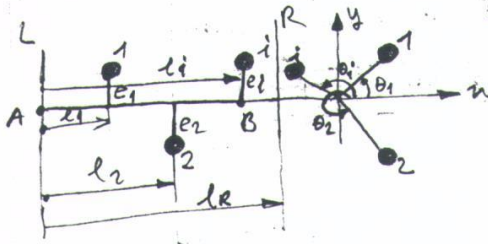


## - Dinamik Dengeleme -



$e_R, e_L$ : Dengeleme düzlemlerine karşılık dengelenen kütlelerin dönme eksenine dik uzaklıklarıdır.

|                                                                                     | $m_i$ | $e_i$ | $l_i$ | $m_i e_i$ | $\theta_i$ | $m_i e_i l_i$ | $m_i e_i \cos \theta_i$ | $m_i e_i \sin \theta_i$ | $F_{ix} \cdot l_i$ | $F_{iy} \cdot l_i$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------|------------|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| 1                                                                                   |       |       |       |           |            |               |                         |                         |                    |                    |
| 2                                                                                   |       |       |       |           |            |               |                         |                         |                    |                    |
| 1                                                                                   |       |       |       |           |            |               |                         |                         |                    |                    |
| $\Sigma F_{ix}$ $\Sigma F_{iy}$ $\Sigma F_{ix} \cdot l_i$ $\Sigma F_{iy} \cdot l_i$ |       |       |       |           |            |               |                         |                         |                    |                    |

$$\begin{aligned} \tan \theta_R &= \frac{-\Sigma F_{iy} \cdot l_i}{-\Sigma F_{ix} \cdot l_i} \\ \left. \begin{aligned} \Sigma F_{ix} + F_{Lx} + F_{Rx} &= 0 \\ \Sigma F_{iy} + F_{Ly} + F_{Ry} &= 0 \end{aligned} \right\} \tan \theta_L &= \frac{-(F_{Ry} + \Sigma F_{iy})}{-(F_{Rx} + \Sigma F_{ix})} \end{aligned}$$

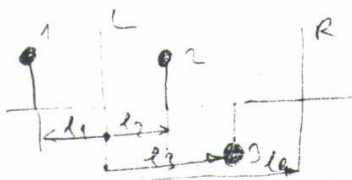
$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix}$ 
 $\begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix}$

$$\Sigma F_{ix} \cdot l_i + F_{Rx} \cdot l_R = 0 \Rightarrow m_R \text{ bulunur.}$$

dengeleme hızları.

$$\Sigma F_{ix} + F_{Lx} + F_{Rx} = 0 \Rightarrow m_L \text{ bulunur.} \quad F_{Rx} = m_R \cdot e_R \cdot \cos \theta_R$$

$$F_{Lx} = m_L \cdot e_L \cdot \cos \theta_L$$

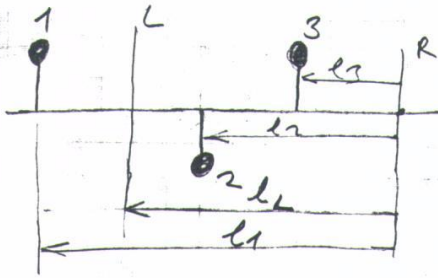


\*  $L$  düzleminin solunda dengeli kütleler varsa bunların  $L$  düzlemine uzaklığı ( $l_i$ ) negatif (-) alınır.

- $l_3$  (+) alınır.
- $l_2$  (+) " "
- $l_1$  (-) " "
- $l_R$  (+) " "

\* Sadece  $\theta_L$  ve  $\theta_R$  bulunacaksa önce  $L$  düzlemine göre sonra  $R$  düzlemine göre moment alınarak da sonucu görebiliriz.

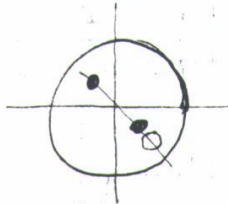
ne  
of hız  
nine



\*  $\theta_R$  bulunurken yamuklar şeklinde olduğu gibi eşitlikler alınır.

$$\tan \theta_L = \frac{-\sum F_{iy} \cdot l_i}{-\sum F_{ix} \cdot l_i} \text{ olur.}$$

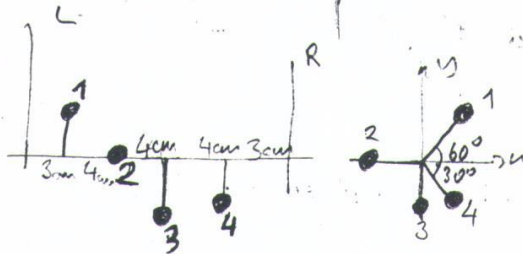
Dengeleme, hızla ilâveti ile yapılabileceği gibi kütle çıkarılması ile de yapılabilir. Çıkarılacak kütlelerin açısal konumları bulunur  $\theta_L$  ve  $\theta_R$  açılarına  $180^\circ$  eklenerek bulunur.



L ve R düzlemlerinde yatarak olmalıdır;

$$\frac{F_R}{F_L} = \frac{m_R \cdot e_R \cdot \omega^2}{m_L \cdot e_L \cdot \omega^2}$$

Örnekleme



Ölçüler cm

$$m_1 = m_2 = 0,5 \text{ kg}$$

$$m_3 = m_4 = 0,6 \text{ kg}$$

$$e_1 = e_2 = e_3 = e_4 = 4 \text{ cm}$$

Bu sistemin dinamik dengesi için L ve R düzlemlerine konacak kütlelerin miktarlarını ve açısal konumlarını bulunur.

$$e_R = e_L = 2 \text{ cm dir.}$$

|   | $m_i$ | $e_i$ | $m_i e_i$ | $l_i$ | $\theta_i$  | $F_{ix}$ $F_{iy}$                   |                                     | $F_{ix} \cdot l_i$ | $F_{iy} \cdot l_i$ | $m_i e_i \cdot l_i$ |
|---|-------|-------|-----------|-------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|   |       |       |           |       |             | $m_i \cdot e_i \cdot \cos \theta_i$ | $m_i \cdot e_i \cdot \sin \theta_i$ |                    |                    |                     |
| 1 | 0,5   | 4     | 2         | 3     | $60^\circ$  | 1                                   | 1,732                               | 3                  | 5,196              | 6                   |
| 2 | 0,5   | 4     | 2         | 7     | $180^\circ$ | -2                                  | 0                                   | -14                | 0                  | 14                  |
| 3 | 0,6   | 4     | 2,4       | 11    | $270^\circ$ | 0                                   | -2,4                                | 0                  | -26,4              | 26,4                |
| 4 | 0,6   | 4     | 2,4       | 15    | $30^\circ$  | 2,078                               | -1,2                                | 31,17              | -18                | 36                  |
|   |       |       |           |       |             | 1,078                               | -1,868                              | 20,17              | -39,204            |                     |

$$\tan \theta_R = \frac{-\sum F_{iy} \cdot l_i}{-\sum F_{ix} \cdot l_i} = \frac{+39,204}{-20,17} \Rightarrow \theta_R = -62,77^\circ$$

$$\theta_R = 180 - 62,77$$

$$\boxed{\theta_R = 117,23^\circ} \text{ olarak bulunur.}$$



$$\sum F_{ix} \cdot l_i + m_p \cdot e_p \cdot \cos \theta_R = 0$$

$$20,17 + m_p \cdot 2 \cdot \cos 117,33 \cdot 18 = 0 \quad 1,224 \text{ kg}$$

$$m_p = 0,94 \text{ kg} \quad \text{bulunur.}$$

$$\sum F_{ix} + F_{Lx} + F_{Rx} = 0$$

$$\sum F_{iy} + F_{Ly} + F_{Ry} = 0$$

$$F_{Rx} = m_p \cdot e_p \cdot \cos \theta_R = 0,94 \cdot 2 \cdot \cos 117,33$$

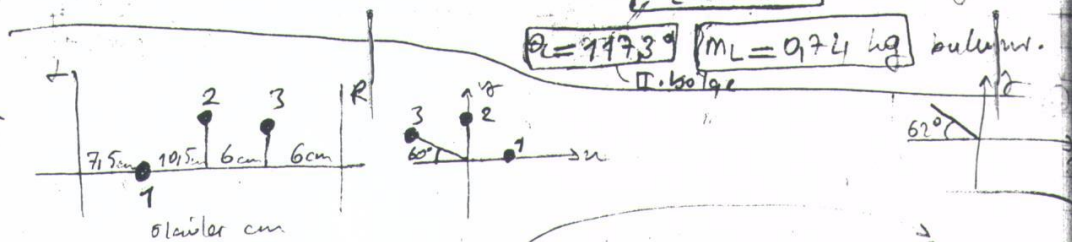
$$\tan \theta_L = \frac{-(\sum F_{iy} + F_{Ly})}{-(\sum F_{ix} + F_{Rx})} = \frac{+1,416}{-0,104}$$

$$F_{Ry} = m_p \cdot e_p \cdot \sin \theta_R = 0,94 \cdot 2 \cdot \sin 117,33$$

$$\theta_L = -62^\circ \quad \text{II. bölgede.}$$

$$\theta = 117,33^\circ \quad m_L = 0,74 \text{ kg} \quad \text{bulunur.}$$

Örnek 2:



$$m_1 = 10 \text{ kg} \\ e_1 = 2 \text{ cm} \\ m_2 = 8 \text{ kg} \\ e_2 = 3 \text{ cm} \\ m_3 = 6 \text{ kg} \\ e_3 = 2,5 \text{ cm}$$

|   | $m_i$ | $e_i$ | $\theta_i$ | $m_i e_i l_i$ | $F_{ix} l_i$ | $F_{iy} l_i$ | $l_i$ |
|---|-------|-------|------------|---------------|--------------|--------------|-------|
| 1 | 10    | 2     | 0          | 150           | 150          | 0            | 7,5   |
| 2 | 8     | 3     | 90         | 432           | 0            | 432          | 18    |
| 3 | 6     | 2,5   | 120        | 360           | -180         | 311,72       | 24    |
|   |       |       |            |               | -30          | 743,72       |       |

L ve R düğümlerine konacak kütlelerin ağırlık momentlerini bulunur.

Not: Burada  $e_R$  ve  $e_L$  verilmediği için  $m_R, m_L$  bulunmaz.

$$\tan \theta_R = \frac{-(743,72)}{-(-30)} = \frac{-743,72}{+30} =$$

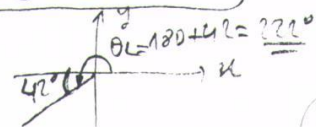
$$\theta_R = -87,7 + 360$$

$$\theta_R = 272,3^\circ \quad \text{bulur} \quad \text{IV. bölge}$$

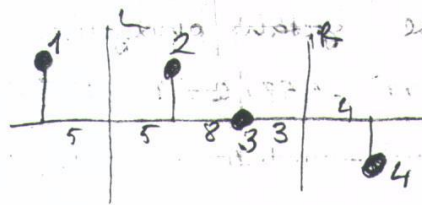
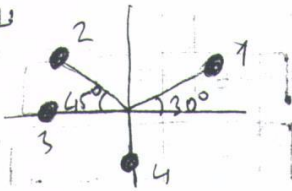
|   | $m_i$ | $e_i$ | $l_i$ | $\theta_i$ | $m_i e_i l_i$ | $F_{ix} l_i$ | $F_{iy} l_i$ |
|---|-------|-------|-------|------------|---------------|--------------|--------------|
| 1 | 10    | 2     | 22,5  | 0          | 450           | 450          | 0            |
| 2 | 8     | 3     | 12    | 90         | 288           | 0            | 288          |
| 3 | 6     | 2,5   | 6     | 120        | 90            | -45          | 77,94        |
|   |       |       |       |            | 405           | 365,94       |              |

$$\tan \theta_L = \frac{-(365,94)}{-(405)} \Rightarrow \theta_L = 42 + 180 \Rightarrow \theta_L = 222^\circ \quad \text{bulur}$$

(ilmişide  $\rightarrow$  olduğu için  $\theta_L$  III. bölgede)



Soru:



$$\begin{aligned} m_1 &= 1 \text{ kg} & e_1 &= 3 \text{ cm} \\ m_2 &= 0,5 \text{ kg} & e_2 &= 3 \text{ cm} \\ m_3 &= 0,8 \text{ kg} & e_3 &= 2 \text{ cm} \\ m_4 &= 1,2 \text{ kg} & e_4 &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ölçüler cm,  
 $e_R = e_L = 2,5 \text{ cm}$

Şekildeki milde dinamik dengeleme yapmak için L ve R düzlemlerine konulacak kütleler ve ağırlık konumlarını bulunuz. bu düzlemlerde yatay olarak 2500 d/d'da yataklara ne kadar kuvvet tesir eder.

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 30^\circ & l_1 &= -5 \\ \theta_2 &= 135^\circ & l_2 &= 5 \\ \theta_3 &= 180^\circ & l_3 &= 13 \\ \theta_4 &= 270^\circ & l_4 &= 20 \\ & & l_R &= 16 \end{aligned}$$

|   | $m_i$ | $l_i$ | $\theta_i$ | $e_i$ | $m_i \cdot e_i \cdot l_i$ | Fix    | Fix  | Fix $l_i$ | Fix $l_i$ |
|---|-------|-------|------------|-------|---------------------------|--------|------|-----------|-----------|
| 1 | 1     | -5    | 30°        | 3     | -15                       | 2,598  | 1,5  | -13       | -7,15     |
| 2 | 0,5   | 5     | 135°       | 3     | 7,15                      | -1,06  | 1,06 | -5,13     | 5,13      |
| 3 | 0,8   | 13    | 180°       | 2     | 20,18                     | -1,16  | 0    | -20,18    | 0         |
| 4 | 1,2   | 20    | 270°       | 2     | 4,8                       | 0      | -2,4 | 0         | -4,8      |
|   |       |       |            |       |                           | -0,062 | 0,16 | -39,1     | -59,2     |

$$\tan \theta_R = \frac{-(\sum \text{Fix} \cdot l_i)}{-(\sum \text{Fix} \cdot l_i)} = \frac{-(-59,2)}{-(-39,1)} = \frac{59,2}{39,1} \Rightarrow \theta_R = 52^\circ \text{ I. bölgede.}$$

$$\sum \text{Fix} \cdot l_i + m_R \cdot e_R \cdot \cos \theta_R = 0$$

$$m_R = \frac{39,1}{2,5 \cdot 16 \cdot \cos 52} \Rightarrow m_R = 1,58 \text{ kg}$$

$$\tan \theta_L = \frac{-(\sum \text{Fix} + F_{Ry})}{-(\sum \text{Fix} + F_{Rx})}$$

$$F_{Ry} = m_R \cdot e_R \cdot \sin \theta_R = 1,58 \cdot 2,5 \cdot \sin 52$$

$$F_{Ry} = 3,11 \text{ N}$$

$$F_{Rx} = 1,58 \cdot 2,5 \cdot \cos 52$$

$$F_{Rx} = 2,43 \text{ N}$$

$$\tan \theta_L = \frac{-(0,16 + 3,11)}{-(-0,062 + 2,43)} = \frac{-3,27}{-2,368}$$

$$\theta_L = 54 + 180^\circ \text{ (III. bölgede)}$$

$$\theta_L = 234^\circ$$

$$\sum \text{Fix} + m_L \cdot e_L \cdot \cos \theta_L + m_R \cdot e_R \cdot \cos \theta_R = 0$$

$$-0,062 + 2,43 + m_L \cdot 2,5 \cdot \cos 234 = 0$$

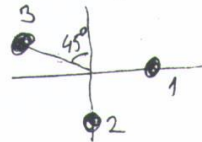
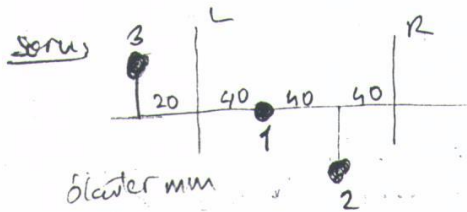
$$m_L = 1,61 \text{ kg bulunur.}$$



J ve R'de yatakları absaydı,

$$F_R = m_R \cdot e_R \cdot \omega^2 = 1,58 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{\pi 2500}{30}\right)^2 \Rightarrow F_R = 2707,3 \text{ N}$$

$$F_L = m_L \cdot e_L \cdot \omega^2 = 1,61 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{\pi 2500}{30}\right)^2 \Rightarrow F_L = 2758,7 \text{ N}$$



$$m_1 = m_2 = m_3 = 1 \text{ kg.}$$

$$e_1 = e_2 = e_3 = 10 \text{ cm.}$$

$$m_R = m_L = 0,5 \text{ kg.}$$

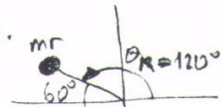
Sistemin milde dinamik denge için J ve R dönmelerine dengelene kütleler hangi ağırlık konumunda ve dönme ekseninden ne kadar uzakta konmalıdır?

|   | $m_i$ | $l_i$ | $\theta_i$ | $e_i$ | $m_i \cdot e_i$ | $m_i \cdot e_i \cdot l_i$ | $F_{ix}$ | $F_{iy}$ | $F_{ix} \cdot l_i$ | $F_{iy} \cdot l_i$ |
|---|-------|-------|------------|-------|-----------------|---------------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|
| 1 | 1     | 4     | 0          | 1     | 1               | 4                         | -1       | 0        | 4                  | 0                  |
| 2 | 1     | 8     | 270        | 1     | 1               | 8                         | 0        | -1       | 0                  | -8                 |
| 3 | 1     | -2    | 135        | 1     | 1               | -2                        | -0,707   | +0,707   | 1,414              | -1,414             |
|   |       |       |            |       |                 |                           | 0,293    | -0,293   | 5,414              | -9,414             |

$$\tan \theta_R = \frac{-(-9,414)}{-(5,414)} = \frac{9,414}{-5,414} \Rightarrow \theta_R = -60 + 180 \text{ (II. bölgede)}$$

$$\theta_R = 120^\circ$$

bulunur.



$$\sum F_{ix} \cdot l_i + m_R \cdot e_R \cdot \cos \theta_R = 0$$

$$5,414 + 0,5 \cdot e_R \cdot 12 \cdot \cos 120 = 0$$

$$e_R = 1,8 \text{ cm}$$

$$F_{Rx} = 0,5 \cdot 1,8 \cdot \cos 120 = F_{Rx} = -0,45$$

$$F_{Ry} = 0,5 \cdot 1,8 \cdot \sin 120 = F_{Ry} = 0,78$$

$$\tan \theta_L = \frac{-(-0,293 + 0,78)}{-(0,293 - 0,45)} = \frac{-0,487}{+0,157} \Rightarrow \theta_L = -72,1 + 360^\circ \text{ (IV. bölgede)}$$

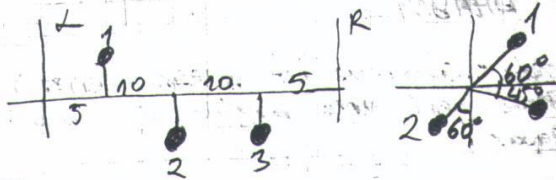
$$\theta_L = 287,9^\circ$$

$$\sum F_{ix} + F_{Rx} + F_{Lx} = 0$$

$$0,293 - 0,45 + m_L \cdot e_L \cdot \cos \theta_L = 0 \Rightarrow e_L = 1,02 \text{ cm}$$

bulunur.

Soru:



Ölçüler an

$$\begin{aligned} m_1 &= 0,2 \text{ kg} & e_1 &= e_3 = 2 \text{ cm} & m_R &= ? \\ m_2 &= 0,4 \text{ kg} & e_2 &= 3 \text{ cm} & m_L &= ? \\ m_3 &= 0,3 \text{ kg} & e_R &= e_L = 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Şekildeki mük dengelemeli iken e ve R düzlemlerinden çıkartılması gereken kütlelerin ağırlık konumlarını ve miktarlarını bul.

İsme  
2020

|   | $m_i$ | $e_i$ | $\theta_i$ | $l_i$ | $m_i \cdot e_i \cdot l_i$ | $F_{ix}$ | $F_{iy}$ | $F_{ix} \cdot l_i$ | $F_{iy} \cdot l_i$ |
|---|-------|-------|------------|-------|---------------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|
| 1 | 0,2   | 2     | 60         | 5     | 2                         | 0,2      | 0,346    | 1                  | 1,732              |
| 2 | 0,4   | 3     | 210        | 15    | 18                        | -1,039   | -0,6     | -15,58             | -9                 |
| 3 | 0,3   | 2     | 315        | 25    | 15                        | 0,424    | -0,424   | 10,6               | -10,6              |
|   |       |       |            |       |                           | -0,415   | -0,677   | -3,98              | -17,868            |

$$\tan \theta_R = \frac{-(-17,868)}{-(-3,98)} = \frac{17,868}{3,98} \Rightarrow \theta_R = 77,4^\circ \text{ (I. bölgede)}$$

$$\sum F_{ix} \cdot l_i + m_R \cdot e_R \cdot l_R \cdot \cos \theta_R = 0$$

$$-3,98 + m_R \cdot 30 \cdot \cos 77,4 = 0 \Rightarrow m_R = 0,3 \text{ kg bulunur.}$$

$\theta = 120^\circ$

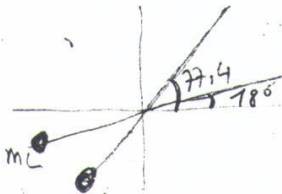
$$F_{Rx} = 0,3 \cdot 2 \cdot \cos 77,4 = 0,585 \quad F_{Ry} = 0,3 \cdot 2 \cdot \sin 77,4$$

$$F_{Ry} = 0,13$$

$$\tan \theta_L = \frac{-(-0,677 + 0,585)}{-(-0,415 + 0,13)} \Rightarrow \theta_L = 18^\circ \text{ (I. bölgede) bulunur.}$$

ölçüde)

$$-0,145 + 0,13 + m_L \cdot 2 \cdot \cos 18 = 0 \Rightarrow m_L = 0,15 \text{ kg}$$



41 karışık  
kütles.

$m_L, m_R$ : 41 karışık kütles.

$$\theta_R = 257,4^\circ \quad \theta_L = 198^\circ \text{ olur.}$$

2 39