Грађевински факултет Суботица

МЕХАНИКА 2

СЕМИНАРСКИ РАД

Професор:
Др Илија М. Миличић

Студент:
Михајло Сладојевић 8/2020

САДРЖАЈ:

1. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

2. БРОЈНИ ПРИМЕР

ТЕОРИЈСКИ ДЕО

1. Кинематика материјалне тачке: Брзина и убрзање у поларним координатама

БРЗИНА ТАЧКЕ

Вектор брзине тачке карактерише промјену вектора положаја у сваком тренутку времена.

Појам брзине тачке биће објашњен сљедећим разматрањем. Посматрајмо два положаја тачке на путањи, M и M_1, који одговарају временским тренуцима t i t_1.

Величина Δt је коначни временски интервал у коме тачка пређе из положаја M у положај M_1, а вектор положаја се промјени за $\Delta\vec{r}$. Ова величина назива се векторски прираштај вектора положаја $\vec{r}$ покретне тачке.

Вектор средње брзине тачке је дефинисан количником:

$$\vec{v}_{sr} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)}{t_1 - t}$$

Вектор средње брзине има исти правац и смјер као вектор $\Delta\vec{r}$, тј. усмјерен је у смјеру кретања тачке.

Средња брзина тачке у неком интервалу времена карактерише промејну вектора положаја посматрану за интервал као цјелину, тако да на основу средње брзине не можемо ништа закључити о начину промјене положаја тачке унутар интервала Δr. Уколико је интервал Δr мањи, утолико средња брзина прецизиније показује промјену положаја тачке у току времена.

Вектор брзине тачке $\vec{v}$ у датом тренутку времена t је величина којој тежи вектор средње брзине тачке када интервал времена тежи Δt нули, тј. једнак је првом изводу вектора положаја тачке по времену тачке је дефинисан количником:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \vec{v}_{sr} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$$

Даћемо физичко тумачење овој дефиницији брзине: Пошто је вектор $\vec{v}_{sr}$_ усмјерен дуж вектора помјерања $\Delta\vec{r}$, то када интервал $\Delta t \to 0$ онда $\Delta\vec{r} \to 0$, тј. тачка M_1 постаје бесконачно блиска тачки M, односно у граничном случају поклапа се са тачком М. Правац вектора $\Delta\vec{r}$ тежи правцу лука $ds\vec{T} = d\vec{r}$ у тачки М, тј. тежи правцу тангенте $\vec{T}$ на путању у тачки М.

<u>Из овог слиједи: Вектор брзине $\vec{v}$ тачке у датом тренутку времена има правац тангенте на трајекторију у одговрајућој тачки , а усмјерен је у смјеру кретања тачке.</u>

Вектор брзине тачке при произвољном кретању карактерише токoм времена промјену вектора положаја тачке по интензитету, правцу и смјеру.

Интензитет вектора брзине једнак је интензитету првог извода вектора положаја по времену

$$|\vec{v}| = \left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right|$$

Ако се тачка креће тако да се вектор брзине мијења по правцу, онда тачка врши криволинијско кретање, а ако је вектро брзине током времена константног правца, онда тачка врши праволинијско кретање.

Ако се тачка креће тако да је вектор брзине константног интензитета, за такво кретање кажемо да је равномјерно. У супротном је кретање промјенљиво.

Димензија брзине је:

$$[\vec{v}] = \frac{[dužina]}{[vrijeme]} = LT^{-1}$$

у техничком систему мјера димензија брзине је метар у секунди: $\left[\frac{m}{s}\right]$

УБРЗАЊЕ ТАЧКЕ

Вектор убрзања тачке карактерише промјену вектора брзине тачке у сваком тренутку.

Нека се у тренутку t тачка налази у положају М одређеним вектором положаја $\Delta\vec{r}$ и нека има брзину $\vec{v}$, а у тренутку $t_1 = t + \Delta t$ тачка је у положају M_1 и има брзину $\vec{v}_1 = \vec{v} + \Delta\vec{v}$ Ово значи да је у временском интервалу Δt вектор брзине тачке добио векторски прираштај $\Delta\vec{v}$, који карактерише промјену вектора брзине по правцу и интензитету. Ако у тачку М пренесемо паралелно вектор брзине $\vec{v}_1$ и конструишемо паралелограм у којем је вектор $\vec{v}_1$ дијагонала, онда је једна страница векторски прираштај $\Delta\vec{v}$ брзине $\vec{v}$. Дијељењем вектора $\Delta\vec{v}$ са интервалом времена Δt, добићемо <u>средње убрзање за интервал времена Δt</u>

$$\vec{a}_{sr} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}(t+\Delta t)-\vec{v}(t)}{t_1 - t}$$

Вектор средњег убрзања тачке утолико тачније одражава промјену вектора брзине уколико је мањи интервал времна Δt

Вектор убрзања тачке у датом тренутку времена добијемо за гранични случај, када $\Delta t \to 0$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \vec{a}_{sr} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}}$$

Како је вектор брзине тачке једнак изводу по времену вектора положаја тачке, може се написати да је:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\vec{r}}{dt}\right) = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \ddot{\vec{r}}$$

Вектор убрзања тачке у датом тренутку времена једнак је првом изводу вектора брзине тачке по времену, или другом изводу вектора положаја тачке по времену.

У општем случају криволинијског кретања тачке вектор убрзања карактерише промјену вектора брзине тачке током времена по интензитету, правцу и смјеру. Из овог слиједи да је убрзање тачке једнако нули само када је брзина тачке

током времена константна по правцу и интензитету, тј. у случају равномјерног праволинијског кретања.

Интензитет вектора убрзања једнак је интензитету вектора брзине по времену

$$|\vec{a}| = \left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right|$$

Димензија убрзања је: $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

Брзина и убрзање у поларним координатама

базне једначине вектора:

$\overline{r}_0$ -усмерен дуж потега

$\overline{t}_0$ -нормалан на потег

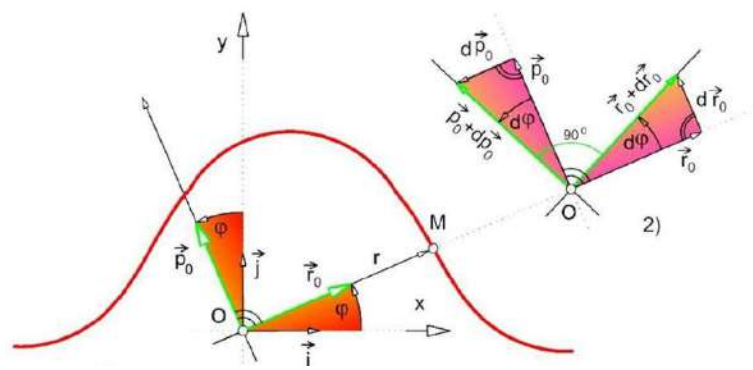
-ови вектори мењају правац при кретању тачке М и она зависи од t

-постоје и њихови изводи по t и оне представљају променљиве величине

-базни вектор $\overline{r}_0$ има интензитет $I\overline{r}_0I = 1$

-промена тог вектора при инфинитезималној промени угла dφ настаје у инфинитезималном тренутку времена dt

-инфинитезивна промена d $\overline{r}_0$ има интензитет 1· dφ при чему је $\overline{r}_0$ управан на $\overline{r}_0$ · dφ и одговара правцу другог вектора $\overline{p}_0$



на основу цртежа имамо:

$$\vec{r}_0 = \vec{i}\cos\varphi + \vec{j}\sin\varphi$$

$$\vec{p}_0 = -\vec{i}\sin\varphi + \vec{j}\cos\varphi$$

изводи по времену јединичних вектора су:

$$\frac{d\vec{r}_0}{dt} = (-\vec{i}\sin\varphi + \vec{j}\cos\varphi)\frac{d\varphi}{dt} = \vec{p}_0\frac{d\varphi}{dt} = \vec{p}_0\dot{\varphi}$$

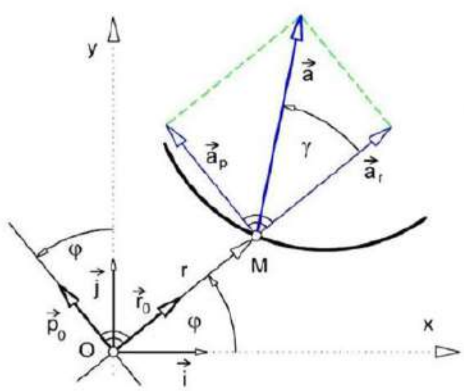
$$\frac{d\vec{p}_0}{dt} = -(\vec{i}\cos\varphi + \vec{j}\sin\varphi)\frac{d\varphi}{dt} = -\vec{r}_0\frac{d\varphi}{dt} = -\vec{r}_0\dot{\varphi}$$

положај тачке M је облика:

$$\vec{r} = r\vec{r}_0$$

убрзање материјалне тачке је:

$$\begin{aligned}
\vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dr}{dt}\vec{r}_0 + r\frac{d\vec{r}_0}{dt}\right) = \\
&= \frac{d^2r}{dt^2}\vec{r}_0 + \frac{dr}{dt}\frac{d\vec{r}_0}{dt} + \frac{dr}{dt}\frac{d\vec{r}_0}{dt} + r\frac{d}{dt}\left(\frac{d\vec{r}_0}{dt}\right) = \\
&= \frac{d^2r}{dt^2}\vec{r}_0 + \frac{dr}{dt}\frac{d\vec{r}_0}{dt} + \frac{dr}{dt}\frac{d\vec{r}_0}{dt} + r\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\vec{p}_0 + \frac{d\varphi}{dt}\frac{\vec{p}_0}{dt}\right) = \\
&= \left[\frac{d^2r}{dt^2} - r\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right]\vec{r}_0 + \left(r\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\frac{dr}{dt}\frac{d\varphi}{dt}\right)\vec{p}_0 = \\
&= \vec{a}_r + \vec{a}_p
\end{aligned}$$



a_r- радијално убрзање

$\overline{a}_p$- попречно убрзање

a-интензитет убрзања

Убразање тачке такође чине двије компоненте, радијална и попречна, а њихови интензитети су:

радијално убрзање: $a_r = \ddot{r} - r\dot{\varphi}^2$ попречно убрзање: $a_p = r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} = \frac{1}{r}\frac{d}{dt}\left(r^2\dot{\varphi}\right)$

интензитет убрзања: $a = \sqrt{a_r^2 + a_p^2}$

2. Динамика материјалне тачке: Закон о промени количине кретања

Количина кретања материјалне тачке $\vec{K}$ је векторска величина која представља производ масе тачке и вектора брзине тачке, $\vec{K} = m\vec{v}$ Овај вектор је колинеаран са вектором брзине и има исти смјер. Може се разложити на компоненте у правцу координатних оса референтног координатног система. Јединица количине кретања је [$kgms^{-1}$] или [Ns].

Закон о промени количине кретања

Количина кретања материјалног система једнака је векторском збиру количина кретања свих тачака разматраног система

$$\vec{K} = \sum_{i=1}^{n} \vec{K}_i = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot \vec{v}_i = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot \frac{d\vec{r}_i}{dt} = m \cdot \vec{v}_C$$

Вектор количине кретања материјалног система има:

1. правац брзине средишта маса система
2. смер вектора брзине средишта маса система

Количина кретања карактерише само транслаторно кретање материјалног система односно крутог тела

Дефинисани облик:

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \frac{d}{dt}(m \cdot \vec{v}_C) = m \cdot \frac{d\vec{v}_C}{dt} = m \cdot \vec{a}_C = \vec{F}_R^s$$

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}_R^s = \sum_{i=1}^{n} F_i^s$$

Извор по времену вектора количине кретања материјалног система једнак је главном вектору спољашњих сила које дејствују на систем

<u>Промену количине кертања материјалног система изазивају само спољашње силе које дејствују на систем</u>

Интегрални/коначни облик:

$$d\vec{K} = \vec{F}_R^s \cdot dt \qquad \Big| \int \qquad \longmapsto \qquad \int_{t_0}^{t} d\vec{K} = \int_{t_0}^{t} \vec{F}_R^s \cdot dt$$

$$\vec{K}(t) - \vec{K}(t_0) = \sum_{i=1}^{n} \int_{t_0}^{t} \vec{F}_i^s \cdot dt$$

$$\vec{K} - \vec{K}_0 = \sum_{i=1}^{n} \vec{I}_i^s = \vec{I}^s$$

<u>Прираштај количине кретања материјалног система у коначном интервалу времена једнак је векторском збиру импулса свих спољашњих сила које дејствују на систем у том интервалу времена</u>

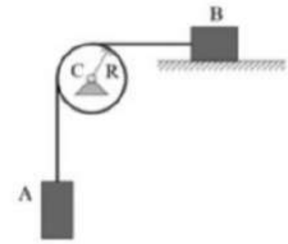
БРОЈНИ ПРИМЕР

Тело В, масе m, се клиже по храпавој подлози која има коефицијент трења μ. Котур С, масе 2 m, обрће се без тега око хоризонталне осе. Тело А, масе 3 m, креће се вертикално. Тела су повезана нерастегљивим ужем према слици. Одредити:

а) Убрзање тела А и В, $a_A = ?, a_B = ?$

б) Угаоно убрзање котура, $\varepsilon = ?$

в) Силе у ужету, $S_1 = ?$ и $S_2 = ?$



Први начин решавања задатка: преко Њутновог закона и једначине обртања тела

Добијени подаци:

$m_B = m = 12k$g

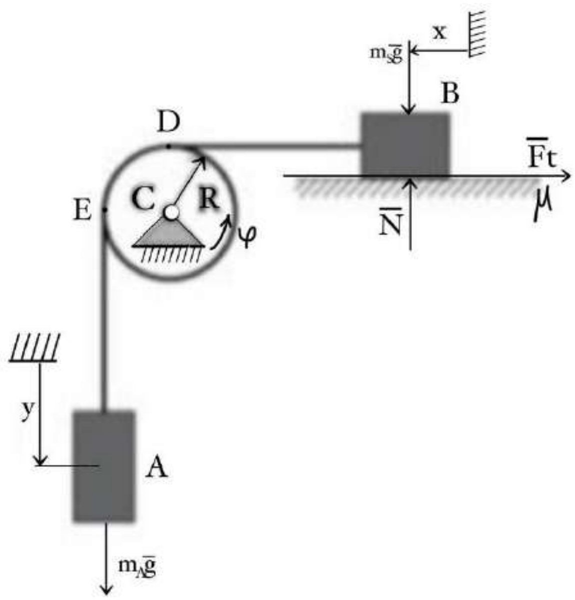
μ = 0,25

$m_A = 3m = 36k$g

g = 10 m/s

$m_C = 2m = 24k$g

$\mathrm{R} = 1{,}2m$



Наћи:

а) a_A, a_B

б) ε

в) S_1,S_2

φ – угао обртања котура, угона брзина и угаоно убрзање котура су

$$\omega = \dot{\varphi} \text{ и } \varepsilon = \ddot{\varphi}$$

x – кордината која дефинише кретање тела B, брзина и убрзање тог тела су

$$\mathrm{v_B} = \dot{x} \text{ и } \mathrm{a_B} = \ddot{x}$$

y – кордината која дефинише кретање тела A, брзина и убрзање тог тела су

$$\mathrm{y_A} = \dot{y} \text{ и } \mathrm{a_A} = \ddot{y}$$

Кинематске везе:

$y_B = \dot{x}$

$y_D = R\dot{\varphi} \qquad \rightarrow \dot{x} = R\dot{\varphi} \rightarrow \ \dot{\varphi} = \frac{\dot{x}}{R} \ \rightarrow \ \ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}}{R} \rightarrow \ \varphi = \frac{x}{R}$

$y_B = y_D$

$y_A = \dot{y}$

$y_E = R\dot{\varphi} \qquad \rightarrow \dot{y} = R\dot{\varphi} \rightarrow \ \dot{\varphi} = \frac{\dot{y}}{R} \ \rightarrow \ \ddot{\varphi} = \frac{\ddot{y}}{R} \rightarrow \ \varphi = \frac{y}{R}$

$y_A = y_E$

Ако је $\dot{\varphi} = \frac{\dot{x}}{R} = \frac{\dot{y}}{R}$ и $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{y}}{R} = \frac{\ddot{x}}{R}$ извлачимо закључак да су $\dot{x} = \dot{y}$ и $\ddot{x} = \ddot{y}$, што значи са су врзине и убрзања тела А и В једнаки,тј:

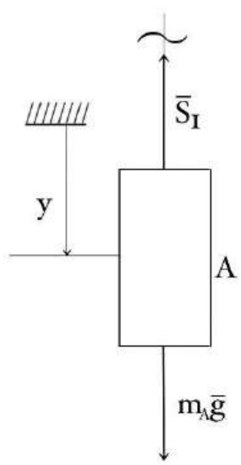
$y_A = y_B = \dot{x} = \dot{y}$

$a_A = a_B = \ddot{x} = \ddot{y}$

Пошто је $\varphi = \frac{x}{R} = \frac{y}{R}$ следи: $x = y$

Вршимо декомпозицију система и посматрамо кретање сваког тела посебно:

Тело А:

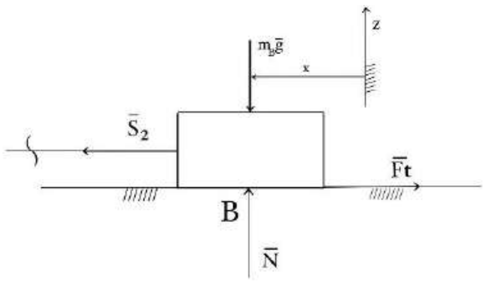


Други Њутнов закон:

$m_A\vec{a}_A = m_A\vec{y} + \vec{s}_1 \ \ /\vec{j}$

$y\!: m_A\ddot{y} = m_A g - S_1 \ldots (1)$

Тело B:



Други Њутнов закон:

$m_B\vec{a}_B = m_B\vec{g} + \vec{N} + \overrightarrow{S_2} + \overline{F}t \quad /\vec{\imath} \ /\vec{k}$

$x: m_B\ddot{x} = S_2 - F_t \ldots (2)$

$z: m_B\ddot{z} = -m_B g + N \ldots (3)$

$z = const \rightarrow \ \dot{z} = \ddot{z} = 0 \rightarrow 3) \rightarrow N = m_B g$

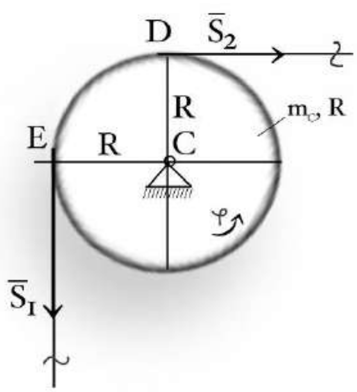
Кулонов закон трења:

$F_t = \mu N$

$F_t = \mu m_B g \rightarrow (2)$

$(2) \quad m_B\ddot{x} = S_2 - \mu m_B g$

Котур C:



Једначина обртања котура:

$J_C \cdot \ddot{\varphi} = \Sigma M_C$

$\frac{1}{2} m_c R^2 \cdot \ddot{\varphi} = S_1 R - S_2 R / : R$

$\frac{1}{2} m_c R \quad \cdot \ddot{\varphi} = S_1 - S_2 \ldots (4)$

1) $S_1 = m_A g - m_A \ddot{y}$

2) $S_2 = m_B \ddot{x} - \mu m_B g$

4) $\frac{1}{2} m_C \quad R\ddot{\varphi} = m_A g - m_A \ddot{y} - (m_B \ddot{x} - \mu m_B g)$

- из кинематске везе смо добили да је $\ddot{y} = \ddot{x}$ и $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}}{R}$, па је:

$\frac{1}{2} m_C \quad R \frac{\ddot{x}}{R} = m_A g - m_A \ddot{x} \quad - m_B \ddot{x} \quad - \mu m_B g$

$\frac{1}{2} m_C \ddot{x} + m_A \ddot{x} + m_B \ddot{x} = m_A g - \mu m_B g$

$\ddot{x} \left(\frac{m_C}{2} + m_A + m_B \right) = g(m_A - \mu m_B)$

$\ddot{x} = \frac{g(m_A - \mu m_B)}{\frac{m_C}{2} + m_A + m_B} = \frac{10(36 - 0.25 * 12)}{\frac{24}{2} + 36 + 12} = 5.5 m/s$

$\ddot{x} = \ddot{y} = a_A = a_B = \frac{5.5m}{s}$ – решењепод а)

б) $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}}{R} = \frac{\ddot{y}}{R} = \frac{5,5}{1,2} = 4,58 s^{-2}$

$\varepsilon = \ddot{\varphi} = 4,58 s^{-2}$

с) 1) $S_1 = m_A g - m_A \ddot{y} = m_A (g - \ddot{y}) = 36(10 - 5.5) = 162N$

2) $S_2 = m_B \ddot{x} - \mu m_B g = m_B (\ddot{x} + \mu g) = 12(5.5 + 0.25 * 10) = 96N$

Други начин решавања задатка: преко теореме о промени кинетичке енергије

Добијени подаци:

$m_B = m = 12kg$

μ = 0,25

$m_A = 3m = 36kg$

g = 10 m/s

$m_C = 2m = 24kg$

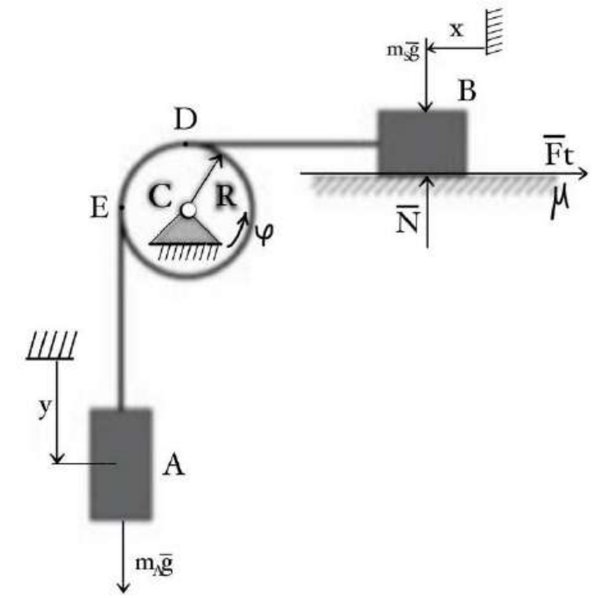
.R $= 1{,}2m$

Наћи:

а) a_A, a_B

б) ε

в) S_1,S_2



$\varphi -$ угао обртања котура, угона брзина и угаоно убрзање котура су

$$\omega = \dot{\varphi} \text{ и } \varepsilon = \ddot{\varphi}$$

x — кордината која дефинише кретање тела B, брзина и убрзање тог тела су

$$\mathrm{v_B} = \dot{\mathrm{x}} \text{ и } \mathrm{a_B} = \ddot{\mathrm{x}}$$

y — кордината која дефинише кретање тела A, брзина и убрзање тог тела су

$$\mathrm{y_A} = \dot{\mathrm{y}} \text{ и } \mathrm{a_A} = \ddot{\mathrm{y}}$$

Кинематске везе:

$y_B = \dot{x}$

$y_D = R\dot{\varphi} \qquad \rightarrow \dot{x} = R\dot{\varphi} \rightarrow \ \dot{\varphi} = \frac{\dot{x}}{R} \ \rightarrow \ \ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}}{R} \rightarrow \ \varphi = \frac{x}{R}$

$y_B = y_D$

$y_A = \dot{y}$

$y_E = R\dot{\varphi} \qquad \rightarrow \dot{y} = R\dot{\varphi} \rightarrow \ \dot{\varphi} = \frac{\dot{y}}{R} \ \rightarrow \ \ddot{\varphi} = \frac{\ddot{y}}{R} \rightarrow \ \varphi = \frac{y}{R}$

$y_A = y_E$

Ако је $\dot{\varphi} = \frac{\dot{x}}{R} = \frac{\dot{y}}{R}$ и $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{y}}{R} = \frac{\ddot{x}}{R}$ извлачимо закључак да су $\dot{x} = \dot{y}$ и $\ddot{x} = \ddot{y}$, што значи са су врзине и убрзања тела А и В једнаки,тј:

$y_A = y_B = \dot{x} = \dot{y}$

$a_A = a_B = \ddot{x} = \ddot{y}$

Пошто је $\varphi = \frac{x}{R} = \frac{y}{R}$ следи: $x = y$

Кинетичка енергија:

Ек = $E_{кA}$+ $E_{кB}$ + $E_{кC}$

$E_{кA} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_A \dot{x}^2$

$E_{кB} = \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} m_B \dot{x}^2$

$E_{кC} = \frac{1}{2} \mathrm{Jc} \dot{\varphi}^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m_c R^2 \frac{x^2}{R^2} = \frac{1}{4} m_c \dot{x}^2$

Ек = $\frac{1}{2} m_A \dot{x}^2 + \frac{1}{2} m_B \dot{x}^2 + \frac{1}{4} m_c \dot{x}^2$

Ек = $\left(\frac{m_A}{2} + \frac{m_B}{2} + \frac{m_C}{4}\right) \dot{x}^2 = c_1 \cdot \dot{x}^2$ где је $C_1 = \frac{m_A}{2} + \frac{m_3}{2} + \frac{m_C}{4} = 30kg$

Ек = $C_1 \dot{x}^2$

Рад система:

$\mathrm{A} = \mathrm{A}^{m_A \vec{g}} + A^{\vec{Ft}}$

$\mathrm{A}^{m_A \vec{g}} = m_A g * y = m_A g * x$ (x=y)

$A^{\vec{Ft}} = -\mathrm{Ft} * \mathrm{x}$

Одерђивање силе трења Ft:

Кулуном закон трења:

$F_t = \mu N$

Други Њутнов закон $m_B \vec{a}_B = m_B \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_t$ пројектујемо на правац која је нормална на правац кретања тела В, а добијемо:

$0 = N - m_B g$

$N = m_B g \rightarrow Ft = \mu N$

$F_t = \mu m_B g \rightarrow A^{\vec{F}_t}$

$A^{\vec{F}_t} = -\mu m_B g * x$

Сада је укупан рад система:

$A = m_A g x - \mu m_B g * x$

$A = (m_A g - \mu m_B g)x = C_2 * x$ где је:

$C_2 = m_A g - \mu m_B g = 36 * 10 - 0{,}25 * 12 * 10 = 330N$

$A = C_2 * x$

Теорија о промени кинетичкеенергије:

$E_k - E_{k_0} = A$

$C_1 \dot{x}^2 - E_{k_0} = C_2 \cdot x \quad / \frac{d}{dt} \quad E_{k_0} = const$ па је $\frac{dE_{k_0}}{dt} = 0$

$C_1 2\, \dot{x}\ddot{x} \quad - 0 = C_2 \cdot \dot{x} \quad / \dot{x}$

$2C_1 \ddot{x} = C_2$

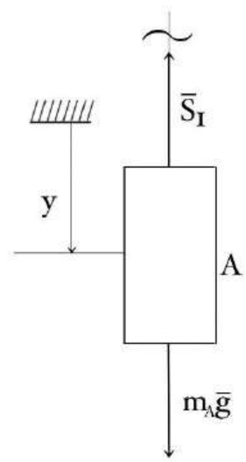
$\ddot{x} = \frac{C_2}{2C_1} = \frac{330}{2 \cdot 30} = 5{,}5 \mathrm{m}/s^2$

$\ddot{x} = \ddot{y} = a_A = a_B = \frac{5.5m}{s}$ – решењепод а)

б) $\ddot{\varphi} = \frac{\ddot{x}}{R} = \frac{\ddot{y}}{R} = \frac{5{,}5}{1{,}2} = 4{,}58 s^{-2}$

$\varepsilon = \ddot{\varphi} = 4{,}58 s^{-2}$

в) да би пронашли силе у ужету вршимо декомпозицију:



Тело А:

Други Њутнов закон:

$m_A \vec{a}_A = m_A \vec{y} + \vec{S}_1 \quad / \vec{j}$

$m_A \ddot{y} = m_A g - S_1$

$S_1 = m_A g - m_A \ddot{y} = m_A(g - \ddot{y}) = 36(10 - 5.5) = 162N$

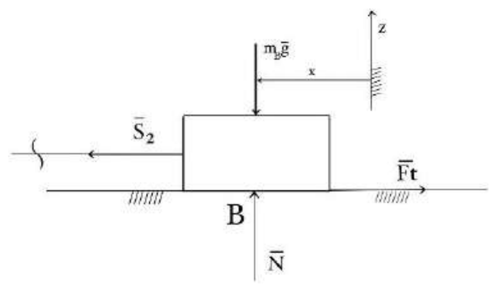
Тело B:

Други Њутнов закон:

$m_{\mathrm{B}}\vec{a}_{\mathrm{B}} = m_{\mathrm{B}}\vec{g} + \vec{N} + \vec{S}_2 + \vec{F_t} \quad /\vec{\imath}$

$m_B\ddot{x} = S_2 - F_t$

$S_2 = m_B\ddot{x} + \dot{F}_t$



Из Кулоновог закона трења смо пронашли да је $\dot{F}_t = \mu m_B g$

$S_2 = m_B\ddot{x} - \mu m_B g = m_B(\ddot{x} + \mu g) = 12(5.5 + 0.25 * 10) = 96N$