

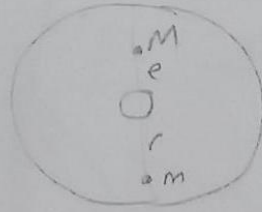
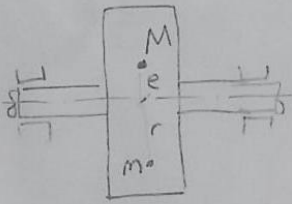
DÖNEL ROTORLARIN DENGELENMESİ.

①

Rotorlar, dönel kütledir. Rotorun manyu eksenine dönmeye elverişlidir.

Statik Dengeleme:

Dönmeye eksenine ile rotor kütlesi merkezinin ortasına getirilmelidir. Bu tür dengeleme teke dengeleme yapılır. Statik dengeleme kütlesi ilavesi veya çıkarılması ile yapılır.

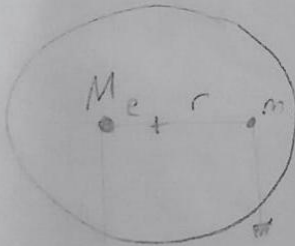


$$M \cdot e = m \cdot r$$

Rotor kütlesi Dengeleme kütlesi

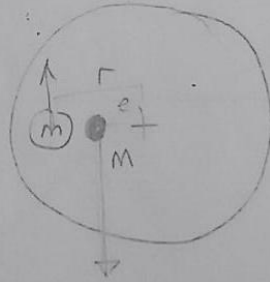


Eğer kütlesi ilavesiyle dengeleme yapılacaksa, ilk kütlesi merkezi ile teke arasında olmalıdır. Eğer kütlesi çıkarılması ile yapılacaksa, ilk kütlesi merkezi aynı teke arasında olmalıdır.



$$M \cdot e = m \cdot r$$

Kütlesi ilavesi



$$M \cdot e = m \cdot r$$

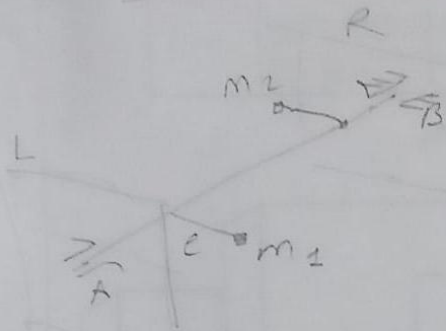
Kütlesi çıkarılması

~~180° ile açı farkıdır.~~

Statik dengeleme yapılmakla dinamik dengeleme yapılmaz.

Dinamik Deneyene

(2)

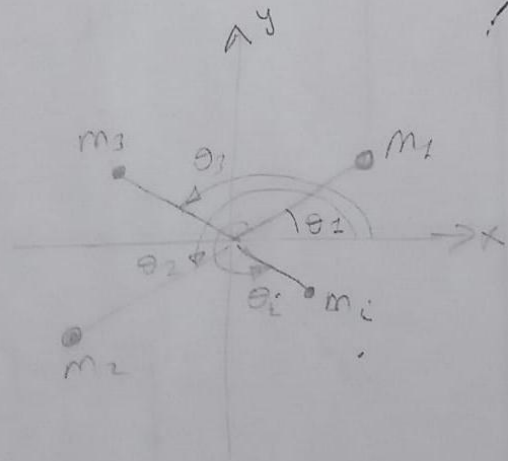
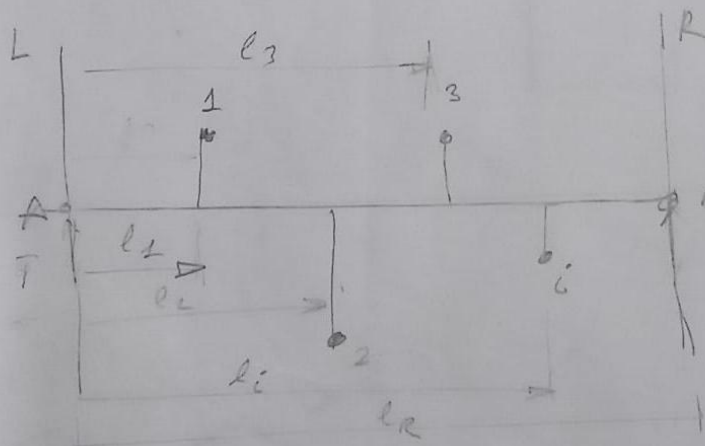


$m_1 = m_2$ olursa mil statik olarak dengelidir. Fakat dinamik olarak dengesizdir.

Dinamik deneyene için (a) hem dengeyi kökten merkeziye kuvvetlerin toplamı sıfır yapılır, (b) böylece L ve R doğrularına göre momentlerin toplamı sıfır yapılır.

$$\sum \vec{F}_i = 0 \quad : \text{Merkeziye kuvvetlerin toplamı.}$$

$$\sum \vec{M}_i = 0 \quad : \text{Momentlerin toplamı.}$$



$$\left. \begin{aligned} \sum F_{ix} &= 0 \\ \sum F_{iy} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{Merkeziye kuvvetlerin elemanları} \\ \text{dengelemesi iz dördüncü}$$

$$F_1 = m_1 \cdot e_1 \cdot \omega^2$$

$$F_2 = m_2 \cdot e_2 \cdot \omega^2$$

$$F_3 = m_3 \cdot e_3 \cdot \omega^2$$

Hesaplama

$$a_n = r \cdot \omega^2$$

Adetleri kuvveti

$$F = m a_n \rightarrow m \cdot r \cdot \omega^2$$

(3)

$$\sum \vec{F}_{ix} \Rightarrow, \sum \vec{F}_{iy} \Rightarrow$$

$$F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{ix} + F_{Rx} + F_{Lx} = 0 \quad (1)$$

Sap ve sol tarafta
belirli bir düzlemde kuvvetlerin toplamı
dengeleyici kuvvetler.

$$F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{iy} + F_{Ry} + F_{Ly} = 0 \quad (2)$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \theta_1 = m_1 \cdot r_1 \cdot \omega^2 \cdot \cos \theta_1$$

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin \theta_1 = m_1 \cdot r_1 \cdot \omega^2 \cdot \sin \theta_1$$

(1) ve (2) denklemlerinden ω ları tahmin edilebilir.

[Hata/belirsizlik]

$$\omega \cdot a + \omega \cdot b = 0 \Rightarrow \omega(a+b) = 0$$

$$\omega \neq 0$$

$$a+b=0$$

yanılabılır.

Denklemler şu hale gelir.

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 + \dots + m_i \cdot r_i \cdot \cos \theta_i + F_{Rx} + F_{Lx} = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 + \dots + m_i \cdot r_i \cdot \sin \theta_i + F_{Ry} + F_{Ly} = 0$$

$$\sum \vec{M}_A = 0$$

$$F_{1x} \cdot l_1 + F_{2x} \cdot l_2 + \dots + F_{ix} \cdot l_i + F_{Rx} \cdot l_R = 0$$

$$F_{1y} \cdot l_1 + F_{2y} \cdot l_2 + \dots + F_{iy} \cdot l_i + F_{Ry} \cdot l_R = 0$$

$$\sum F_{ix} \cdot l_i + F_{Rx} \cdot l_R = 0$$

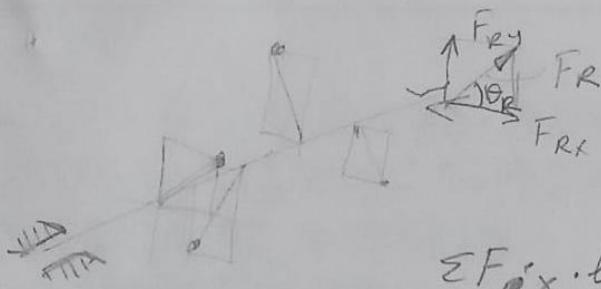
$$\sum F_{iy} \cdot l_i + F_{Ry} \cdot l_R = 0$$

$$\frac{F_{Ry} \cdot l_R}{F_{Rx} \cdot l_R} = \frac{-\sum F_{iy} \cdot l_i}{-\sum F_{ix} \cdot l_i} \Rightarrow$$

$$\frac{F_{Ry}}{F_{Rx}} = \frac{\sum F_{iy} \cdot l_i}{\sum F_{ix} \cdot l_i} = \tan \theta_R$$

Bu oran
Oran
kullanılır.

(4)



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

Burada Sağ taraftaki dürtme
kuvveti dengesizliği kütlesi m_R olur
ve bunun Sağ taraftaki kuvveti
ağı θ_R olur.

Şimdi sol tarafta kuvveti dengesizliği kütleye ağı
bulalım.

$$\sum M_B = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_{ix} l_i + F_{Lx} \cdot l_L &= 0 \\ \sum F_{iy} l_i + F_{Ly} \cdot l_L &= 0 \end{aligned} \right\} \frac{F_{Ly} \cdot l_L}{F_{Lx} \cdot l_L} = \frac{-\sum F_{iy} \cdot l_i}{-\sum F_{ix} \cdot l_i}$$

$$\frac{F_{Ly}}{F_{Lx}} = \frac{\sum F_{iy} \cdot l_i}{\sum F_{ix} \cdot l_i} = \tan \theta_L \text{ olur. Buradan } \theta_L \text{ bulunur.}$$

$$\sum F_{ix} \cdot l_i + F_{Lx} \cdot l_L = 0$$

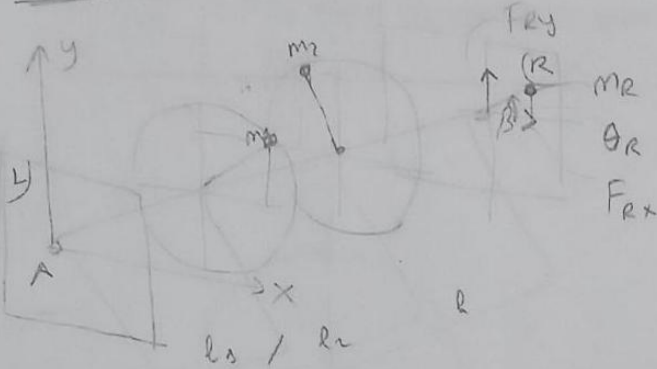
$$\sum F_{ix} \cdot l_i + m_L \cdot F_L \cdot \cos \theta_L \cdot l_L = 0$$

Buradan m_L bulunur.

DİNAMİK DENGELEME

1

Özet



merkez hız kuvveti:

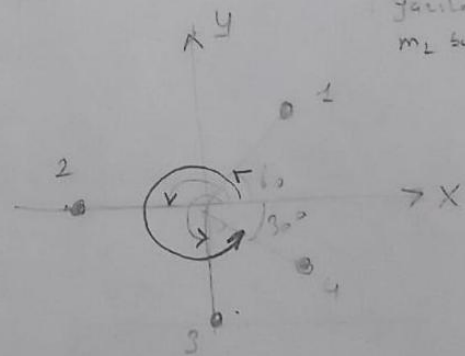
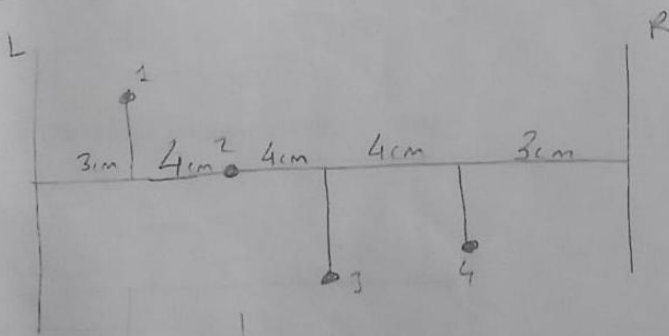
$$F_n = m a_n = m \cdot r \omega^2$$

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_i &= 0 \Rightarrow \begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} + F_{Rx} + F_{Lx} = 0 \quad (1) \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} + F_{Ry} + F_{Ly} = 0 \quad (2) \end{cases} \\ \sum \vec{M} &= 0 \Rightarrow \begin{cases} \sum M_A = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} \cdot l_i + F_{Rx} \cdot l = 0 \quad (3) \\ \sum M_{Ay} = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} \cdot l_i + F_{Ry} \cdot l = 0 \quad (4) \\ \sum M_{Bx} = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} (l_i) + F_{Lx} \cdot l = 0 \quad (5) \\ \sum M_{By} = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} (l_i) + F_{Ly} \cdot l = 0 \quad (6) \end{cases} \end{aligned}$$

(1) ve (2) de yerlerine yazılarak θ_L bulunur.
(3) de yerine yazılarak m_R bulunur.
Daha sonra (4) ve (5) de yerine yazılarak m_L bulunur.
(6) de yerine yazılarak m_L bulunur.

Tüm denklemlerde ω lar birbirine dengiştir.

Örnek



Ölçüler:

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

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

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 4 \text{ cm}$$

$$r_R = r_L = 2 \text{ cm}$$

Bu maddenin dinamik değeri için L ve R dış kuvvetlere karşılık gelen momentlerini ve ağırlık kuvvetlerini bulunuz.

$$M_R = ? \text{ ve } M_L = ? \quad \theta_L = ? \text{ ve } \theta_R = ?$$

(2)

$$\underline{\sum M_{Ax} = 0} \quad F_{1x} \cdot l_{1A} + F_{2x} \cdot l_{2A} + F_{3x} \cdot l_{3A} + F_{4x} \cdot l_{4A} + F_R \cdot l = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot l + m_2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 \cdot l + m_3 \cdot r_3 \cdot \cos \theta_3 \cdot l + m_4 \cdot r_4 \cdot \cos \theta_4 \cdot l + m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R \cdot l = 0$$

$$0,5 \cdot 4 \cdot \cos 60 \cdot 3 + 0,5 \cdot 4 \cdot \cos 180 \cdot 7 + 0,6 \cdot 4 \cdot \cos 270 \cdot 11 + 0,6 \cdot 4 \cdot \cos 330 \cdot 15 + m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R \cdot l = 0$$

$$20,176 + m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R \cdot l = 0 \quad \dots (1)$$

$$\underline{\sum M_{Ay} = 0} \quad F_{1y} \cdot l_{1A} + F_{2y} \cdot l_{2A} + F_{3y} \cdot l_{3A} + F_{4y} \cdot l_{4A} + F_{Ry} \cdot l = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot l + m_2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 \cdot l + m_3 \cdot r_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot l + m_4 \cdot r_4 \cdot \sin \theta_4 \cdot l + m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l = 0$$

$$0,5 \cdot 4 \cdot \sin 60 \cdot 3 + 0,5 \cdot 4 \cdot \sin 180 \cdot 7 + 0,6 \cdot 4 \cdot \sin 270 \cdot 11 + 0,6 \cdot 4 \cdot \sin 330 \cdot 15 + m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l = 0$$

$$-39,203 + m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l = 0$$

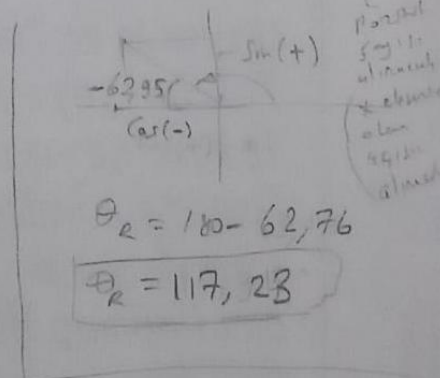
$$\frac{m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l}{m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R \cdot l} = \frac{39,203}{-20,176} \Rightarrow \tan \theta_R = -1,948 \Rightarrow \theta_R = -62,76$$

(1) de yine yazalım.

$$m_R \cdot 2 \cdot \cos \theta_R \cdot 18 = -1,8098$$

$$m_R = \frac{-20,176}{2 \cdot \cos 117,23 \cdot 18} = 1,224 \text{ kg}$$

$$m_R = 1,224 \text{ kg}$$



3

② ve ③ denklemlerde yerine yazalım.

$$\sum \vec{F}_x = 0 \text{ dm} \quad \sum F_{Lx} + F_{Rx} + F_{Lx} = 0$$

$$\underbrace{m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 + m_3 \cdot r_3 \cdot \cos \theta_3 + m_4 \cdot r_4 \cdot \cos \theta_4}_{\sum F_{Lx}} + \underbrace{m_R \cdot R \cdot \cos \theta_R}_{F_{Rx}} + F_{Lx} = 0$$

$$1,0784 - 1,12 + F_{Lx} = 0 \Rightarrow \boxed{F_{Lx} = +0,0417}$$

$$\sum \vec{F}_y = 0 \text{ dm} \quad \sum F_{Ly} + F_{Ry} + F_{Ly} = 0$$

$$\underbrace{m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 + m_3 \cdot r_3 \cdot \sin \theta_3 + m_4 \cdot r_4 \cdot \sin \theta_4}_{\sum F_{Ly}} + \underbrace{m_R \cdot R \cdot \sin \theta_R}_{F_{Ry}} + F_{Ly} = 0$$

$$-1,867 + 2,276 + F_{Ly} = 0 \Rightarrow \boxed{F_{Ly} = -0,3097}$$

$$\frac{F_{Ly}}{F_{Lx}} = \frac{m_L \cdot r_L \cdot \sin \theta_L}{m_L \cdot r_L \cdot \cos \theta_L} = \tan \theta_L = \frac{-0,3097}{0,0417} = -7,426$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta_L = -82,331}$$

pozitif
suyuşu
atmosfer
x-eksenine
olacak
atmosfer

② de yine kuralım

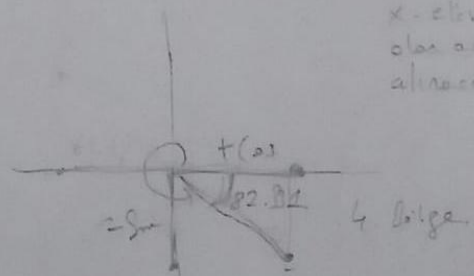
$$\sum F_{Lx} \cdot R_L + F_{Rx} + F_{Lx} = 0$$

$$-0,0417$$

$$m_L \cdot r_L \cdot \cos \theta_L = +0,0417$$

$$m_L \cdot 2 \cdot \cos(277,668) = +0,0417$$

$$m_L = \frac{0,0417}{2 \cdot \cos(277,668)} = 0,156$$

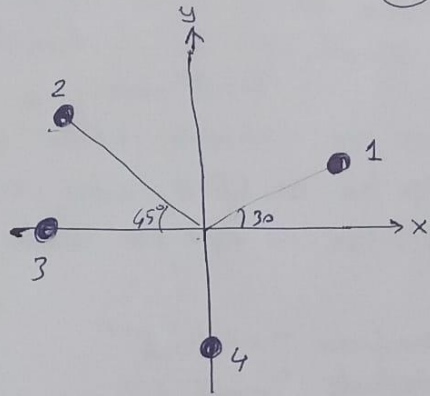
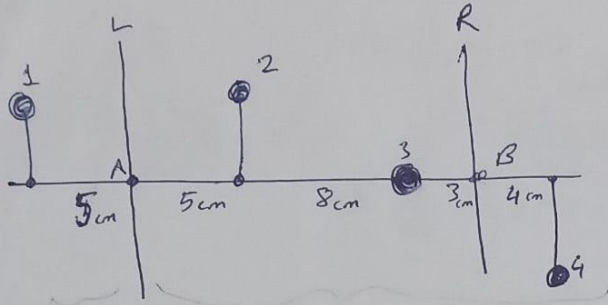


$$\theta_L = 360 - 82,331$$

$$\boxed{\theta_L = 277,668}$$

$$\boxed{m_L = 0,156 \text{ kg}}$$

Soru :



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

$$r_1 = 3 \text{ cm}$$

$$r_R = 2.5 \text{ cm.}$$

$$m_2 = 0.5 \text{ kg.}$$

$$r_2 = 3 \text{ cm.}$$

$$r_L = 2.5 \text{ cm}$$

$$m_3 = 0.8 \text{ kg.}$$

$$r_3 = 2 \text{ cm}$$

$$m_4 = 1.2 \text{ kg.}$$

$$r_4 = 2 \text{ cm.}$$

$$\theta_1 = 30^\circ$$

$$l_{1A} = 5 \text{ cm}$$

$$l = 16$$

$$\theta_2 = 135^\circ$$

$$l_{2A} = 5 \text{ cm}$$

$$\theta_3 = 180^\circ$$

$$l_{3A} = 13 \text{ cm.}$$

$$\theta_4 = 270^\circ$$

$$l_{4A} = 20 \text{ cm.}$$

Sevkiyetleri verilen dört kütle L ve R desteklerine konulacak. Kütleler ve destek konumlarını bulunuz. Bu durumda yatay dengeli 2500 d/d den yataylara ne kadar kuvvet kesir edilir?

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} + F_{Rx} + F_{Lx} = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} + F_{Ry} + F_{Ly} = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow \sum M_{Ax} = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} \cdot l_{iA} + F_{Rx} \cdot l = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_{Ay} = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} \cdot l_{iA} + F_{Ry} \cdot l = 0 \quad (4)$$

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow \sum M_{Bx} = 0 \Rightarrow \sum F_{ix} \cdot l_{iB} + F_{Lx} \cdot l = 0 \quad (5)$$

$$\sum M_{By} = 0 \Rightarrow \sum F_{iy} \cdot l_{iB} + F_{Ly} \cdot l = 0 \quad (6)$$

(3) $\overset{+ \curvearrowright}{\text{den.}} \sum M_{AX} = 0$

(2)

$$\sum F_{ix} \cdot l_{iA} + F_{RX} \cdot l = 0$$

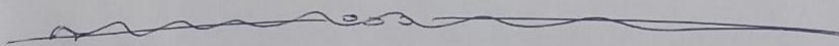
$$- m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 \cdot l_{1A} + m_2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 \cdot l_{2A} + m_3 \cdot r_3 \cdot \cos \theta_3 \cdot l_{3A} + m_4 \cdot r_4 \cdot \cos \theta_4 \cdot l_{4A} + m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R \cdot l = 0.$$

$$- 1 \cdot 3 \cdot \cos 30 \cdot 5 + 0,5 \cdot 3 \cdot \cos 135 \cdot 5 + 0,8 \cdot 2 \cdot \cos 180 \cdot 13 + 1,2 \cdot 2 \cdot \cos 270 \cdot 20 + m_R \cdot 2,5 \cdot \cos \theta_R \cdot 16 = 0.$$

$$- 39,09 + 40 \cdot m_R \cdot \cos \theta_R = 0.$$

(4) $\overset{+ \curvearrowright}{\text{den.}} \sum M_{AY} = 0$

$$\sum F_{iy} \cdot l_{iA} + F_{RY} \cdot l = 0.$$

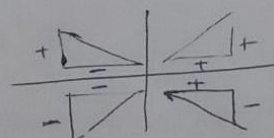


$$- m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 \cdot l_{1A} + m_2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 \cdot l_{2A} + m_3 \cdot r_3 \cdot \sin \theta_3 \cdot l_{3A} + m_4 \cdot r_4 \cdot \sin \theta_4 \cdot l_{4A} + m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R \cdot l = 0$$

$$- 1 \cdot 3 \cdot \sin 30 \cdot 5 + 0,5 \cdot 3 \cdot \sin 135 \cdot 5 + 0,8 \cdot 2 \cdot \sin 180 \cdot 13 + 1,2 \cdot 2 \cdot \sin 270 \cdot 20 + m_R \cdot 2,5 \cdot \sin \theta_R \cdot 16 = 0$$

$$- 50,19 + 40 \cdot m_R \cdot \sin \theta_R = 0$$

$$\frac{40 \cdot m_R \cdot \sin \theta_R}{40 \cdot m_R \cdot \cos \theta_R} = \frac{50,19}{39,09} \Rightarrow \tan \theta_R = 1,283 \Rightarrow \boxed{\theta_R = 52^\circ}$$



I. Böge
 $\theta_R = 52$

(3)

(3) de yeniye yazarısa.

$$-39,09 + 40 \cdot m_R \cdot \cos 52 = 0 \Rightarrow \boxed{m_R = 1,587 \text{ kg.}}$$

(1) ve (2) der.

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

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \cos \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 + m_3 \cdot r_3 \cdot \cos \theta_3 + m_4 \cdot r_4 \cdot \cos \theta_4 \\ + m_R \cdot r_R \cdot \cos \theta_R + m_L \cdot r_L \cdot \cos \theta_L = 0$$

$$1 \cdot 3 \cdot \cos 30 + 0,5 \cdot 3 \cdot \cos 135 + 0,8 \cdot 2 \cdot \cos 180 + 1,2 \cdot 2 \cdot \cos 270 \\ + 1,587 \cdot 2,5 \cdot \cos 52 + m_L \cdot 2,5 \cdot \cos \theta_L = 0$$

$$\underline{2,38 + 2,5 \cdot m_L \cdot \cos \theta_L = 0}$$

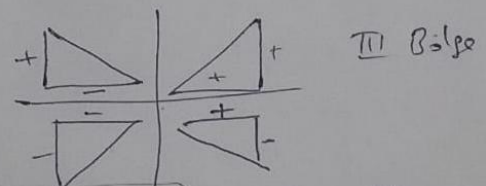
$$\Sigma F_{iy} + F_{Ry} + F_{Ly} = 0$$

$$m_1 \cdot r_1 \cdot \sin \theta_1 + m_2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 + m_3 \cdot r_3 \cdot \sin \theta_3 + m_4 \cdot r_4 \cdot \sin \theta_4 \\ m_R \cdot r_R \cdot \sin \theta_R + m_L \cdot r_L \cdot \sin \theta_L = 0$$

$$1 \cdot 3 \cdot \sin 30 + 0,5 \cdot 3 \cdot \sin 135 + 0,8 \cdot 2 \cdot \cos 180 + 1,2 \cdot 2 \cdot \cos 270 \\ + 1,587 \cdot 2,5 \cdot \cos 52 + m_L \cdot 2,5 \cdot \sin \theta_L = 0$$

$$3,4 + 2,5 \cdot m_L \cdot \sin \theta_L = 0$$

$$\frac{2,5 \cdot m_L \cdot \sin \theta_L}{2,5 \cdot m_L \cdot \cos \theta_L} = \tan \theta_L = \frac{-3,4}{-2,38} = 1,429 \Rightarrow \theta_L = 55^\circ$$



(1) de yeniye yazarın

$$2,38 + 2,5 \cdot m_L \cdot \cos 235 = 0$$

$$\boxed{m_L = 1,659}$$

L ve R de yataklar olacağı.

$$F_R = m_R \cdot r_R \cdot \omega^2 = 1,587 \cdot 2,5 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 2500}{30}\right)^2$$

$$F_L = m_L \cdot r_L \cdot \omega^2 = 1,659 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 2500}{30}\right)^2$$

$$F_L = m_L \cdot r_L \cdot \omega^2 = 1,659 \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 2500}{30}\right)^2$$

$$\theta_L = 55 + 180$$

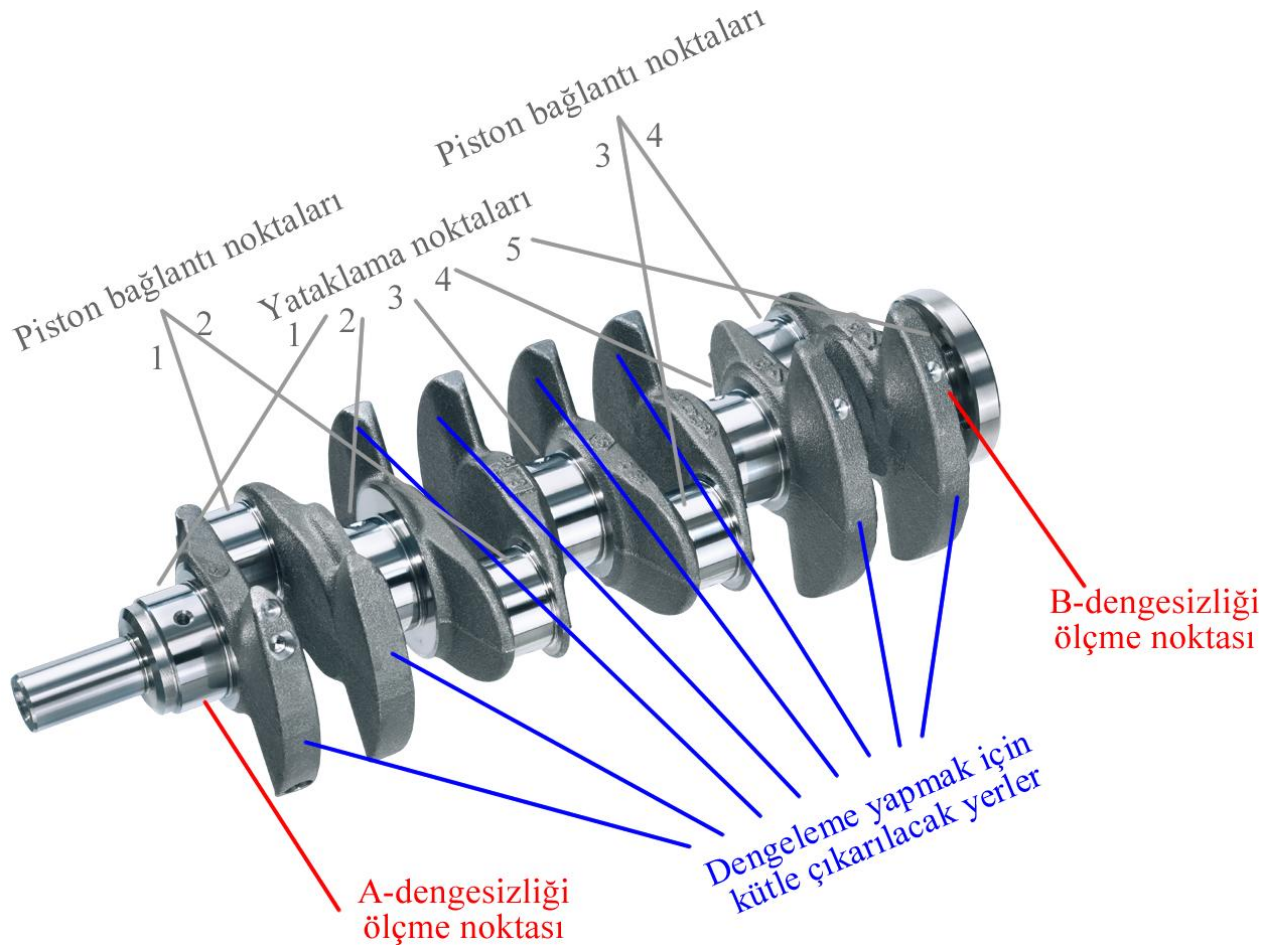
$$\boxed{\theta_L = 235^\circ}$$

ÖDEVLER

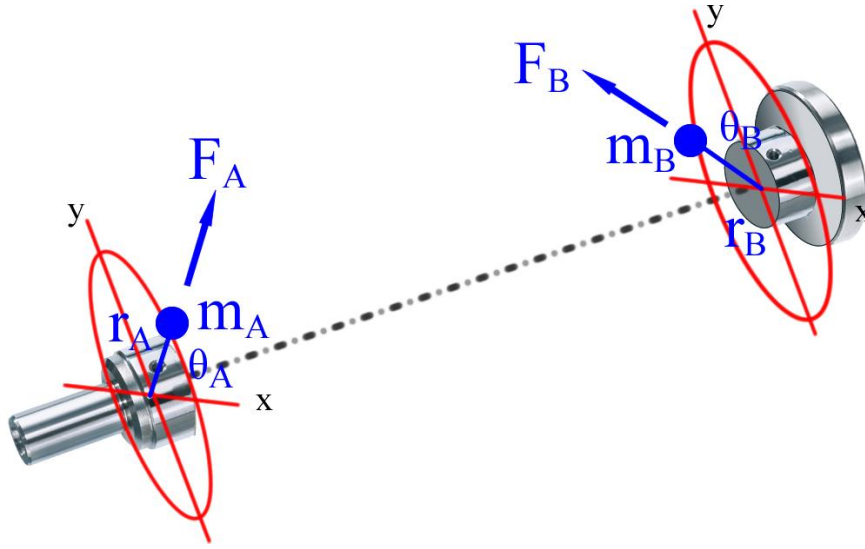
Ödev 1

Aşağıdaki gibi bir krankı Solidworkste çizin. Çizdiğiniz bu krank büyük bir ihtimalle dengesiz olacaktır. Dengesiz olması için bazı ölçüleri ve açıları biraz değiştirin. Çok fazla dengesiz olmasın (dengelemek için büyük kütle çıkarmak gerekmesin). Fakat dengesizliği oluşturan kütle yerlerinin nereler olduğunu bilmek imkansız olsun. Gerçek dünyada bu krankı ürettikten sonra nerelerin dengesizlik oluşturduğunu bilemeyiz.

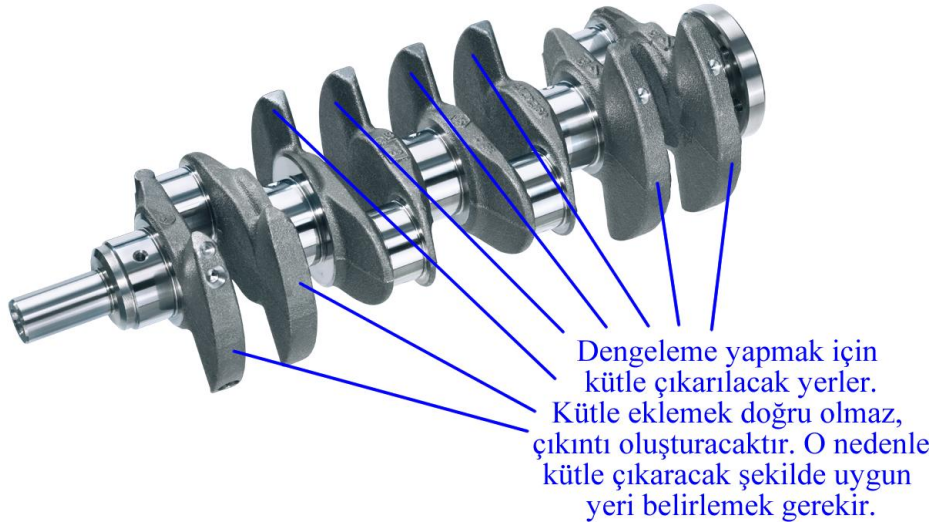
Peki solidworks'te ve gerçek dünyada bu krankı dengelemek için ne yapacağız? Bunun için Solidworkte A ve B noktalarından yataklayalım. Yani motion analiz (Hareket analizi yaparken) bu kısımlardan yataklayalım (Nasıl yapıldığını öğrenmek için ders videosuna bakın). Mili solidworkte döndürürken A ve B yataklarına gelen kuvvetlerin büyüklüğü ve açıları ölçülebilecektir.



A ve B noktalarına gelen kuvvetlerin büyüklüğünü biliyorsak (F_A , F_B) bu kuvvetleri oluşturan kütleleri temsili olarak bulabiliriz. r_A ve r_B yarıçaplarını belli bir değer olarak kendimiz alırsak $F_A = m_A \cdot r_A \cdot \omega^2$ merkez kaç formülünden bulabiliriz. θ_A ve θ_B açıları kuvvetlerin yönü ile aynı olur. Bu durumda sanki mil dengeli fakat bu iki kütle mili dengesiz yapıyormuş gibi bir durum ortaya çıkar. Yani problem bildiğimiz bir şekle dönüştürmüş olur. Bu durumda yukarıda ders notlarındaki formülleri kullanarak kütle bağlayacağımız yada çıkaracağımız yerleri belirlersek dengeleme için gerekli hesabı yapabiliriz. Bu durumu temsilen çizecek olursak aşağıdaki gibi bir şekil ortaya çıkar.



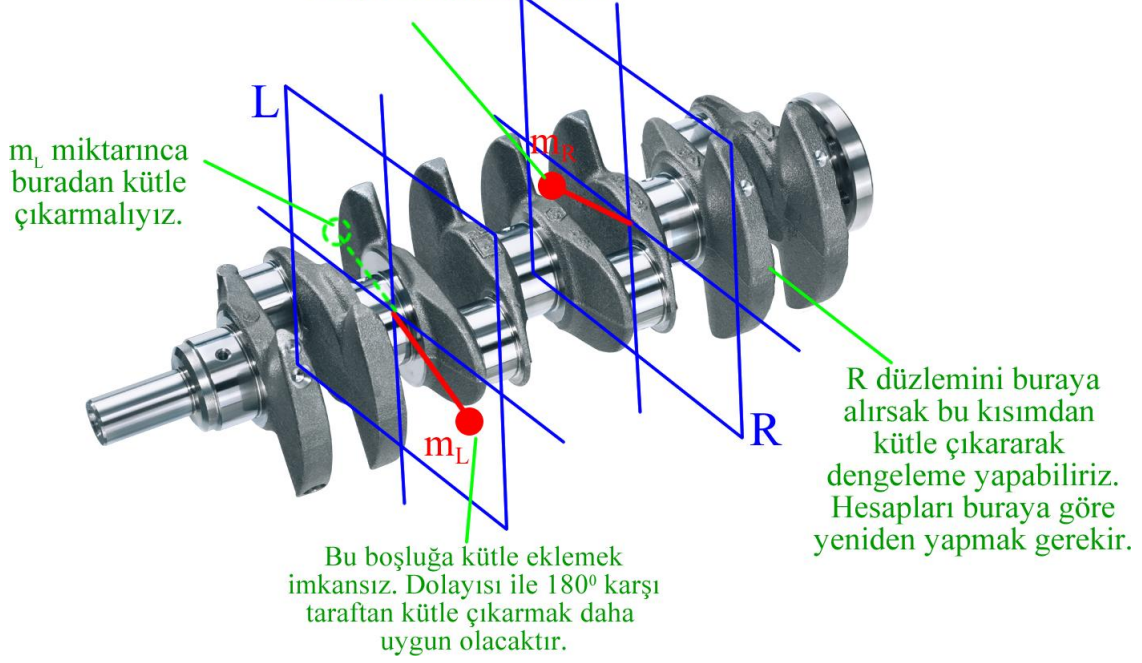
Artık mil üzerinde iki tane dengesiz kütle bulunan bir probleme dönüştü. Bu mili dengelemek için iki tane uygun yer belirlemeliyiz. Bunun için en uygun yerler krank üzerindeki karşı ağırlık noktalarıdır.



Dengeleme yapmak için diyelim L ve R düzlemleri için şekilde gibi iki yeri belirlemiş olalım. Burada karşı ağırlıkların sırt kısımlarını r_L ve r_R alabiliriz. Yani bu noktalara kütle eklemeye yada çıkarma yapacak mışız gibi düşünelim. r_L ve r_R mesafeleri zaten Solidworks çizimimizde belirlidir.

L ve R düzlemlerine bağlanacak kütlelerin m_L ve m_R değerlerini ve ayrıca θ_L ve θ_R açılarını ders notlarında anlatıldığı şekilde hesapla bulalım. Diyelim bu ekleyeceğimiz kütleler L düzleminde $\theta_L = 335^\circ$ çıkmış olsun. Bu durumda krank üzerinde nereye bu kütleyi ekleyeceğiz. Orası bir boşluktur. Dolayısıyla kütle eklemeye yerine onun tam zıttı olan kısımdan kütle çıkarma yapmak daha uygun olur. Yani ona 180° zıt yönde karşı ağırlığın üzerinden kütle çıkarabiliriz. Böylece dengelemeyi gerçekleştirmiş oluruz.

Buraya kütle eklemek imkansız, Çıkıntı oluşturacaktır.
180° karşısında da boşluk var. Oradan da kütle çıkaramayız.
Dolayısı ile düzlemin yerini değiştirip, kütle çıkarılabilecek
bir yer bulmak gerekir.

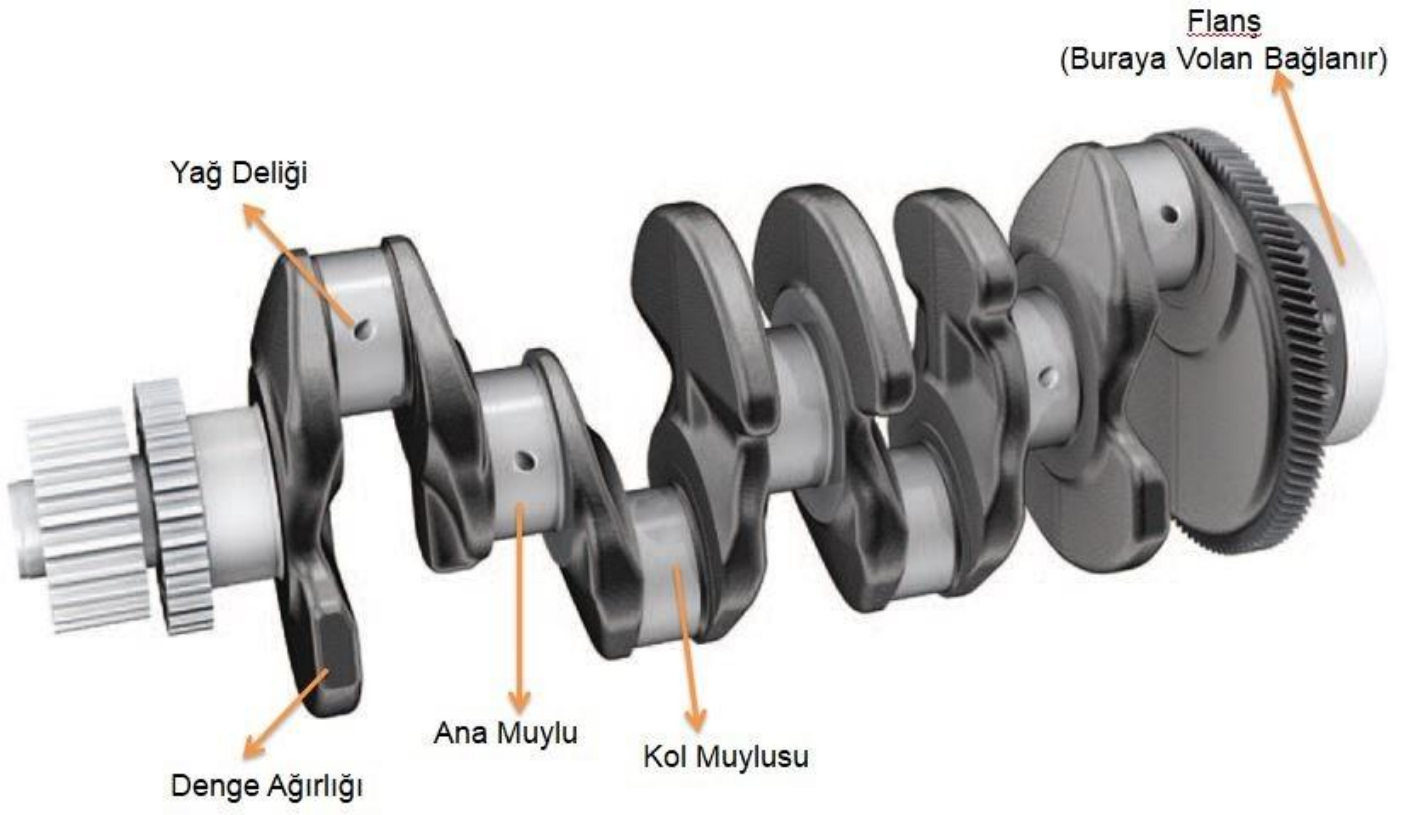


Eğer hesapladığımız miktar kütleleri Solidworks te uygun yerlerden çıkarırsak ve tekrar motion analizde denersek artık A ve B yatak noktalarına herhangi bir kuvvet gelmemesi gerekir. Bunu **grafiklerle gösterin**. Yani dengesiz iken çıkan grafiği ve dengeledikten sonra oluşan grafiği gösterin. Doğrulamayı ancak bu şekilde yapabilirsiniz.

Bu hesapları ve uygulamasını solidworkte yaparak ödevi tamamlayın.

Herkesin çizimi birbirinden farklı olmak zorundadır. 4 piston için kullanılabilecek bir Krank tasarımı yapın ve dengeleyin. Aşağıdaki krank çizimlerini örnek alabilirsiniz. Krank için devir almanız gerekiyorsa 3000 devir/dakikayı alabilirsiniz.





Krank Mili

