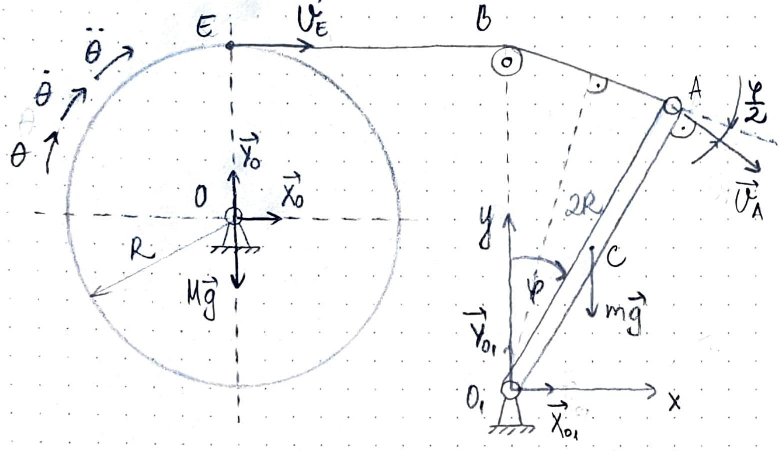
8.40. Систем се састоји од хомогеног диска масе M и полупречника R и хомогеног штапа дужине $2R$ и масе m. На диск који може да се обрће око хоризонталне осе O намотано је неистегљиво уже занемарљиве масе које је пребачено преко котура B занемарљиве масе и везано за крај A штапа који може да се обрће око хоризонталне осе O_1. Одредити угаону брзину штапа у тренутку када штап дође у положај $\varphi_1 = 90°$. У почетном тренутку штап је био вертикалан и имао занемарљиво малу угаону брзину у смеру пораста угла φ.



* БРОЈ СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ (S)

$\left.\begin{array}{l}\text{1 РОТАЦИЈА ДИСКА}\\ \text{1 РОТАЦИЈА ШТАПА}\end{array}\right\} 2$

ЗБОГ ВЕЗЕ (УЖЕТА) БРОЈ СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ СЕ СМАЊУЈЕ ЗА 1

ДАКЛЕ S = 1

КОРИСТИМО КОНАЧНИ ОБЛИК ТЕОРЕМЕ О ПРОМЕНИ КИНЕТИЧКЕ ЕНЕРГИЈЕ ЈЕР ТРАЖИМО КОНАЧНУ ВРЕДНОСТ УГАОНЕ БРЗИНЕ $\dot\varphi_1$

(1) $E_{k1} - E_{k0} = A_{0-1}(M\vec{g}) + A_{0-1}(m\vec{g}) + A_{0-1}(\vec{R}_O) + A_{0-1}(\vec{R}_{O1})$

(2) $E_k = E_k^D + E_k^Š$ ⇒ УКУПНА КИНЕТИЧКА ЕНЕРГИЈА СИСТЕМА ЈЕДНАКА ЈЕ ЗБИРУ КИНЕТИЧКИХ ЕНЕРГИЈА ДИСКА И ШТАПА

$\boxed{\text{POT}}$ $E_k = \frac{1}{2} J_{Oz}\omega_z^2$ ⇒ КИНЕТИЧКА ЕНЕРГИЈА ТЕЛА КОЈЕ РОТИРА ОКО Oz УГАОНОМ БРЗ. ω_z

$E_k^D = \frac{1}{2} J_{Oz}\dot\theta^2$, $J_{Oz} = \frac{1}{2} mR^2 \Rightarrow E_k^D = \frac{1}{4} MR^2\dot\theta^2$ (3)

$E_k^Š = \frac{1}{2} J_{O_1z}\dot\varphi^2$, $J_{O_1z} = \frac{1}{3} m(2R)^2 = \frac{4}{3} mR^2 \Rightarrow E_k^Š = \frac{2}{3} mR^2\dot\varphi^2$ (4)

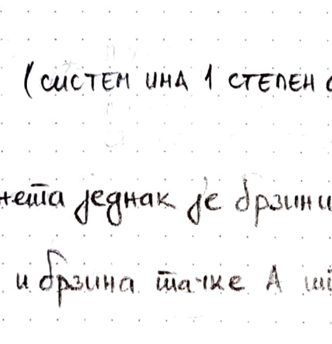
(3), (4) → (2)

(2) ⇒ $E_k = \frac{1}{4} MR^2\dot\theta^2 + \frac{2}{3} mR^2\dot\varphi^2$

Каква је веза између $\dot\theta$ и $\dot\varphi$? (СИСТЕМ ИМА 1 СТЕПЕН СЛОБОДЕ)

I НАЧИН ⇒ Интензитет брзине сваке тачке ужета једнак је брзини v_E.

Међутим, брзина ужета у тачки A и брзина тачке A штапа разликују се по правцу!



$v_{Au} = v_E = R\dot\theta$

$v_{AŠ} = 2R\dot\varphi$

$\beta = \frac{\varphi}{2}$

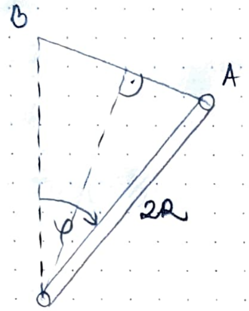
! ИСТЕ СУ ПРОЈЕКЦИЈЕ ТИХ БРЗИНА НА ПРАВАЦ УЖЕТА У ОКОЛИНИ ТАЧКЕ ДОДИРА ТЈ. ВЕЗЕ (ТАЧКЕ A)

$v_{Au} = v_{AŠ}\cos\beta$

$R\dot\theta = 2R\dot\varphi\cos\frac{\varphi}{2} \quad /:R$

$\dot\theta = 2\dot\varphi\cos\frac{\varphi}{2}$ (5)

II НАЧИН $\Rightarrow$ $\overline{AB} = R\theta$ $\Rightarrow$ ОДМОТА СЕ ДУЖИНА УЖЕТА ЈЕДНАКА КРУЖНОМ ЛУКУ КОЈИ ПРЕЂЕ ТАЧКА НА ОБОДУ ДИСКА



$$\overline{AB} = 2 \cdot 2R\sin\frac{\varphi}{2} = 4R\sin\frac{\varphi}{2}$$

$$4R\sin\frac{\varphi}{2} = R\theta \quad / : R$$

$$\theta = 4\sin\frac{\varphi}{2} \quad / \frac{d}{dt}$$

$$\dot{\theta} = 2\dot{\varphi}\cos\frac{\varphi}{2} \quad (5)$$

$$(5) \rightarrow (2) \Rightarrow E_k = \frac{1}{4}MR^2 \cdot 4\dot{\varphi}^2\cos^2\frac{\varphi}{2} + \frac{2}{3}mR^2\dot{\varphi}^2$$

$$E_k = MR^2\dot{\varphi}^2\cos^2\frac{\varphi}{2} + \frac{2}{3}mR^2\dot{\varphi}^2$$

$$t_0 = 0 \Rightarrow \dot{\varphi}_0 = 0,\ \varphi_0 = 0 \Rightarrow E_{k0} = 0 \quad (6)$$

$$t_1 \Rightarrow \dot{\varphi}_1,\ \varphi_1 = 90^\circ \Rightarrow E_{k1} = MR^2\dot{\varphi}_1^2\cos^2 45^\circ + \frac{2}{3}mR^2\dot{\varphi}_1^2 = \left(\frac{1}{2}M + \frac{2}{3}m\right)R^2\dot{\varphi}_1^2 \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} \delta A(M\vec{g}) &= M\vec{g}\cdot d\vec{r}_0 = M\vec{g}\cdot\vec{v}_0 dt = 0 \\ \delta A(\vec{R}_0) &= \vec{R}_0 \cdot d\vec{r}_0 = \vec{R}_0\cdot\vec{v}_0 dt = 0 \\ \delta A(\vec{R}_{01}) &= \vec{R}_{01}\cdot d\vec{r}_{01} = \vec{R}_{01}\cdot\vec{v}_{01}dt = 0 \end{aligned}\right\} \text{јер је } \vec{v}_0 = \vec{v}_{01} = 0$$

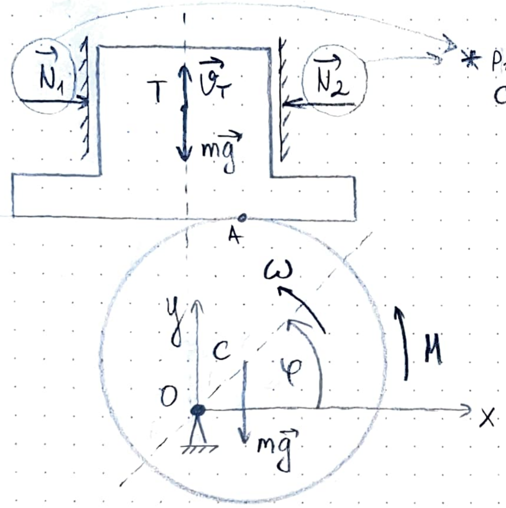
$$\delta A(m\vec{g}) = m\vec{g}\, d\vec{r}_C = -mg\,dy_C \Rightarrow A_{0-1}(m\vec{g}) = -mg\int_R^0 dy_C = -mg(0-R) = mgR \quad (8)$$

$$m\vec{g} = -mg\vec{j} \qquad d\vec{r}_C = dx_C\vec{i} + dy_C\vec{j}$$

$$(6),(7),(8) \rightarrow (1) \Rightarrow \left(\frac{1}{2}M + \frac{2}{3}m\right)R^2\dot{\varphi}_1^2 = mgR \quad / : R$$

$$\dot{\varphi}_1^2 = \frac{6mg}{(3M+4m)R}$$

8.41. Хомогени диск 1 полупречника R и масе m обрће се око хоризонталне осе O и доводи у кретање тело 2 масе m које може да клизи по вертикалним вођицама. Ако је растојање осе обртања од центра диска $\overline{OC} = \frac{1}{2}R$, одредити закон промене момента M спрега којим треба деловати на диск 1 да би се он обртао константном угаоном брзином ω.



* РАДОВИ СИЛА $\vec{N}_1$ И $\vec{N}_2$ СУ ЈЕДНАКИ НУЛИ ЈЕР СУ УПРАВНЕ НА ПРАВАЦ ПОМЕРАЊА НАПАДНИХ ТАЧКИ

* БРОЈ СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ (S)
1 РОТАЦИЈА (ТЕЛО 1)
1 ТРАНСЛАЦИЈА (ТЕЛО 2) } 2

УВЕК СЕ ДОДИРУЈУ У ТАЧКИ А, ТЕ СЕ ПРОЈЕКЦИЈЕ БРЗИНА ТАЧАКА КОНТАКТА НА ПРАВАЦ ЗАЈЕДНИЧКЕ НОРМАЛЕ (ОСА y) НА ДОДИРНЕ КОНТУРЕ ТЕЛА 1 И 2 ЈЕДНАКЕ

(1) $\frac{dE_k}{dt} = \frac{\delta A^T(m\vec{g})}{dt} + \frac{\delta A^C(m\vec{g})}{dt} + \frac{\delta A(\vec{M})}{dt}$ $\Rightarrow$ КОРИСТИМО ОВАЈ ОБЛИК ТЕОРЕМЕ ЈЕР СЕ ТРАЖИ ЗАКОН ПРОМЕНЕ МОМЕНТА, А НЕ КОНАЧНА ВРЕДНОСТ У НЕКОМ ТРЕНУТКУ

(2) $E_k = E_k^T + E_k^D$

$\boxed{\text{ТРАНСЛ.}}$ $E_k^T = \frac{1}{2} m v_T^2$ $\Rightarrow$ КИНЕТИЧКА ЕНЕРГИЈА ТЕЛА КОЈЕ ТРАНСЛИРА БРЗИНОМ v_T

$\boxed{\text{РОТ}}$ $E_k^D = \frac{1}{2} J_{Oz}\dot{\varphi}^2$, $J_{Oz} = J_{Cz} + m\left(\frac{1}{2}R\right)^2 = \frac{1}{2}mR^2 + \frac{1}{4}mR^2 = \frac{3}{4}mR^2 \Rightarrow E_k^D = \frac{3}{8}mR^2\dot{\varphi}^2$ (4)

(3), (4) → (2) $\Rightarrow$ $E_k = \frac{1}{2}mv_T^2 + \frac{3}{8}mR^2\dot{\varphi}^2$

Која је веза између v_T и $\dot{\varphi}$?

Пошто се растојање дуж y-осе између тачке C и тачке додира не мења (увек је R), померање тела 2 биће једнако вертикалном померању тачке C, тј. брзина транслације тела 2 једнака је вертикалној пројекцији брзине тачке C:

$$v_T = \dot{y}_C$$

(5) $y_C = \frac{1}{2}R\sin\varphi \Rightarrow \dot{y}_C = \frac{1}{2}R\dot{\varphi}\cos\varphi$

$$v_T = \frac{1}{2}R\dot{\varphi}\cos\varphi$$

$E_k = \frac{1}{2}m \cdot \frac{1}{4}R^2\dot{\varphi}^2\cos^2\varphi + \frac{3}{8}mR^2\dot{\varphi}^2 = \frac{1}{8}mR^2\dot{\varphi}^2(\cos^2\varphi + 3)$, $\dot{\varphi} = \omega = \text{const.}$

$\frac{dE_k}{dt} = \frac{1}{8}mR^2\left[2\dot{\varphi}\overset{0}{\ddot{\varphi}}(\cos^2\varphi + 3) + \dot{\varphi}^2 \cdot 2\cos\varphi(-\sin\varphi)\dot{\varphi}\right]$, $\ddot{\varphi} = 0$

(6) $\frac{dE_k}{dt} = -\frac{1}{4}mR^2\dot{\varphi}^3\sin\varphi\cos\varphi = -\frac{1}{8}mR^2\dot{\varphi}^3\sin 2\varphi$, $\sin 2\varphi = 2\sin\varphi\cos\varphi$

$\delta A^c(m\vec{g}) = -mg\,dy_c$, (5)/d $\Rightarrow$ $dy_c = \frac{1}{2}R\cos\varphi\,d\varphi$

$\delta A^c(m\vec{g}) = -\frac{1}{2}mgR\cos\varphi\,d\varphi$

$\frac{\delta A^c(m\vec{g})}{dt} = -\frac{1}{2}mgR\cos\varphi\cdot\dot{\varphi}$ (7)

$\delta A^T(m\vec{g}) = -mg\,dy_T$ $\quad dy_T = dy_c \Rightarrow \quad \frac{\delta A^T(m\vec{g})}{dt} = -\frac{1}{2}mgR\cos\varphi\cdot\dot{\varphi}$ (8)

$\delta A(\vec{M}) = \vec{M}\cdot\vec{\omega}\,dt = \pm|\vec{M}|\cdot\omega dt$ — + ЗА ИСТИ СМЕР $\vec{M}$ И $\vec{\omega}$; − ЗА СУПРОТАН СМЕР $\Rightarrow$ РАД МОМЕНТА М

$\frac{\delta A(\vec{M})}{dt} = M\cdot\dot{\varphi}$ (9)

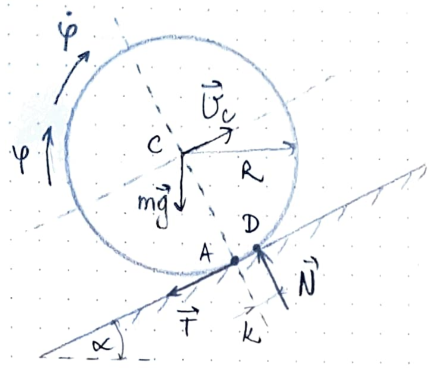
(6),(7),(8),(9) $\rightarrow$ (1) $\Rightarrow -\frac{1}{8}mR^2\dot{\varphi}^3\sin 2\varphi = \cancel{2}\cdot\left(-\frac{1}{\cancel{2}}mgR\cos\varphi\cdot\dot{\varphi}\right) + M\dot{\varphi} \quad /:\dot{\varphi}$

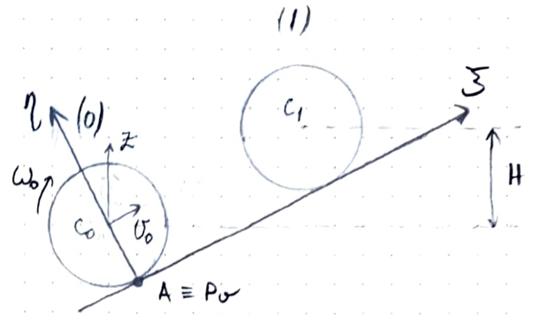
$M = mgR\cos\varphi - \frac{1}{8}mgR^2\dot{\varphi}^2\sin 2\varphi \qquad \dot{\varphi} = \omega = const.$

$\varphi = \omega t$

$M = mgR\cos(\omega t) - \frac{1}{2}mgR^2\omega^2\sin(2\omega t)$

8.33. Хомогени ваљак полупречника R и масе m може да се котрља без клизања по стрмој равни нагнутој према хоризонтали под углом α. У почетном тренутку брзина средишта ваљка је v_0 и усмерена је уз стрму раван. При котрљању цилиндра јавља се отпор котрљању са краком $0{,}1R$. Одредити висину пењања цилиндра.





* ПОШТО ЈЕ $z_C = const$, А ТАЧКА A ЈЕ ПОЛ БРЗИНА ⇒ ТЕЛО ИМА 1 СТЕПЕН СЛОБ. И КРЕТАЊЕ ЈЕ ОДРЕЂЕНО КООРДИНАТОМ φ

(1) $E_{k_1} - E_{k_0} = A_{0-1}(m\vec{g}) + A_{0-1}(\vec{T}) + A_{0-1}(\vec{N})$ ⇒ КОНАЧНИ ОБЛИК ТЕОРЕМЕ О ПРОМЕНИ E_k ЈЕР ТРАЖИМО КОНАЧНО ПОМЕРАЊЕ

$\boxed{\text{РАВНО}}$ $E_k = \frac{1}{2}mv_C^2 + \frac{1}{2}J_z\dot{\varphi}^2$ ⇒ КИНЕТИЧКА ЕНЕРГИЈА ТЕЛА КОЈЕ ВРШИ РАВНО КРЕТАЊЕ

$E_{k_0} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{4}mR^2\omega_0^2$, $\omega_0 \ldots ?$ ⇒ $v_0 = R\omega_0$ ⇒ $\omega_0 = \frac{v_0}{R}$

$= \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{4}mR^2\frac{v_0^2}{R^2}$

(2) $E_{k_0} = \frac{3}{4}mv_0^2$

(3) $E_{k_1} = 0$ (ЗАУСТАВИ СЕ)

$\delta A(m\vec{g}) = m\vec{g}\cdot d\vec{r} = -mg\,dz$

$A_{0-1}(m\vec{g}) = -mg\int_0^H dz$

* $d\vec{r} = dx\vec{i} + dy\vec{j} + dz\vec{k}$, $m\vec{g} = -mg\vec{k}$ $\Big\}$ $m\vec{g}\cdot d\vec{r} = -mg\,dz$

(4) $A_{0-1}(m\vec{g}) = -mgH$ ⇒ РАД СИЛЕ ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ КАДА СЕ ТЕЛО ПЕЊЕ НА ВИСИНУ H

→ ИМА СМИСЛА ЈЕР ТЕЖИНА ТЕЛА ОТЕЖАВА ПЕЊАЊЕ!

$\vec{N}$ СТВАРА ОТПОР КОТРЉАЊУ ⇒ ПРАВИ МОМЕНТ kN ОКО ОСЕ Cz ЧИЈИ СМЕР ЈЕ СУПРОТАН СМЕРУ ПОРАСТА УГЛА φ

* СИЛА $\vec{N}$ МОЖЕ ДА СЕ РЕДУКУЈЕ У ТАЧКУ C, ПРИ ЧЕМУ МОРА ДА СЕ ДОДА МОМЕНТ kN

$\delta A(\vec{N}) = \vec{N}\cdot d\vec{r}_D$, $\vec{N}_D \sim (\vec{N}_C, \vec{M})$, $M = kN$, $\vec{N}_D = \vec{N}_C = \vec{N}$

$= \cancel{\vec{N}_C\cdot d\vec{r}_C} + \vec{M}\cdot\vec{\omega}\,dt$, $\vec{N}_C \perp \vec{v}_C = \frac{d\vec{r}_C}{dt}$

$= -kN\dot{\varphi}\,dt$, $\dot{\varphi}\,dt = d\varphi$

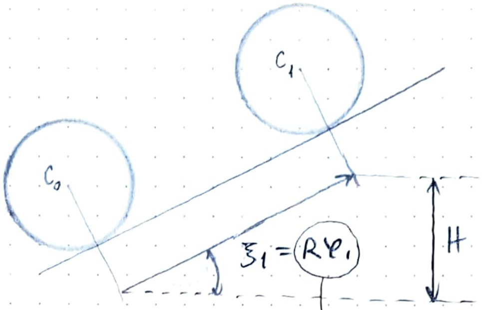
→ јер је супротан смер $\vec{M}$ и $\vec{\omega}$

$d\vec{r}_C$ $\vec{N}_C$

$\delta A(\vec{N}) = -kN\,d\varphi$ ⇒ ЕЛЕМЕНТАРНИ РАД СИЛЕ $\vec{N}$ КОЈА СТВАРА ОТПОР КОТРЉАЊУ

$A_{0-1}(\vec{N}) = k\int_0^{\varphi_1} N\,d\varphi$, $N\ldots ?$

$$m\vec{a}_C = m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N} \;/\cdot \vec{\mu} \Rightarrow \quad 0 = -mg\cos\alpha + N \quad \Rightarrow N = mg\cos\alpha = const.$$



$$A_{0-1}(\vec{N}) = k\int_0^{\varphi_1} N\,d\varphi$$
$$= kN\int_0^{\varphi_1} d\varphi$$

$\varphi_1 \ldots ?$

$$\xi_1 = R\varphi_1 \quad , \quad H = \xi_1 \sin\alpha \Rightarrow \xi_1 = \frac{H}{\sin\alpha}$$
$$\varphi_1 = \frac{H}{R\sin\alpha}$$

$\xi_1 = R\varphi_1$ ТО ЈЕ КРУЖНИ ЛУК КОЈИ ОДГОВАРА ПРЕЂЕНОМ ПУТУ

$$A_{0-1}(\vec{N}) = -kN\int_0^{\frac{H}{R\sin\alpha}} d\varphi$$

(5) $$A_{0-1}(\vec{N}) = -\frac{kNH}{R\sin\alpha}$$

$-$ ИМА СМИСЛА ЈЕР СЕ РАДИ О <u>ОТПОРУ</u> КОТРЉАЊУ

(6) $$\delta A(\vec{T}) = \vec{T}\cdot d\vec{r}_A = \vec{T}\cdot\vec{v}_A dt \quad , \quad A \equiv P_v \Rightarrow \vec{v}_A = \vec{v}_{P_v} = 0 \quad \Rightarrow \delta A(\vec{T}) = 0 \Rightarrow A(\vec{T}) = 0$$

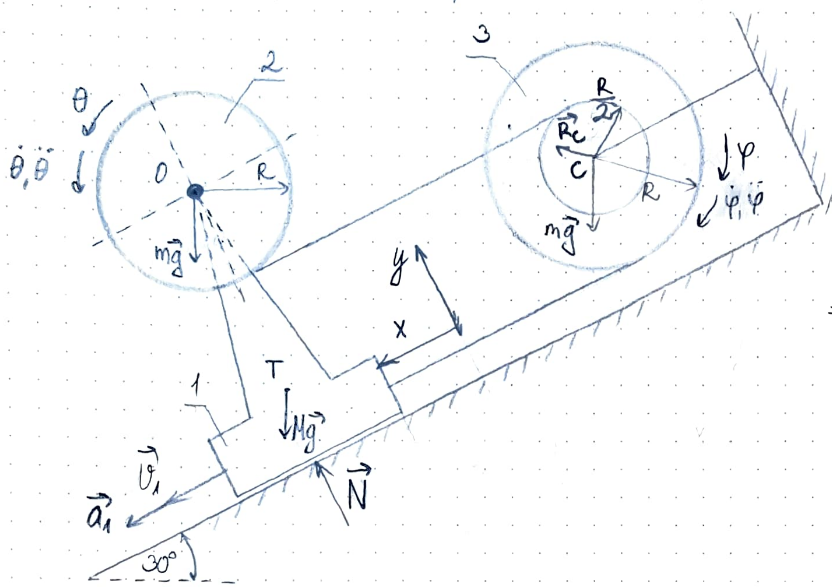
РАД СИЛЕ ТРЕЊА ПРИ КОТРЉАЊУ БЕЗ КЛИЗАЊА ЈЕ ЈЕДНАК НУЛИ

(2),(3),(4),(5),(6) $\rightarrow$ (1) $$\Rightarrow -\frac{3}{4}mv_0^2 = -mgH - \frac{kNH}{R\sin\alpha} \;/\cdot(-1) \quad , \quad k = \frac{1}{10}R$$

$$H = \frac{15mv_0^2\sin\alpha}{20mg\sin\alpha + 2N} \quad , \quad N = mg\cos\alpha$$

$$H = \frac{15v_0^2}{2g(10 + ctg\alpha)}$$

8.43. Систем се састоји из платформе 1 масе M, хомогеног ваљка 2 масе m и полупречника R и два коаксијална круто спојена цилиндра 3 укупне масе m и полупречника $\frac{1}{2}R$ и R, чији је полупречник инерције у односу на осу обртања $i_c = \frac{R}{\sqrt{2}}$. Систем је спојен неистегљивим ужадима занемарљиве масе паралелним стрмој равни по којој може да се креће платформа. Одредити однос $\frac{M}{m}$ тако да платформа 1 има убрзање $\frac{g}{4}$ оријентисано низ стрму раван.



$i_c = \frac{R}{\sqrt{2}}$, $a_1 = \frac{g}{4}$

$\frac{M}{m}$ ...?

* БРОЈ СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ:

ТРАНСЛАЦИЈА ⇒ 1 (ТЕЛО 1)
РАВНО ($y_0 = const$) ⇒ 2 (ТЕЛО 2)
РОТАЦИЈА ⇒ 1 (ТЕЛО 3)

ЗБОГ ВЕЗА ИЗМЕЂУ ТЕЛА (1-2 У ТАЧКИ O, А 2-3 И 1-3 УЗ ПОМОЋ УЖЕТА, БРОЈ СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ СМАЊЕН ЈЕ ЗА 3 ⇒ S = 1

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

(1) $\frac{dE_k}{dt} = \frac{\delta A^O(m\vec{g})}{dt} + \frac{\delta A(M\vec{g})}{dt} + \underbrace{\cancel{\frac{\delta A^C(m\vec{g})}{dt}}^{0} + \cancel{\frac{\delta A(\vec{R_c})}{dt}}^{0}}_{\text{ТАЧКА C СЕ НЕ ПОМЕРА}} + \cancel{\frac{\delta A(\vec{N})}{dt}}^{0}$ → $\vec{N}$ ЈЕ ⊥ НА ПРАВАЦ ПОМЕРАЊА

(2) $E_k = E_k^{I} + E_k^{II} + E_k^{III}$

$\boxed{\text{ТРАНС.}}$ $E_k^{I} = \frac{1}{2}Mv_1^2$

* $a_1 = \frac{g}{4} = const. \Rightarrow v_1 = \frac{gt}{4}$

$\boxed{\text{РАВНО}}$ $E_k^{II} = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}J_{Oz}\dot\theta^2$, $J_{Oz} = \frac{1}{2}mR^2$, $v_0 = v_1 = \frac{gt}{4}$

$= \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}mR^2\dot\theta^2$

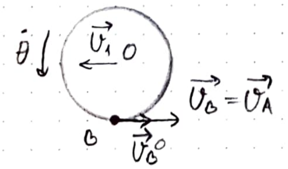
(4) $E_k^{II} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{4}mR^2\dot\theta^2$

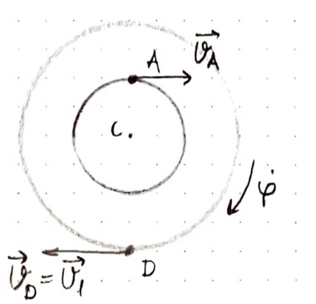
$\boxed{\text{РОТ}}$ $E_k^{III} = \frac{1}{2}J_{Cz}\dot\varphi^2$, $J_{Cz} = mi_c^2 = m\cdot\frac{R^2}{2} = \frac{1}{2}mR^2$

(5) $E_k^{III} = \frac{1}{4}mR^2\dot\varphi^2$

(3), (4), (5) → (2) ⇒ $E_k = \frac{1}{2}(m+M)v_1^2 + \frac{1}{4}mR^2\dot\theta^2 + \frac{1}{4}mR^2\dot\varphi^2$

ВЕЗА ИЗМЕЂУ $\dot\theta$, $\dot\varphi$ и v_1 , ТЈ. θ, φ и X





$v_1 = R\dot\varphi \Rightarrow \dot\varphi = \frac{v_1}{R}$ (6)

$v_A = \frac{R}{2}\dot\varphi = \frac{1}{2}v_1$

$\vec{v_B} = \vec{v_O} + \vec{v_B^O}$, $v_B = v_A = \frac{1}{2}v_1$, $v_0 = v_1$

$v_B = -v_0 + v_B^O$ $v_B^O = R\dot\theta$

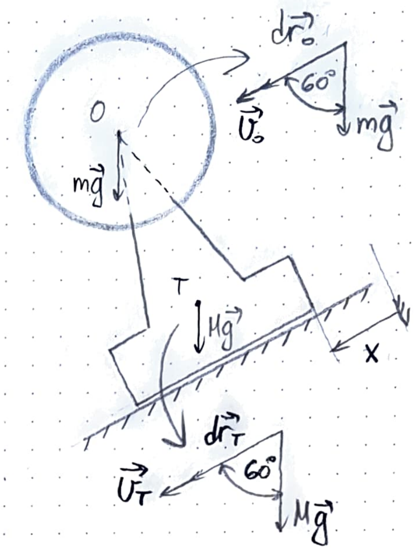
$\frac{1}{2}v_1 = -v_1 + R\dot\theta \Rightarrow \dot\theta = \frac{3}{2}\frac{v_1}{R}$ (7)

$$E_k = \frac{1}{2}(m+M)v_1^2 + \frac{1}{4}mR^2\left(\frac{3}{2}\frac{v_1}{R}\right)^2 + \frac{1}{4}mR^2\left(\frac{v_1}{R}\right)^2$$

$$E_k = \frac{21}{16}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_1^2 \quad , \quad v_1 = \frac{1}{4}gt$$

$$E_k = \frac{21}{256}mg^2t^2 + \frac{1}{32}Mg^2t^2$$

$$(8) \quad \frac{dE_k}{dt} = \frac{21}{128}mg^2t + \frac{1}{16}Mg^2t$$



$$\delta A(M\vec{g}) = M\vec{g}\cdot d\vec{r}_T = M\vec{g}\cdot\vec{v}_T\,dt = +Mg\overset{v_T = v_1}{v_T}\cos 60°\,dt$$

$$(9) \quad \frac{\delta A(M\vec{g})}{dt} = \frac{1}{2}Mgv_1 = \frac{1}{8}Mg^2t$$

$$\delta A^{\circ}(m\vec{g}) = m\vec{g}\cdot d\vec{r}_0 = m\vec{g}\cdot\vec{v}_0\,dt = +mg\overset{v_0 = v_1}{v_0}\cos 60°\,dt$$

$$(10) \quad \frac{\delta A^{\circ}(m\vec{g})}{dt} = \frac{1}{2}mgv_1 = \frac{1}{8}mg^2t$$

$$(8),(9),(10) \to (1) \quad \Rightarrow \quad \frac{21}{128}mg^2t + \frac{1}{16}Mg^2t = \frac{1}{8}Mg^2t + \frac{1}{8}mg^2t \; \Big/ \cdot \frac{128}{g^2t}$$

$$21m + 8M = 16M + 16m$$

$$5m = 8M$$

$$\frac{M}{m} = \frac{5}{8}$$