЕЛАТИВНОГ КРЕТАЊА ТАЧКЕ $\xi = \xi(t)$

* ЗБОГ 2 СТЕПЕНА СЛОБ. КОРИСТИМО ТЕОРЕМЕ:
- О ПРОМЕНИ E_k
- О ПРОМЕНИ МОМЕНТА $\mathcal{L}_{Oz}$

$$\left.\begin{matrix} l_p = R \\ l_0 = 2R \end{matrix}\right\} \Delta l_p = -R$$

У ПОЧ. ТР. ОПРУГА ЈЕ ПРИТИСНУТА

$$\left.\begin{matrix} l_k = 2R \\ l_0 = 2R \end{matrix}\right\} \Delta l_k = 0$$

У КРАЈЊЕМ ТРЕНУТКУ ОПРУГА ЈЕ НЕНАПРЕГНУТА

$$(1)\quad E_{k_1} - E_{k_0} = \underbrace{\cancel{A_{0-1}(\vec{R}_O)}}_{\text{ТАЧКА О СЕ НЕ ПОМЕРА}} + \underbrace{\cancel{A_{0-1}(m\vec{g})} + \cancel{A_{0-1}(m_1\vec{g})}}_{\text{ТЕЖИНЕ СУ } \perp \text{ НА ПРАВАЦ КРЕТАЊА}} + A_{0-1}(\vec{F}_c, \vec{F}_c')$$

РАД СИСТЕМА УНУТРАШЊИХ СИЛА У ОПРУЗИ ($\vec{F}_c$ ЈЕ СИЛА КОЈОМ ОПРУГА ДЕЛУЈЕ НА ТАЧКУ, А $\vec{F}_c' = -\vec{F}_c$ НА ДИСК)

$$(2)\quad E_k = E_k^D + E_k^M$$

$$E_k^M = \frac{1}{2} m v_{M_{aps}}^2, \qquad \vec{v}_{M_{aps}} = \vec{v}_{M_p} + \vec{v}_{M_r}$$

$$\vec{v}_{M_{aps_1}} = \vec{v}_{M_{p1}} + \vec{v}_{M_{r1}} \quad / \cdot \vec{\lambda} \,/\, \vec{\mu}$$

$$\xi: \quad v_{M_{aps_1\xi}} = -v_{M_{p1}} \frac{\sqrt{2}}{2} + v_{M_{r1}}$$

$$\eta: \quad v_{M_{aps_1\eta}} = v_{M_{p1}} \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_{M_{aps_1}}^2 = v_{M_{aps_1\xi}}^2 + v_{M_{aps_1\eta}}^2$$

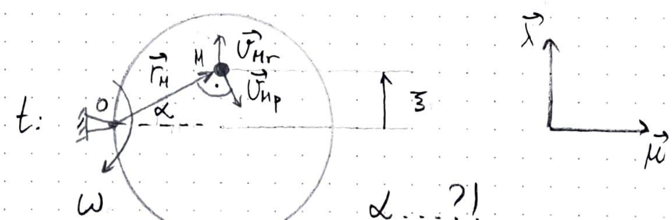
$$v_{M_{aps_1}}^2 = \left(\cancel{\sqrt{2}} R\omega_1 \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{2}}\right)^2 + \left(v_{M_{r1}} - \cancel{\sqrt{2}} R\omega_1 \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{2}}\right)^2$$

$$v_{M_{aps_1}}^2 = R^2\omega_1^2 + (v_{M_{r1}} - R\omega_1)^2$$

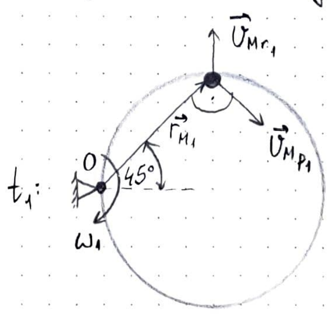
$$E_{k_1}^M = \frac{1}{2} m v_{M_{aps_1}}^2$$

$$(3)\quad E_{k_1}^M = \frac{1}{2} m \left[R^2\omega_1^2 + (\dot{\xi}_1 - R\omega_1)^2\right]$$

$$(4)\quad E_{k_0}^M = 0 \quad \text{(МИРОВАЊЕ)}$$



Можемо одмах прећи у тренутак t_1 јер нам се само тај тренутак тражи!



$\alpha = 45°$ у t_1 !

$$v_{M_{p1}} = r_{M_1}\omega_1$$

$$v_{M_{p1}} = R\sqrt{2} \cdot \omega_1$$

$$v_{M_{r1}} = \dot{\xi}_1$$

* ДИСК НЕ МОРАМО ДА ОКРЕЋЕМО НА СЛИЦИ ЈЕР ТИМЕ НЕ ДОБИЈАМО НИШТА

* $\vec{r}_{M_1}$ ⇒ НОРМАЛНО РАСТОЈАЊЕ ОД ТАЧКЕ ДО ОСЕ, $r_{M_1} = h_{z_1}$

$(5),(6),(7) \rightarrow (1) \Rightarrow \quad \frac{1}{2}ma^2\omega_1^2 - ma^2\omega_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mga \quad (8)$

$\omega_1 \ldots ?$

Користимо теорему о промени момента количине кретања!

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \sum \vec{M}_O \quad / \cdot \vec{k}$$

$$+ \circlearrowleft \odot_{Oz} \quad \frac{dL_{Oz}}{dt} = \sum M_{Oz}$$

ЗА НЕПОКРЕТНУ ОСУ Oz ЈЕР ЈЕ ТО ОСА РОТАЦИЈЕ А ТРАЖИМО УГАОНУ БРЗИНУ РОТАЦИЈЕ

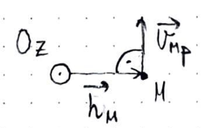
$\sum M_{Oz} = 0 \Rightarrow$ СПОЉАШЊЕ СИЛЕ НЕ ПРАВЕ МОМЕНТ ЗА ОСУ Oz

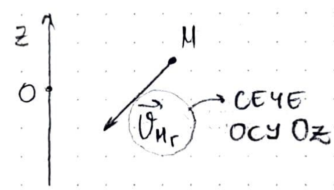
$$\frac{dL_{Oz}}{dt} = 0 \Rightarrow L_{Oz} = \text{const.} = L_{Oz}(0) \quad (9)$$

$$(10) \quad L_{Oz} = L_{Oz}^{P} + L_{Oz}^{M}$$

$$\vec{L}_O^{M} = \vec{h}_M \times m\vec{v}_{M_{abs}} = \vec{h}_M \times m(\vec{v}_{Mp} + \vec{v}_{Mr}) = \underbrace{\vec{h}_M \times m\vec{v}_{Mp}}_{\text{ИМА ПРОЈЕКЦИЈУ САМО НА } Oz} + \underbrace{\vec{h}_M \times m\vec{v}_{Mr}}_{\text{КОЛИЧИНА КРЕТАЊА } m\vec{v}_{Mr} \text{ НЕ ПРАВИ МОМЕНТ ЗА ОСУ } Oz \text{ И ЗАТО ЈЕ НЕ РАЗМАТРАМО ОВАЈ ЧЛАН}}$$

* $\vec{h}_M \Rightarrow$ ВЕКТОР НОРМАЛНОГ РАСТОЈАЊА ОД ОСЕ Oz У ТАЧКИ M





$$L_{Oz}^{M} = h_M \cdot m v_{Mp} \cdot \underbrace{\sin 90^\circ}_{1}$$

$$h_M = (a\sqrt{2} - \xi)\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_{Mp} = h_M \omega$$

$$L_{Oz}^{M} = (a\sqrt{2} - \xi)\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot m(a\sqrt{2} - \xi)\frac{\sqrt{2}}{2}\omega$$

$$(11) \quad L_{Oz}^{M} = \frac{1}{2}m(a\sqrt{2} - \xi)^2\omega$$

$$(12) \quad L_{Oz}^{P} = J_{Oz}\omega = ma^2\omega$$

$$(11),(12) \rightarrow (10) \Rightarrow L_{Oz} = ma^2\omega + \frac{1}{2}m(a\sqrt{2} - \xi)^2\omega$$

$$L_{Oz}(0) = ma^2\omega_0 + \frac{1}{2}m(a\sqrt{2} - 0)^2\omega_0 = 2ma^2\omega_0 \quad (13)$$

$$L_{Oz_1} = ma^2\omega_1 + \frac{1}{2}m\underbrace{\cancel{(a\sqrt{2} - a\sqrt{2})}}_{=0}{}^2\omega_1 = ma^2\omega_1 \quad (14)$$

$$(13),(14) \rightarrow (9) \Rightarrow \quad ma^2\omega_1 = 2ma^2\omega_0 \quad /: ma^2$$

$$\omega_1 = 2\omega_0 \quad (15)$$

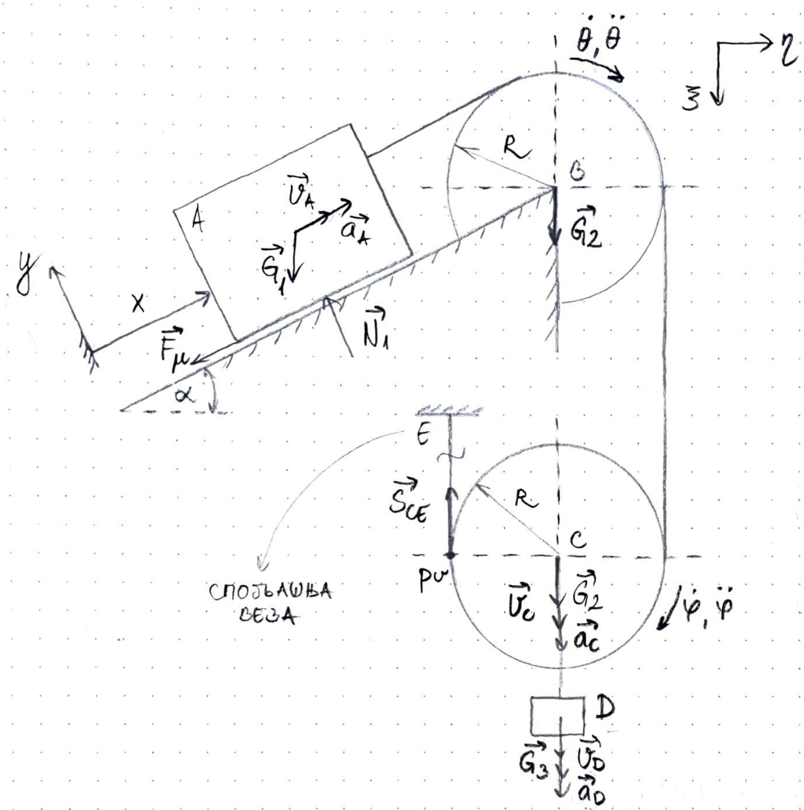
$$(15) \rightarrow (8) \Rightarrow \quad \frac{1}{2}ma^2 \cdot 4\omega_0^2 - ma^2\omega_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mga \quad /: m$$

$$v_0^2 = 2\underbrace{(a^2\omega_0^2 - ga)}_{\geq 0}$$

≥ 0 , ИНАЧЕ БИ v_0 БИЛА КОМПЛЕКСАН БРОЈ

$$\omega_0^2 \geq \frac{g}{a}$$

10.55. Терет A тежине G_1, који се налази на стрмој равни нагиба α и коефицијента трења μ, привезан је за уже пребачено преко котура (диска B) и обмотано око котура (диска) C. Други крај ужета везан је за непомичну тачку E. Диск B и котур C су истих тежина G_2 и полупречника R, а терет D који виси о осовини котура C је тежине G_3. Одредити убрзање терета D и силу у ужету на делу AB, ако се терет A креће уз стрму раван.



S...?

ЗБОГ СПОЉАШЊИХ ВЕЗА:

ТЕЛО A ⇒ ТРАНСЛАЦИЈА (1)
ДИСК B ⇒ РОТАЦИЈА (1)
ДИСК C ⇒ РАВНО (η_C = const.) (1)
ТЕРЕТ D ⇒ ТРАНСЛАЦИЈА (1)
} 4

ЗБОГ УНУТРАШЊИХ ВЕЗА:

ТЕЛО A - ДИСК B (УЖЕ) ⇒ −1
ДИСК B - ДИСК C (УЖЕ) ⇒ −1
ДИСК C - ТЕРЕТ D (УЖЕ) ⇒ −1
} −3

$S = 4 - 3 = 1$

СИСТЕМ ИМА 1 СТЕПЕН СЛОБОДЕ!

КРЕТАЊЕ СЕ МОЖЕ ОДРЕДИТИ УЗ ПОМОЋ ЈЕДНЕ КООРДИНАТЕ (НПР. X)

$$(1)\quad \frac{dE_k}{dt} = \frac{\delta A(\vec G_1)}{dt} + \frac{\delta A(\vec F_\mu)}{dt} + \cancel{\frac{\delta A(\vec N_1)}{dt}}^{0} + \cancel{\frac{\delta A^B(\vec G_2)}{dt}}^{0} + \frac{\delta A^C(\vec G_2)}{dt} + \frac{\delta A(\vec G_3)}{dt} + \cancel{\frac{\delta A^B(\vec R_B)}{dt}}^{0} + \cancel{\frac{\delta A(\vec S_{CE})}{dt}}^{0}$$

→ ЦЕНТАР МАСЕ B СЕ НЕ ПОМЕРА

* РАДОВИ ПАРОВА УНУТРАШЊИХ СИЛА У УЖАДИМА ($\vec S_{AB}, \vec S_{AB}', \vec S_{BC}, \vec S_{BC}', \vec S_{CD}, \vec S_{CD}'$) ЈЕДНАКИ НУЛИ ЈЕР СУ ВЕЗЕ ИДЕАЛНЕ

→ $\vec N_1 \perp$ НА ПРАВАЦ ПОМЕРАЊА СВОЈЕ НАПАДНЕ ТАЧКЕ

ЈЕР ЈЕ $\vec v_{P_v} = 0$

$$(2)\quad E_k = E_k^A + E_k^B + E_k^C + E_k^D$$

* УВОДИМ $m_1 = \frac{G_1}{g}$, $m_2 = \frac{G_2}{g}$, $m_3 = \frac{G_3}{g}$

ТРАНС. $E_k^A = \frac{1}{2} m_1 v_A^2$ (3)

РОТ. $E_k^B = \frac{1}{2} J_{Bz}\dot\theta^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2} m_2 R^2 \dot\theta^2 = \frac{1}{4} m_2 R^2 \dot\theta^2$ (4)

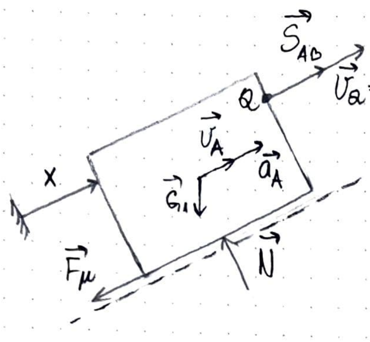
РАВНО $E_k^C = \frac{1}{2} m_2 v_C^2 + \frac{1}{2} J_{Cz}\dot\varphi^2 = \frac{1}{2} m_2 v_C^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2} m_2 R^2 \dot\varphi^2 = \frac{1}{2} m_2 v_C^2 + \frac{1}{4} m_2 R^2 \dot\varphi^2$ (5)

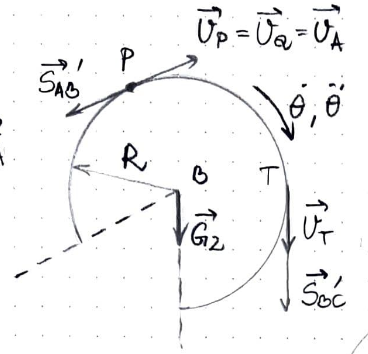
ТРАНС. $E_k^D = \frac{1}{2} m_3 v_D^2$ (6)

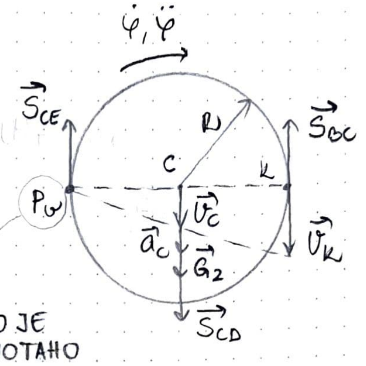
Пошто систем има 1 степен слободе,

треба да нађемо везу између кинематских величина!

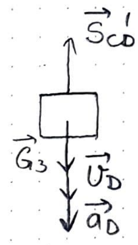
! $S_{AB} \neq S_{BC} \neq S_{CE}$ ЈЕР КОТУРОВИ ИМАЈУ МАСУ !







! ЗАТО ШТО ЈЕ УЖЕ НАМОТАНО НА КОТУР И ВЕЗАНО ЗА НЕПОМИЧНУ ТАЧКУ E



$$v_A = \dot{x}$$

$$\left.\begin{aligned} v_P &= v_A = \dot{x} \\ v_P &= R\dot{\theta} \end{aligned}\right\} R\dot{\theta} = \dot{x} \Rightarrow \dot{\theta} = \frac{\dot{x}}{R} \quad (7)$$

$$v_T = R\dot{\theta} = v_P = v_A = \dot{x}$$

$$\left.\begin{aligned} v_K &= v_T = \dot{x} \\ v_K &= \overline{KP_v}\,\dot{\varphi} = 2R\dot{\varphi} \end{aligned}\right\} 2R\dot{\varphi} = \dot{x} \Rightarrow \dot{\varphi} = \frac{\dot{x}}{2R} \quad (8)$$

$$v_C = \overline{CP_v}\,\dot{\varphi} = R\frac{\dot{x}}{2R} = \frac{1}{2}\dot{x}$$

$$v_D = v_C = \frac{1}{2}\dot{x}$$

$\rightarrow$ (3), (4), (5), (6)

$$\left.\begin{aligned} &(3') \quad E_k^A = \frac{1}{2}m_1\dot{x}^2 \\ &(4') \quad E_k^B = \frac{1}{4}m_2\dot{x}^2 \\ &(5') \quad E_k^C = \frac{3}{16}m_2\dot{x}^2 \\ &(6') \quad E_k^D = \frac{1}{8}m_3\dot{x}^2 \end{aligned}\right\} \rightarrow (2) \Rightarrow E_k = \frac{8m_1 + 7m_2 + 2m_3}{16}\dot{x}^2$$

$$\frac{dE_k}{dt} = \frac{8m_1 + 7m_2 + 2m_3}{8}\dot{x}\ddot{x} \quad (9)$$

$$(10) \quad \frac{\delta A(\vec{G}_1)}{dt} = \vec{G}_1 \cdot \vec{v}_A = -G_1 \sin\alpha \cdot \dot{x}$$

$$\frac{\delta A(\vec{F}_\mu)}{dt} = \vec{F}_\mu \cdot \vec{v}_A = -F_\mu \cdot \dot{x}, \quad F_\mu \ldots ? \longrightarrow m_1\vec{a}_A = \vec{G}_1 + \vec{N} + \vec{F}_\mu + \vec{S}_{AB} \;/\cdot\vec{i}\;/\cdot\vec{j}$$

$$(11) \quad \frac{\delta A(\vec{F}_\mu)}{dt} = -\mu G_1 \cos\alpha \cdot \dot{x}$$

$$(12) \quad x: \; m_1\ddot{x} = -G_1\sin\alpha - F_\mu + S_{AB}$$

$$y: \; 0 = -G_1\cos\alpha + N \Rightarrow N = G_1\cos\alpha$$

$$F_\mu = \mu N = \mu G_1 \cos\alpha \quad (13)$$

$$(14) \quad \frac{\delta A^C(\vec{G}_2)}{dt} = \vec{G}_2 \cdot \vec{v}_C = G_2 \cdot \frac{1}{2}\dot{x}$$

$$(15) \quad \frac{\delta A^D(\vec{G}_3)}{dt} = \vec{G}_3 \cdot \vec{v}_D = G_3 \cdot \frac{1}{2}\dot{x}$$

$$(9), (10), (11), (14), (15) \rightarrow (1) \Rightarrow \frac{8m_1 + 7m_2 + 2m_3}{8}\dot{x}\ddot{x} = -G_1\sin\alpha \cdot \dot{x} - \mu G_1\cos\alpha \cdot \dot{x} + \frac{1}{2}G_2\dot{x} + \frac{1}{2}G_3\dot{x}$$

$$\frac{8m_1 + 7m_2 + 2m_3}{8}\ddot{x} = -G_1(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) + \frac{1}{2}G_2 + \frac{1}{2}G_3$$

$$\ddot{x} = \frac{8g}{8G_1 + 7G_2 + 2G_3}\left[\frac{1}{2}G_2 + \frac{1}{2}G_3 - G_1(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)\right] \quad (16)$$

СИЛА У УЖЕТУ НА ДЕЛУ AB

$$(13),(16) \to (12) \Rightarrow S_{AB} = m_1 \cdot \frac{8g}{8G_1+7G_2+2G_3}\left[\frac{1}{2}G_2+\frac{1}{2}G_3-G_1(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)\right]+G_1\sin\alpha+\mu G_1\cos\alpha$$

$$= \frac{8G_1}{8G_1+7G_2+2G_3}\left(\frac{1}{2}G_2+\frac{1}{2}G_3\right)+G_1(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)\left(1-\frac{8G_1}{8G_1+7G_2+2G_3}\right)$$

$$= \frac{4G_1(G_2+G_3)}{8G_1+7G_2+2G_3}+\frac{7G_2+2G_3}{8G_1+7G_2+2G_3}G_1(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$$

$$S_{AB} = G_1\frac{4G_2+4G_3+(7G_2+2G_3)(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{8G_1+7G_2+2G_3}$$

УБРЗАЊЕ ТЕРЕТА D

Пошто терет D транслира: $a_D = \frac{dv_D}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\dot{x}\right) = \frac{1}{2}\ddot{x}$

$$a_D = \frac{4g}{8G_1+7G_2+2G_3}\left[\frac{1}{2}G_2+\frac{1}{2}G_3-G_1(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)\right]$$