



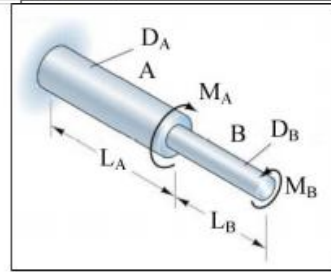
AD SOYAD ..... NO: ..... PUAN: .....

KARABÜK ÜNV., MÜH. FAK., ÇEVRE MÜH., STATİK-MUKAVEMET DERSİ, FİNAL SINAVI, 23.06.2015

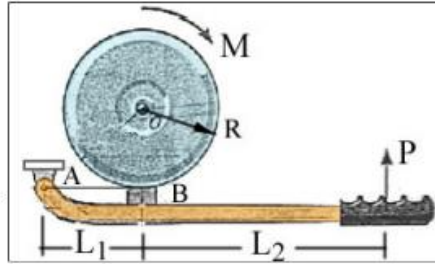
Dikkat: Bulduğunuz sonuçları soruların sonundaki BOŞLUĞA yazınız. Puan DOĞRU SONUÇLAR üzerinden verilecektir. Soru çözümleri kağıtlar üzerinde karışık olsa durmalıdır. Çözümleri bulunmayan sorular iptal olur. Değerleri ne kadar hassas alırsanız, sonuçları o kadar yakın bulursunuz. Herkesin sorusunun değerleri birbirinden farklıdır. En fazla 1 kağıt kullanma hakkınız vardır. Soru kağıdını üzerindeki boş alanlara karalama yapabilirsiniz. BİRİMLERE dikkat ediniz. YERÇEKİMİ ivmesi=9.81, PI sayısı=3.14 alınız. N/Kg DÖNÜŞÜMLERİNDE=9.81 kullanınız. Süre Net 60 dk, Başarılar... İ.Cayıroğlu

	$y = \frac{q}{24} x^4 \quad (H=H_a=H_b)$ $S = \sqrt{H^2 + (qx)^2}$ $a = \frac{1}{2} - \frac{H}{qL} \quad V_a = aq, \quad V_b = bq$ $b = \frac{1}{2} + \frac{H}{qL} \quad H = \frac{qL^2}{8} \left( \frac{1}{2} - \frac{H}{qL} - \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{H}{qL}} \right)$ $S_a = \sqrt{H^2 + Va^2} \quad S_b = \sqrt{H^2 + Vb^2}$	<b>Pappus-Guldin Teoremleri</b> $A = 2\pi \cdot y_g \cdot L \quad V = 2\pi \cdot y_g \cdot A$ $y_g = \frac{2r}{\pi} \quad x_g = \frac{\Sigma Fx}{\Sigma F}$ $\tau_b = \frac{M_b}{I_p/r} \quad \sigma_e = \frac{M_e}{I/c} \quad \sigma_\zeta = \frac{F}{A_0} \quad \tau_k = \frac{F}{A_0}$			
	$I_x = \frac{bh^3}{12}$		$I_x = \frac{\pi d^4}{64} \quad I_p = \frac{\pi d^4}{32}$		$\sigma_{ort} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \quad R = \sqrt{\left( \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$ $\sigma_{mak/min} = \sigma_{ort} \pm R$ $\tau_{mak/min} = \pm R$
	$I_x = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \quad I_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$				

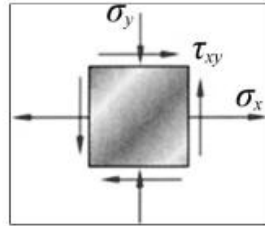
**Soru-1)**(20p.) Şekildeki faturalı bir milin üzerinde bulunan iki tane moment farklı yönlerde ve büyüklüklerde etki etmektedir. Buna göre mil üzerinde oluşan en büyük BURULMA GERİLMESİNİ (MPa olarak) bulunuz(LA=160 mm, LB=120 mm, DA=50 mm, DB=30 mm, MA=1200 Nm, MB=500 Nm) ©.....



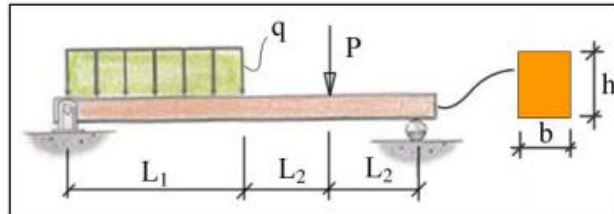
**Soru-2)**(20p.) Şekildeki gibi sürtünme kuvveti ile çalışan bir fren sisteminde motor 30 Nm lik bir moment üretmektedir. Motora bağlı tamburu durdurmak için Newton olarak ne kadarlık bir P kuvveti uygulanmalıdır? (R=120 mm, L1=200 mm, L2=400 mm,  $\mu$  sürtünme katsayısı= 0.3)



**Soru-3)**(20p.) Bir malzemenin üzerinden alınan küçük bir parçanın üzerindeki elemanda oluşan gerilmeler x ve y yönlerinde şekilde gibi olmaktadır. Bu malzemede meydana gelen en büyük KAYMA GERİLMESİ nedir?( $\sigma_x = 50$  MPa,  $\sigma_y = -10$  MPa,  $\tau_{xy} = \pm 40$  MPa)



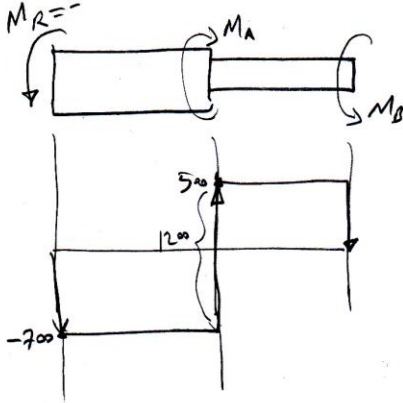
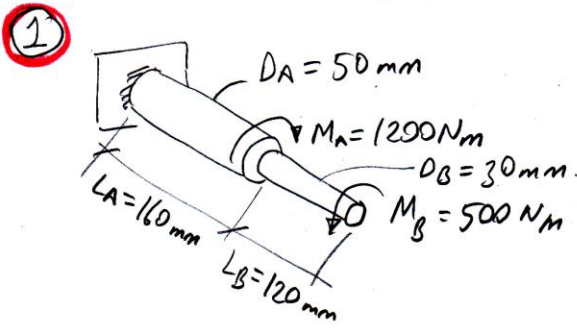
**Soru-4)**(20p.) Şekildeki gibi bir kiriş sisteminin üzerindeki kuvvetler ve ölçüler verilmiştir. Buna göre kirişte meydana gelen en büyük eğilme gerilmesi nedir (MPa)? (L1=1000 mm, L2=600 mm, P=1500 N, q=6 N/mm, b=20 mm, h=40 mm)



**Soru-5)**(20p.) Aşağıdaki sorularda soru başlarında @ işareti, şıklarda ise © kullanılmıştır. Doğru şıkkın başındaki işareti düzgünce karalayınız. @ Sürtünme kuvveti, yüzeye dik gelen kuvvet ile sürtünme katsayısının çarpımına eşittir © Doğru © Yanlış. @ Polar atalet momenti Eğilmede, Alan atalet momenti Burulmada kullanılır © Doğru © Yanlış. @ Polar atalet momentinde eksenlerin yönü önemsizdir © Doğru © Yanlış. @ Mohr dairesinde, dairenin tepe noktası maksimum kayma gerimesini verir © Doğru © Yanlış. @ Tork ile moment aynı şeydir © Doğru © Yanlış. @ Malzeme dayanıp dayanmayacağına üzerindeki yükün büyüklüğüne bakarak karar verilir © Doğru © Yanlış. @ Asal gerilmeler malzemede oluşan en büyük normal gerilmelerdir. © Doğru © Yanlış. @ Mohr çemberi üzerindeki açılar ile malzeme üzerindeki açılar aynıdır © Doğru © Yanlış. @ Bir malzemenin zorlandığında elastik zorlanma sınırı Kopya Dayanımdır © Doğru © Yanlış. @ Elastisite modülü yüksek malzeme daha zayıf malzemedir © Doğru © Yanlış. @ Anizotropik malzeme her yönde farklı özellik gösteren malzemedir © Doğru © Yanlış. @ Bir malzemenin eğilmeye dayanabilmesi için hangisi artırılmalıdır. © Çapı © Cidar kalınlığı © Atalet momenti © Moment mesafesi @ Malzemenin dayanma sınırı için hangisi akma gerilmesi ile karşılaştırılır © Maksimum gerilme © Eşdeğer gerilme © Emniyet gerilmesi. @ Hangisi MPa ifade eder © N/m2 © N/mm2 © kfg/m2 © kgf/mm2 @ Poisson oranı bir malzemede meydana gelen uzama miktarının ilk boya oranıdır © Doğru © Yanlış @ Akma gerilmesi büyük olan gerilme değerine göre daha dayanıklı demektir © Doğru © Yanlış.

ÇÖZÜMLER

1



★ A kesitindeki gerilmeyi bulalım.

$$\begin{aligned} (\sigma_b)_A &= \frac{700 \text{ Nm}}{\frac{\pi \cdot 0,05^4}{32} / 0,025 \text{ m}} = \frac{17,5}{I_p} \\ &= 28520565 \text{ Pa} = \underline{28,5 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

★ B kesitindeki gerilmeyi bulalım.

$$\begin{aligned} (\sigma_b)_B &= \frac{500 \text{ Nm}}{\frac{\pi \cdot 0,03^4}{32} / 0,015} = \frac{7,5}{I_p} \\ &= 94314040 \text{ Pa} = \underline{94,3 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

En büyük gerilme B kesitinde oluşuyor. Mil kırılacak olursa önce B den kırılır. Sonuç 94,3 MPa

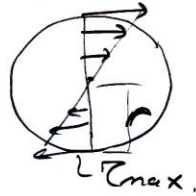
Burulma durumunda oluşan gerilme kayma gerilmesidir. Formülü ise

$$\tau_b = \frac{M_b}{I_p/r} \text{ dir.}$$

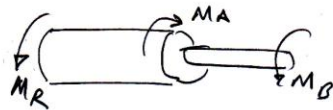
Polar atalet momentinin formülü ise dairesel kesitler için,

$$I_p = \frac{\pi d^4}{32} \text{ dir.}$$

En büyük oluşan kayma gerilmesi için r en büyük olmalıdır.



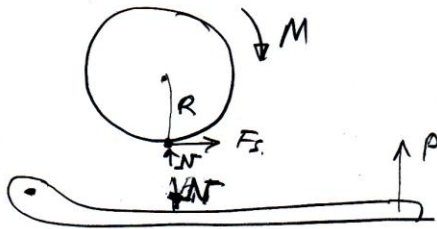
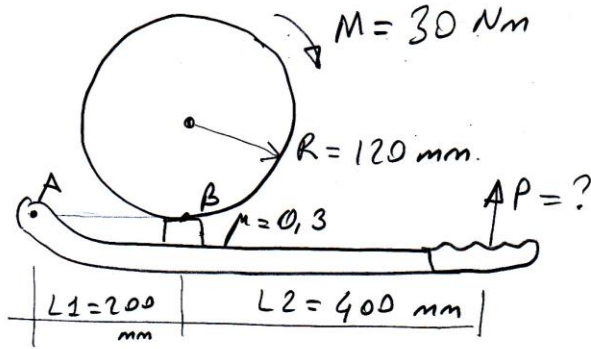
Öncelikle milin bağlandığı noktaya gelen moment'i bulmalıyız. daha sonra moment diyagramını çizip kesitlerdeki burulma momentini tespit ederiz. Ardından gerilmeleri buluruz.



$$\begin{aligned} \sum M_b = 0 & \quad -M_R + M_A - M_B = 0 \\ & \quad -M_R + 1200 \text{ Nm} - 500 \text{ Nm} \\ & \quad M_R = 700 \text{ Nm. } \checkmark \end{aligned}$$

2

2



Kolu etkiyleyen normal kuvvet ( $N$ ) A noktasına göre alınarak  $P$  kuvveti bulunur.

$$P \cdot (L_1 + L_2) - N \cdot L_1 = 0$$

$$P = \frac{N \cdot L_1}{L_1 + L_2} = \frac{833 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m}}{0,2 \text{ m} + 0,4 \text{ m}}$$

$$P = \underline{277 \text{ N}} \approx 28 \text{ kgf.}$$

Diski durdurmaya çalışırken temas noktasındaki sürtünme kuvvetinin oluşturduğu momenttir. Bu moment motordan gelen momente eşit olmalıdır.

$$M = F_s \cdot R$$

$$F_s = \frac{30 \text{ Nm}}{0,12 \text{ m}} = 250 \text{ N.}$$

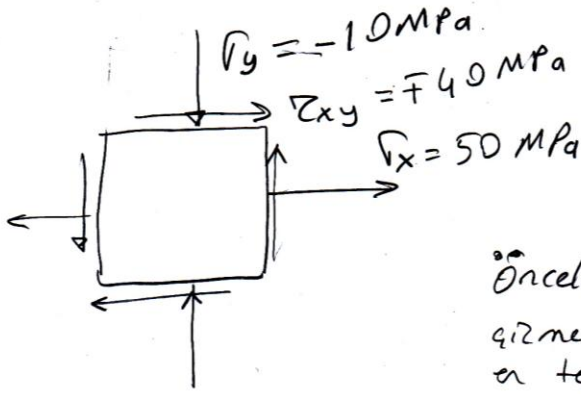
Sürtünme kuvveti ise yörzeye dik gelen kuvvet ile sürtünme katsayısının çarpımına eşittir.

$$F_s = N \cdot \mu$$

$$250 \text{ N} = N \cdot 0,3.$$

$$N = 833 \text{ N.}$$

3



3

$$\sigma_{max} = ?$$

Öncelikle Mohr daresini çizmeliyiz. Mohr daresinin en tepesi Maksimum Kayma gerilmesini verir.

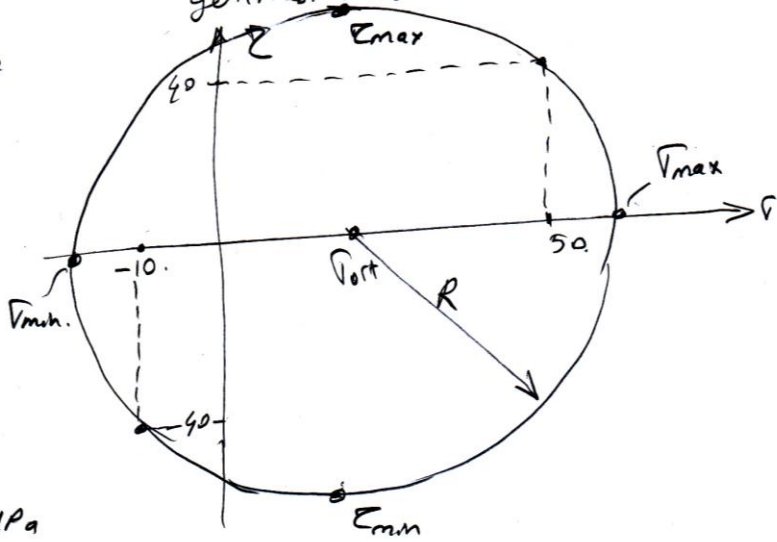
Dairenin yarıçapı Maksimum kayma gerilmesine eşittir.

$$\sigma_{max} = +R.$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{50 - (-10)}{2}\right)^2 + 40^2}$$

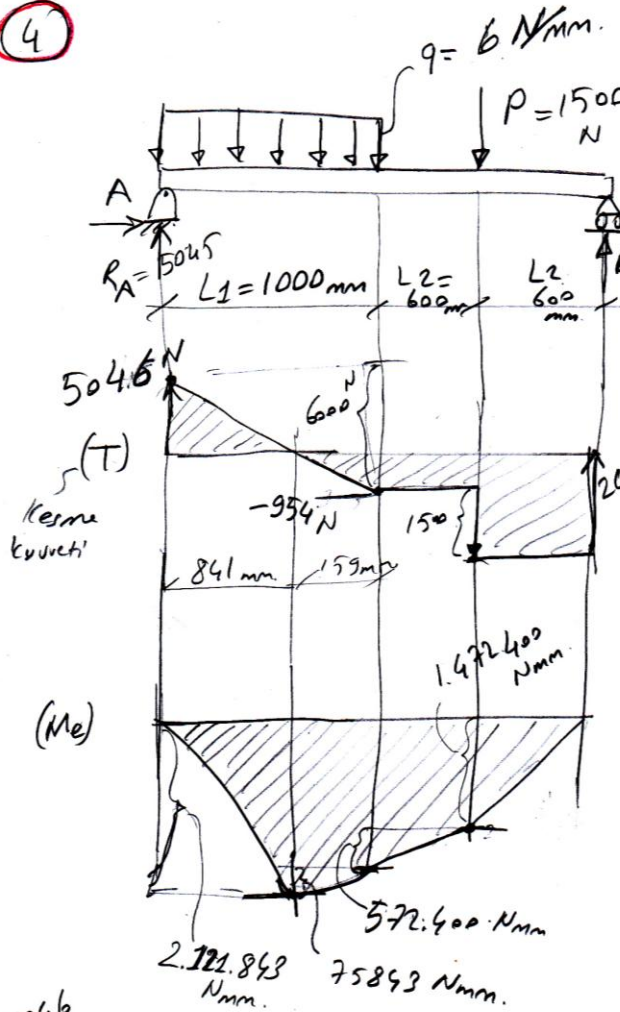
$$R = 50 \Rightarrow \sigma_{max} = \underline{50 \text{ MPa}}$$



Soru-5(20p.) Aşağıdaki sorularda soru başlarında @ işareti, şıklarda ise  kullanılmıştır. Doğru şıkkın başındaki işareti düzgünce karalayınız. @ Sürtünme kuvveti, yüzeye dik gelen kuvvet ile sürtünme katsayısının çarpımına eşittir  Doğru  Yanlış. @ Polar atalet momenti Eğilmede, Alan atalet momenti Burulmada kullanılır  Doğru  Yanlış. @ Polar atalet momentinde eksenlerin yönü önemsizdir  Doğru  Yanlış. @ Mohr daresinde, dairenin tepe noktası maksimum kayma gerilmesini verir  Doğru  Yanlış. @ Tork ile moment aynı şeydir  Doğru  Yanlış. @ Malzeme dayanıp dayanmayacağına üzerindeki yükün büyüklüğüne bakarak karar verilir  Doğru  Yanlış. @ Asal gerilmeler malzemede oluşan en büyük normal gerilmelerdir.  Doğru  Yanlış. @ Mohr çemberi üzerindeki açılar ile malzeme üzerindeki açılar aynı alınır  Doğru  Yanlış. @ Bir malzemenin zorlandığında elastik zorlanma sınırı Kopya Dayanımdır  Doğru  Yanlış. @ Elastisite modülü yüksek malzeme daha zayıf malzemedir  Doğru  Yanlış. @ Anizotropik malzeme her yönde farklı özellik gösteren malzemedir  Doğru  Yanlış. @ Bir malzemenin eğilmeye dayanabilmesi için hangisi artırılmalıdır.  Çapı  Cidar kalınlığı  Atalet momenti  Moment mesafesi @ Malzemenin dayanma sınırı için hangisi akma gerilmesi ile karşılaştırılır  Maksimum gerilme  Eşdeğer gerilme  Emniyet gerilmesi. @ Hangisi MPa ifade eder  N/m<sup>2</sup>  N/mm<sup>2</sup>  kgf/m<sup>2</sup>  kgf/mm<sup>2</sup> @ Poisson oranı bir malzemede meydana gelen uzama miktarının ilk boya oranıdır  Doğru  Yanlış @ Akma gerilmesi büyük olan gerilme değerine göre daha dayanıklı demektir  Doğru  Yanlış.

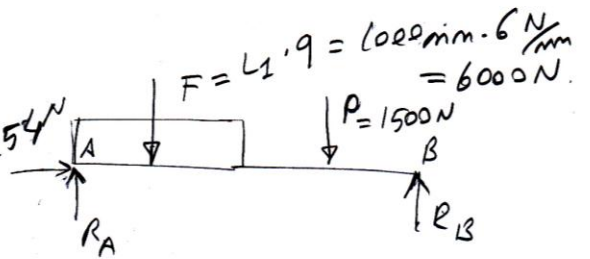
4

4



$h=40\text{ mm}$ .  $(\sigma_e)_{\max}=?$   
 $b=20\text{ mm}$

Önce A ve B noktalarındaki Reaksiyon (Tepe) kuvvetlerini bulunuyoruz.



$$\sum M_A = 0$$

$$-F \cdot \frac{L_1}{2} - P \cdot (L_1 + L_2) + R_B (L_1 + 2 \cdot L_2) = 0$$

$$R_B = \frac{6000\text{ N} \cdot 500\text{ mm} + 1500\text{ N} \cdot (1000\text{ mm} + 2 \cdot 600\text{ mm})}{(1000\text{ mm} + 2 \cdot 600\text{ mm})}$$

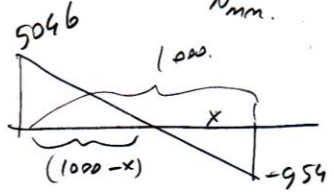
$$R_B = 2454\text{ N}$$

$$\sum B = 0$$

$$R_A (L_1 + 2L_2) - F \cdot (\frac{L_1}{2} + 2L_2) - P \cdot L_2 = 0$$

$$R_A = \frac{6000\text{ N} \cdot (\frac{1000}{2} + 2 \cdot 600) + 1500\text{ N} \cdot 600}{(1000\text{ mm} + 2 \cdot 600\text{ mm})}$$

$$R_A = 5046\text{ N}$$



$$\frac{5046}{1000-x} = \frac{954}{x}$$

$$5046 \cdot x = 954000 - 954 \cdot x$$

$$6000x = 954000$$

$$x = 159\text{ mm}$$

Atalar Moment diyagramını verir

$$2454\text{ N} \cdot 600\text{ mm} = 1.472.400\text{ Nmm}$$

$$954\text{ N} \cdot 600\text{ mm} = 572.400\text{ Nmm}$$

$$\frac{954\text{ N} \cdot 159\text{ mm}}{2} = 75.893\text{ Nmm}$$

$$\frac{5046\text{ N} \cdot 841\text{ mm}}{2} = 2.121.843\text{ Nmm}$$

en büyük çiftte moment

$$\sigma_e = \frac{M_e}{I/c} = \frac{2.121.843\text{ Nmm}}{\frac{20 \cdot 40^3}{12} / 20\text{ mm}} = 397\text{ MPa}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$c = \frac{h}{2}$$