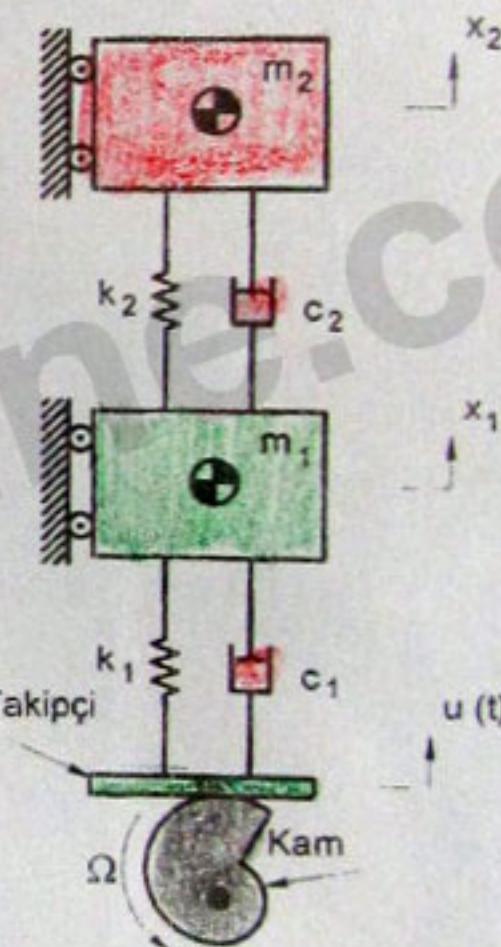


Soru 1) Şekilde verilen makine modeli ile ilgili olarak;

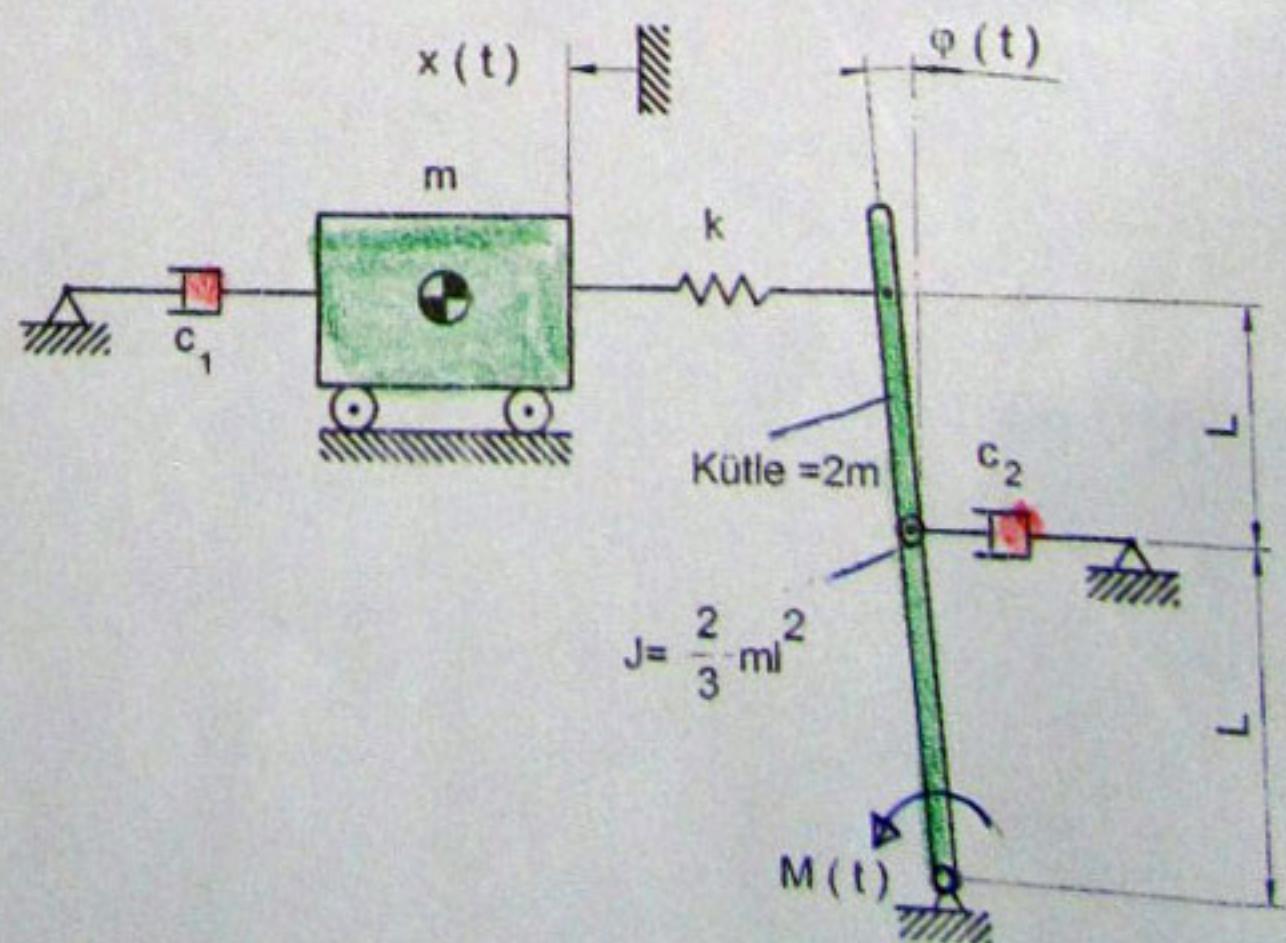
- 20 Puan/ Sistemi B noktasında öteleme hareketi yapan yay ve kütleden ibaret Eşdeğer Modeli indirgeyiniz.
- 20 Puan/ Eşdeğer modelden (veya orijinal modelden) faydalananarak verilen parametrelere göre $m_A = m_B = 35 \text{ kg}$ ve $k_A = 30000 \text{ N/m}$ ve $a = 0.5 \text{ m}$ ve $b = 1 \text{ m}$ diferansiyel denklemi çıkarınız ve açısal tabii frekansını ω_n değerini hesaplayınız.

Soru 2) 30 Puan / Yandaki kam mekanizmasının dinamik analizi için gerekli olan

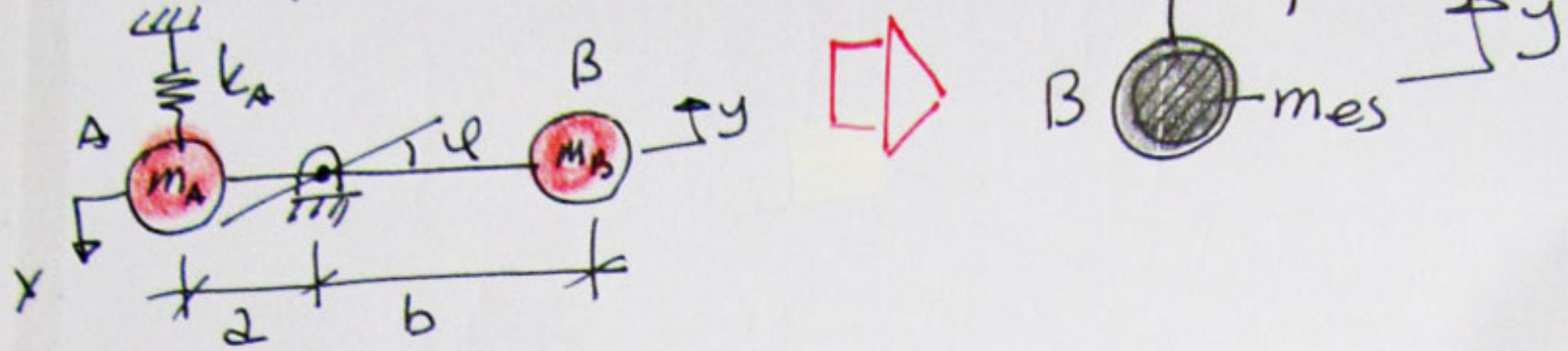
- 25 Puan/Diferansiyel denklemleri çıkarınız
- 5 Puan/ Matris formatında yazarak $[M]$ ve $[K]$ değerlerini gösteriniz.



Soru 3) 30 Puan/ Şekilde verilen sistemde m kütlesine yay ile bağlı çubukun boyu $\ell_{çubuk} = 2\ell$ olup çubukun ağırlık merkezine göre tanımlanan kütlesel atalet momenti çubuk kütlesi $m_{çubuk} = 2m$ olduğundan $J_{CG} = (2/3)m\ell^2$ olarak verilmiştir (Çubukun ortası). Çubuğa pivot O noktası etrafında döndürecek tarzda bir $M(t)$ momenti uygulanmaktadır. Ötelenen ve sürtünmesiz kayar gövdenin $x(t)$ koordinatındaki kütlesi m ' dir. Diğer parametreler şekil üzerinde gösterilmiştir. Bu bilinenler çevresinde sistemin diferansiyel denklemini elde ediniz.



Soru 1)



Sistemi (B) noktasında toplamda φ cin
 m_A ve k_A parametreleri de kesişip (B)'ye tasvir.
 Bu nedenle yasakta y koordinatı düşmeye bakalım

$$\begin{aligned} y &= \varphi b \\ x &= \varphi a \end{aligned} \quad \boxed{\varphi = \frac{y}{b} = \frac{x}{a}}$$

4) Herdy! Koordinat y olduguun aadet:

PE.

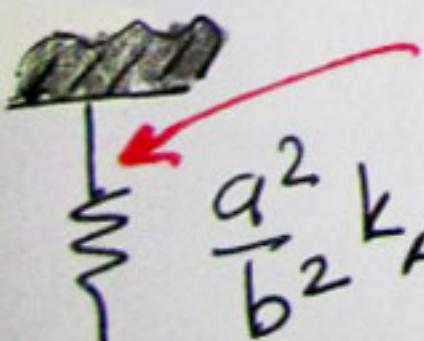
$$\frac{1}{2} k_A x^2 = \frac{1}{2} k_{es} y^2$$

$$\frac{1}{2} \frac{a^2}{b^2} k_A^2 = \frac{1}{2} k_{es} y^2$$

$$k_{es} = \frac{a^2}{b^2} k_A$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{KE} \\ \frac{1}{2} m_A \dot{x}^2 = \frac{1}{2} m_{es} \dot{y}^2 \\ \frac{1}{2} m_A \frac{a^2}{b^2} \dot{y}^2 = \frac{1}{2} m_{es} \dot{y}^2 \end{array} \right\}$$

$$m_{es} = \frac{a^2}{b^2} m_A$$



$$m \ddot{y} + \frac{a^2}{b^2} k_A y = 0$$

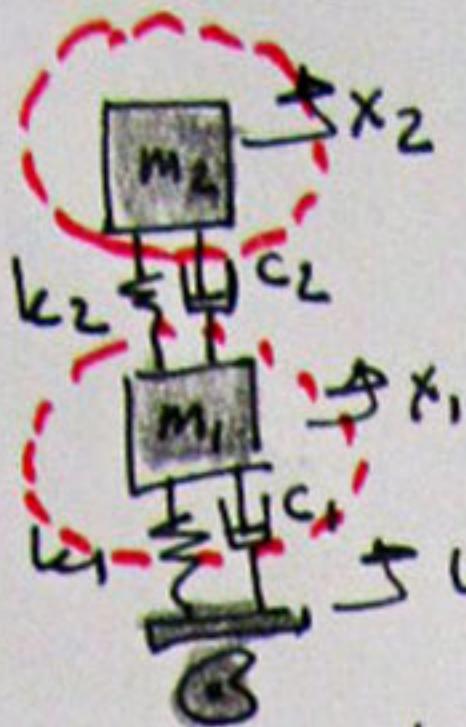
b) $m_I = m_B + \frac{a^2}{b^2} m_A$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{\frac{a^2}{b^2} k_A}{m_B + \frac{a^2}{b^2} m_A}}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{0,5^2 * 30.000}{35 + 0,5^2 * 35}} =$$

$$13,09 \text{ [rad/s]}$$

Soru 2)



Newton-II Yasası

cögüm iken yukarıda.

x_1 koordinatı cögümde sırada
laire iken dominant x_1 ise;

$$m_1 \ddot{x}_1 = -k_1(x_1 - u) - c_1(\dot{x}_1 - \dot{u}) - k_2(x_1 - x_2) - c_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 = -k_2(x_2 - x_1) - c_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \quad \text{--- ②}$$

Denklemler Dijitalweise:

$$m_1 \ddot{x}_1 + (c_1 + c_2)\dot{x}_1 + (k_1 + k_2)x_1 - c_2\dot{x}_2 - k_2x_2 = c_1\dot{u}(t) + k_1u(t)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 + c_2\dot{x}_2 + k_2x_2 - c_2\dot{x}_1 - k_2x_1 = 0$$

$$\text{b)} \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 \\ -c_2 & +c_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{Bmatrix} + \dots$$

$$+ \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & +k_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} c_1\dot{u}(t) + k_1u(t) \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Soru 3) verilen sistem oldukca karmaşık

olduguundan "Lagrange" ile çözüm
logarı kur yahesim olacaktır.

Genelleştirilmiş koordinatlar $q = \{x, \varphi\}$. Böylece

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial KE}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial KE}{\partial x} + \frac{\partial PE}{\partial x} + \frac{\partial DE}{\partial \dot{x}} = Q_x \dots \textcircled{1} \text{ Denklemler}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial KE}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial KE}{\partial \varphi} + \frac{\partial PE}{\partial \varphi} + \frac{\partial DE}{\partial \dot{\varphi}} = Q_\varphi \dots \textcircled{2} \text{ Denklemler}$$

$$KE = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} J_0 \dot{\varphi}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} J_0 = J_G + 2mL^2 = \frac{2}{3} mL^2 + \frac{2mL^2}{(\frac{1}{3})} = \left[\frac{2}{3} + \frac{6}{3} \right] mL^2 \\ J_0 = \underline{\frac{8}{3} mL^2} \end{array} \right.$$

$$PE = \frac{1}{2} k (x - \varphi L)^2$$

$$DE = \frac{1}{2} C_1 \dot{x}^2 + \frac{1}{2} C_2 L^2 \dot{\varphi}^2$$

Denklemler 1 iin;

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial KE}{\partial \dot{x}} \right) = m \ddot{x} \quad // \quad \frac{\partial KE}{\partial x} = 0 \quad // \quad \frac{\partial PE}{\partial x} = k(x - 2L\varphi) \cdot 1$$

$$\frac{\partial DE}{\partial \dot{x}} = C_1 \dot{x} \quad // \quad Q_x = 0$$

$$\boxed{m \ddot{x} + C_1 \dot{x} + kx - 2Lk\varphi = 0} \dots \textcircled{1}$$

$$\boxed{\underbrace{\frac{8}{3} mL^2 \ddot{\varphi} + C_2 L^2 \dot{\varphi}^2}_{J_0} + 4kL^2 \dot{\varphi} - 2kLx = M_0} \dots \textcircled{2}$$

Soru 3 devam)

$$J_0 \ddot{\varphi} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial K\bar{E}}{\partial \dot{\varphi}} \right)$$

$$\frac{\partial K\bar{E}}{\partial \varphi} = 0 \quad // \quad \frac{\partial PE}{\partial \varphi} = k(x - 2\ell\varphi) \cdot (-2\ell) \\ = -2kLx + 4L^2\varphi$$

$$\frac{\partial DE}{\partial \dot{\varphi}} = c_2 L^2 \dot{\varphi}$$

$$J_0 \ddot{\varphi} + c_2 L^2 \dot{\varphi} + 4kL^2\varphi - 2kLx = M_0$$

b)

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & \frac{8}{3}mL^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{\varphi} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 & 0 \\ 0 & c_2 L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x} \\ \dot{\varphi} \end{Bmatrix} + \dots$$

$$\begin{bmatrix} K & -2kL \\ -2kL & 4kL^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ \varphi \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ M_0 \end{Bmatrix}$$