

MAK 205 MUKAVEMET

I. ARA SINAV

18 Ekim 2006

Başlama saati 15:30, Bitiş saati 18:00.

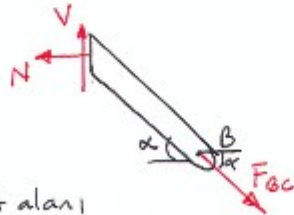
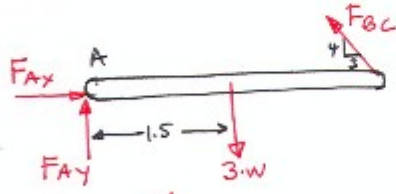
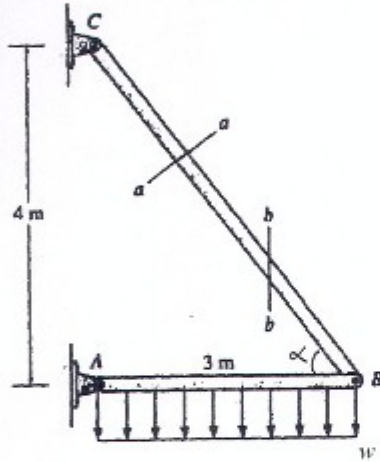
Sınav süresi 150 dakikadır. Her soru 20 puandır. 6. soru bonustur.

Başarılar.

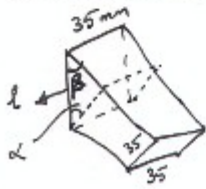
Adı ve Soyadı:

Numarası:

1. Soru: (20 puan)



b-b kesit alanı



$$\cos \alpha = \frac{35 \text{ mm}}{l}$$

$$l = \frac{35}{\cos \alpha} = \frac{35}{(3/5)}$$

$$A_{bb} = 35 * l = \frac{(35)(35)}{(3/5)} \text{ mm}^2$$

The two-member frame is subjected to the distributed loading shown. Determine the intensity w of the largest uniform loading that can be applied to the frame without causing either the average normal stress or the average shear stress at section b-b to exceed $\sigma = 15 \text{ MPa}$ and $\tau = 16 \text{ MPa}$, respectively. Member CB has a square cross section of 35 mm on each side.

İki elemanlı kafes, şekilde görüldüğü gibi yayılı yüke maruz kalmaktadır. b - b kesitindeki ortalama normal gerilme ve ortalama kayma gerilmesinden herhangi biri sırasıyla $\sigma = 15 \text{ MPa}$ and $\tau = 16 \text{ MPa}$ 'ı geçmemek kaydıyla, kafese uygulanabilecek maksimum yayılı yükün şiddeti olan w 'u bulunuz. CB elemanı kare kesitli olup her bir kenarı 35 mm dir.

$$\begin{aligned} \uparrow \sum M_A = 0 \\ 3 \cdot w \cdot (1.5) - F_{Bc} \cdot \left(\frac{4}{5}\right) \cdot 3 = 0 \\ 4.5w - 2.4 F_{Bc} = 0 \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \sum F_x = 0 \\ F_{Bc} \cdot \underbrace{\cos \alpha}_{3/5} - N = 0 \\ N = 0.6 F_{Bc} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \uparrow \sum F_y = 0 \\ V - F_{Bc} \cdot \underbrace{\sin \alpha}_{4/5} = 0 \\ V = 0.8 F_{Bc} \end{aligned}$$

②

1. Sorunun devamı

$$\sigma = 15 \text{ MPa} = \frac{N}{A_{b-b}} = \frac{0.6 F_{bc}}{\frac{(35)(35)}{0.6}} \Rightarrow F_{bc} = 51.04 \text{ kN}$$

$$\tau = 16 \text{ MPa} = \frac{V}{A_{b-b}} = \frac{0.8 F_{bc}}{\frac{(35)(35)}{0.6}} \Rightarrow F_{bc} = 40.83 \text{ kN}$$

→ küçük olduğu için bu değeri almalıyız gerekiyor.

(i). denklemden

$$4.5W - 2.4F_{bc} = 0$$

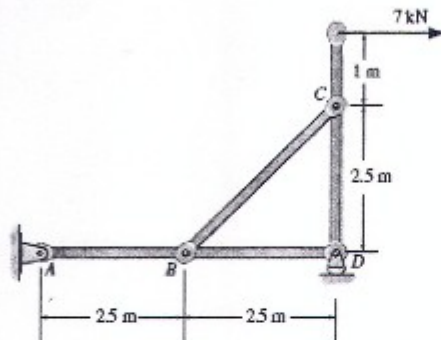
$$W = 21.8 \text{ kN/m}$$

MAK 205 MUKAVEMET
I. ARA SINAV
18 Ekim 2006

Adı ve Soyadı:

Numarası:

2. Soru: (20 puan)



The frame is subjected to the load of 7 kN. Determine the required diameter of the pins at A and B if the allowable shear stress for the material is $\tau_{allow} = 40$ MPa. Pin A is subjected to double shear, whereas pin B is subjected to single shear.

Şekildeki kafes 7 kN luk bir yüke maruz kalmaktadır. Malzemenin müsaade edilebilir kayma gerilmesi $\tau_{müsaade} = 40$ MPa ise A ve B deki pimlerin çaplarını bulunuz. Pim A çift kesilmeye (double shear), B ise tek kesilmeye (single shear) maruz kalmaktadır.

$\sum M_A = 0$
 $7 \cdot 3.5 - F_{Dy} \cdot 5 = 0$
 $\Rightarrow F_{Dy} = 4.9 \text{ kN}$

$\sum F_x = 0$
 $7 - F_{Ax} = 0 \Rightarrow F_{Ax} = 7 \text{ kN}$

$\sum F_y = 0$
 $F_{Dy} - F_{Ay} = 0 \Rightarrow F_{Ay} = 4.9 \text{ kN}$

$\sum M_D = 0$
 $7 \cdot 3.5 - F_{BC} (\sin 45) \cdot 2.5 = 0$
 $F_{BC} = 13.859 \text{ kN}$

$F_{BC} \cdot \sin 45 = 9.8 \text{ kN}$

Reaction forces at A: $F_{Ax} = 7 \text{ kN}$, $F_{Ay} = 4.9 \text{ kN}$
 Reaction force at D: $F_{Dx} = 2.8 \text{ kN}$, $F_{Dy} = 4.9 \text{ kN}$
 Force at joint B: $F_{BC} = 9.8 \text{ kN}$ (horizontal), $F_{BC} = 9.8 \text{ kN}$ (vertical)

2. Sorunun devamı

4

Pin A

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{7^2 + 4.9^2} = 8.545 \text{ kN}$$

Çift kesilme (double shear)

$$V_A = \frac{F_A}{2} = 4.273 \text{ kN}$$

$$\tau_{\text{allow}} = \frac{V_A}{A_A} \Rightarrow 40 \text{ MPa} = \frac{(4.273)(10^3) \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d_A^2 \text{ mm}^2}$$

$$d_A = 11.663 \text{ mm} \quad \text{Ans.}$$

Pin B

Tek kesilme (single shear)

$$V_B = F_{Bc} = 13.859 \text{ kN}$$

$$\tau_{\text{allow}} = \frac{V_B}{A_B} \Rightarrow 40 \text{ MPa} = \frac{13.859 (10^3) \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d_B^2 \text{ mm}^2}$$

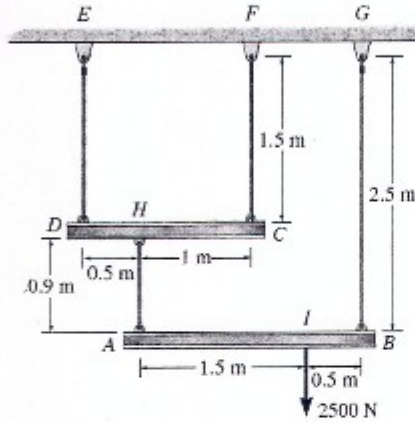
$$d_B = 21.003 \text{ mm} \quad \text{Ans.}$$

MAK 205 MUKAVEMET
I. ARA SINAV
18 Ekim 2006

Adı ve Soyadı:

Numarası:

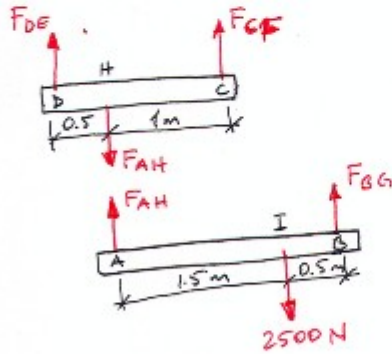
3. Soru: (20 puan)



The load is supported by the four 304 stainless steel wires that are connected to the rigid members AB and DC. Determine the vertical displacement of the 2500 N load if the members were horizontal when the load was originally applied. Each wire has a cross-sectional area of 15 mm^2 . $E_{304} = 193 \text{ GPa}$.

Yük, rijit AB ve CD elemanlarına bağlı 4 tane 304 paslanmaz çelik halat tarafından desteklenmektedir. Eğer 2500 N luk yükün ilk uygulandığı anda elemanlar yatay durumda ise, bu yükün meydana getireceği dikey yer δ_i değişimini bulunuz. Her bir halatın kesit alanı 15 mm^2 . $E_{304} = 193 \text{ GPa}$.

İpucu: İlk önce DC elemanını inceleyip δ_H bulunuz. Daha sonra AB elemanını inceleyip $\delta_A = \delta_H + \delta_{AH}$ ve δ_H yi bulup en son δ_i yi bulunuz



$$\uparrow \sum M_A = 0$$

$$2500 \cdot (1.5) - F_{BG} \cdot 2 = 0$$

$$F_{BG} = 1875 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum F_y = 0$$

$$F_{AH} + F_{BG} - 2500 = 0$$

$$F_{AH} = 625 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum M_D = 0$$

$$F_{AH} \cdot (0.5) - F_{CF} \cdot (1.5) = 0$$

$$F_{CF} = 208.33 \text{ N}$$

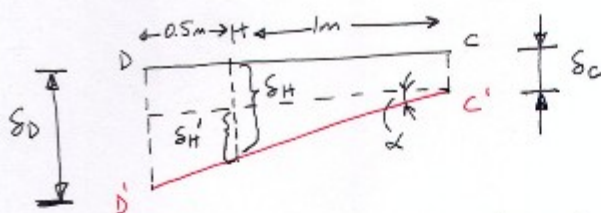
$$\uparrow \sum F_y = 0$$

$$F_{DE} + F_{CF} - F_{AH} = 0$$

$$F_{DE} = 416.67 \text{ N}$$

6

3. Sorunun devamı



$$\delta_D = \frac{F_{DE} L_{DE}}{A_{DE} E} = \frac{(416.67)(1.5)}{(15)(10^{-6})(193)(10^9)} = 0.2159 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.2159 \text{ mm}$$

$$\delta_C = \frac{F_{CF} L_{CF}}{A_{CF} E} = \frac{(208.33)(1.5)}{(15)(10^{-6})(193)(10^9)} = 0.1079 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.1079 \text{ mm}$$

üçgenlerin benzeşiminden

$$\frac{\delta_H'}{1\text{m}} = \frac{\delta_D - \delta_C}{1.5} \Rightarrow \frac{\delta_H'}{1\text{m}} = \frac{0.2159 - 0.1079}{1.5\text{m}}$$

$$\delta_H' = 0.07193 \text{ mm}$$

$$\delta_H = \delta_H' + \delta_C = 0.07193 + 0.1079 = 0.1798 \text{ mm}$$

$$\delta_{A/H} = \frac{F_{AH} \cdot L_{AH}}{A_{AH} \cdot E} = \frac{(625) \cdot (0.9)}{(15)(10^{-6})(193)(10^9)} = 0.1943 \text{ mm}$$

$$\delta_A = \delta_H + \delta_{A/H} = 0.1798 + 0.1943 = 0.3741 \text{ mm}$$

$$\delta_B = \frac{F_{BG} \cdot L_{BG}}{A_{BG} \cdot E} = \frac{(875) \cdot (2.5)}{(15)(10^{-6})(193)(10^9)} = 1.6192 \text{ mm}$$

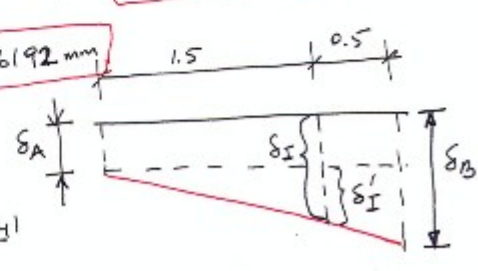
üçgenlerin benzeşiminden

$$\frac{\delta_I'}{1.5} = \frac{\delta_B - \delta_A}{2} = \frac{1.6192 - 0.3741}{2}$$

$$\delta_I' = 0.93$$

$$\delta_I = \delta_A + \delta_I' = 0.3741 + 0.93 \Rightarrow$$

$$\delta_I = 1.3041 \text{ Ans}$$

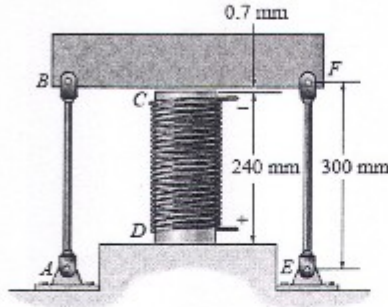


MAK 205 MUKAVEMET
I. ARA SINAV
18 Ekim 2006

Adı ve Soyadı:

Numarası:

4. Soru: (20 puan)



The center rod CD of the assembly is heated from $T_1 = 30^\circ\text{C}$ to $T_2 = 180^\circ\text{C}$ using electrical resistance heating. Also, the two end rods AB and EF are heated from $T_1 = 30^\circ\text{C}$ to $T_2 = 50^\circ\text{C}$. At the lower temperature T_1 the gap between C and the rigid bar is 0.7 mm. Determine the force in rods AB and EF caused by the increase in temperature. Rods AB and EF are made of steel, and each has a cross-sectional area of 125 mm^2 . CD is made of a aluminum and has a cross-sectional area of 375 mm^2 . to $E_s = 200 \text{ GPa}$, $E_a = 70 \text{ GPa}$, $\alpha_s = 12(10^{-6})/^\circ\text{C}$ and $\alpha_a = 23(10^{-6})/^\circ\text{C}$

Montajın CD orta çubuğu elektrik rezistans ısıtımaya $T_1 = 30^\circ\text{C}$ den $T_2 = 180^\circ\text{C}$ ye ısıtılmıştır. AB ve EF çubukları da $T_1 = 30^\circ\text{C}$ den $T_2 = 50^\circ\text{C}$ ye ısıtılmıştır. T_1 sıcaklığında C ile rijit çubuk arasındaki boşluk 0.7 mm dir. Sıcaklığın yükseltilmesi sebebiyle AB ve EF çubuklarında meydana gelen yükü bulunuz. AB ve EF çubukları çelikten yapılmış ve her birinin kesit alanı 125 mm^2 dir. CD alüminyum dan yapılmış olup kesit alanı 375 mm^2 . to $E_s = 200 \text{ GPa}$, $E_a = 70 \text{ GPa}$, $\alpha_s = 12(10^{-6})/^\circ\text{C}$ and $\alpha_a = 23(10^{-6})/^\circ\text{C}$

$$(\delta_T)_{st} + (\delta_F)_{st} = (\delta_T)_{Al} - (\delta_F)_{Al} - 0.0007 \quad (1)$$

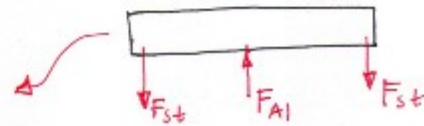
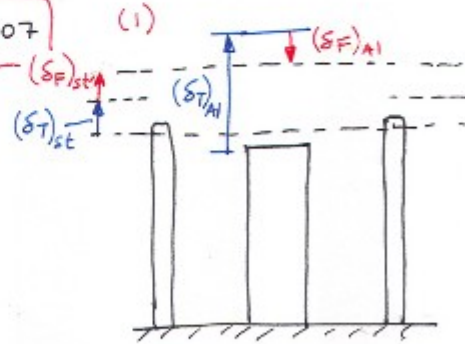
$$(\delta_T)_{st} = 12(10^{-6})(50-30)(0.3) \quad (2)$$

$$(\delta_T)_{Al} = 23(10^{-6})(180-30)(0.24) \quad (3)$$

$$(\delta_F)_{st} = \frac{F_{st} \cdot (0.3)}{125(10^{-6})(200)(10^9)} \quad (4)$$

$$(\delta_F)_{Al} = \frac{F_{Al} \cdot (0.24)}{375(10^{-6})(200)(10^9)} \quad (5)$$

$$\uparrow \Sigma F_y = 0 \quad F_{Al} - 2F_{st} = 0 \quad (6)$$



4. Sorunun devamı

(2), (3), (4), (5) ;

(1) de yerine koyarsak

⑧

$$12 F_{st} + 9.14286 F_{A1} = 56000$$

(6)'denklemden

$$F_{A1} - 2F_{st} = 0$$

$$F_{st} = 1.85 \text{ kN} = F_{AB} = F_{EP}$$

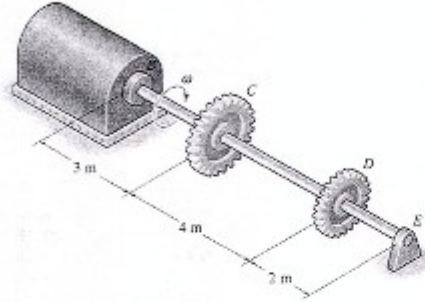
$$F_{A1} = 3.70 \text{ kN} = F_{CD}$$

MAK 205 MUKAVEMET
I. ARA SINAV
18 Ekim 2006

Adı ve Soyadı:

Numarası:

5. Soru: (20 puan)



The turbine develops 150 kW of power, which is transmitted to the gears such that both C and D receive an equal amount. If the rotation of the 100-mm-diameter A-36 steel shaft is $\omega = 500$ rev/min., determine the absolute maximum shear stress in the shaft and the rotation of end B of the shaft relative to E. The journal bearing at E allows the shaft to turn freely about its axis. $G = 75$ GPa

Türbinin ürettiği 150 kW lık güç C ve D dişlilerine eşit olarak iletilmektedir. 100 mm çapındaki A-36 çelik mil $\omega = 500$ rev/min hızıyla dönmektedir. Mildeki maksimum kayma gerilmesini ve milin B ucunun E ucuna göre dönme açısını bulunuz. Mil E deki kaymalı yatak dönme açısında serbestçe dönebilmektedir. $G = 75$ GPa

$$P = T \cdot \omega$$

$$150 (10^3) W = T \cdot 500 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left(\frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{rev}} \right) \left(\frac{1 \text{min}}{60 \text{sec}} \right)$$

$$T = 2864.789 \text{ N.m}$$

$$T_C = T_D = \frac{T}{2} = 1432.394 \text{ N.m}$$

En yüksek tork B-C arasında

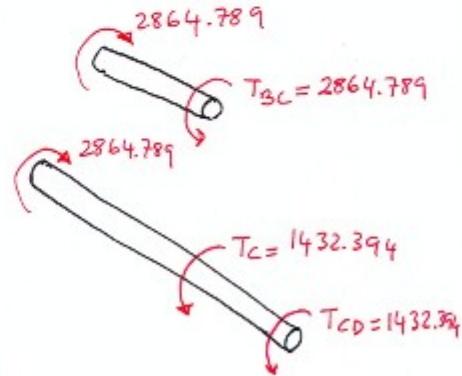
$$\tau_{\max} = \frac{T_C}{J} = \frac{2864.789 (0.050)}{\frac{\pi}{2} (0.050)^4}$$

$$\tau_{\max} = 14.6 \text{ MPa}$$

$$\phi_{E/B} = \phi_{E/D} + \phi_{D/C} + \phi_{C/B}$$

$$= \frac{1}{JG} \left[(1432.394)(4) + (2864.789)(3) \right]$$

$$\phi_{E/B} = 0.0195 \text{ rad} = 1.11^\circ$$

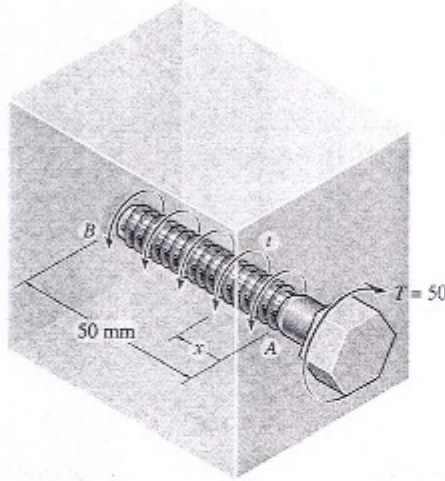


MAK 205 MUKAVEMET
I. ARA SINAV
18 Ekim 2006

Adı ve Soyadı:

Numarası:

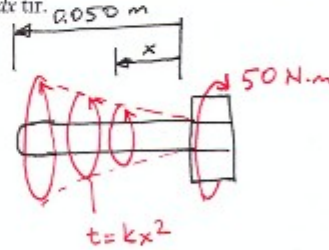
6. Soru: (Bonus)



The A-36 bolt is tightened within a hole so that the reactive torque on the shank AB can be expressed by the equation $t = (kx^3) \text{ N}\cdot\text{m}/\text{m}$, where x is in meters. If a torque of $T = 50 \text{ N}\cdot\text{m}$ is applied to the bolt head, determine the constant k and the amount of twist in the 50-mm length of the shank. Assume the shank has a constant radius of 4 mm. $G = 75 \text{ GPa}$

A36 civata bir duvara sıkıştırılmıştır. AB dişlerinde oluşan reaktif tork, x metre cinsinden olmak üzere $t = (kx^3) \text{ N}\cdot\text{m}/\text{m}$ ile ifade edilebilir. Eğer civata başına $T = 50 \text{ N}\cdot\text{m}$ lik bir tork uygulanırsa, sabit k değerini ve 50 mmlik dişli boyunca oluşan dönme açısının değerini bulunuz. Civatanın dişli kısmının yarıçapının 4 mm olduğunu kabul ediniz. $G = 75 \text{ GPa}$.

İpucu: dx mesafesinde oluşan reaktif tork $dT = t dx$ tir.



$$dT = t dx$$

$$T = \int_0^{0.05} kx^3 dx = k \frac{x^4}{4} \Big|_0^{0.05}$$

$$T = 41.667 (10^{-6}) k$$

$$50 - 41.667 (10^{-6}) k = 0$$

$$k = 1.20 (10^6) \text{ N}/\text{m}^2$$

Herhangi bir x kesitinde

$$T(x) = 50 - \int_0^x kx^3 dx = 50 - k \frac{x^4}{4} = 50 - 0.4 (10^6) x^4$$

$$\phi = \int_0^{0.05} \frac{T(x) \cdot dx}{JG} = \frac{1}{JG} \int_0^{0.05} [50 - 0.4 (10^6) x^4] dx$$

$$= \frac{1}{JG} \left[50x - 0.4 (10^6) \frac{x^5}{5} \Big|_0^{0.05} \right] \Rightarrow \phi = 0.06217 \text{ rad} = 3.56^\circ$$