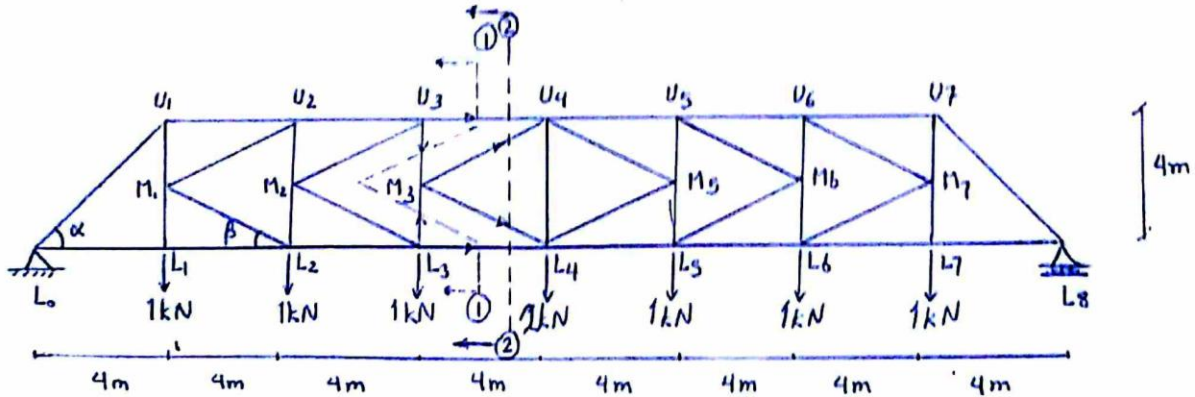




تحلیل سازه‌ها (۱) - تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

تمرین: در ضریبی مقابل با استفاده از روش گره‌ها نیروی اعضا زیر را بدست آورید.
 $M_1 U_1$ و $M_1 U_2$ و $M_1 U_3$ و $M_1 U_4$ و $M_1 U_5$ و $M_1 U_6$ و $M_1 U_7$ و $M_1 U_8$

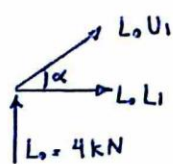


$$\tan \alpha = \frac{4}{4} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707, \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$$

$$\tan \beta = \frac{2}{4} = 0.5 \Rightarrow \beta = 26.57^\circ \Rightarrow \sin \beta = 0.447, \cos \beta = 0.894$$

$$\rightarrow \sum F_x = 0 \quad L_0 x = 0 \quad + \uparrow \sum F_y = 0 \quad L_0 y + L_8 y = 8 \text{ kN} \Rightarrow L_0 y = L_8 y = 4 \text{ kN}$$

joint L_0

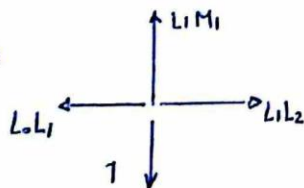


$$\sum F_x = 0 \quad L_0 U_1 \cos \alpha + L_0 L_1 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad 4 + L_0 U_1 \sin \alpha = 0 \Rightarrow L_0 U_1 = -4\sqrt{2} = -5.657 \text{ kN}$$

$$L_0 L_1 = -L_0 U_1 \cos \alpha = 4 \text{ kN}$$

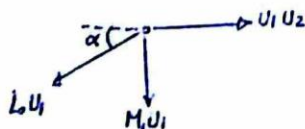
joint L_1



$$+ \uparrow \sum F_y = 0 \quad L_1 M_1 = 1 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \sum F_x = 0 \quad L_1 L_2 = L_0 L_1 = 4 \text{ kN}$$

joint U_1

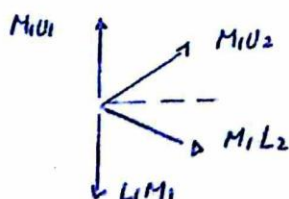


$$\sum F_x = 0 \quad U_1 U_2 - L_0 U_1 \cos \alpha = 0$$

$$U_1 U_2 = +(-4\sqrt{2}) \frac{1}{\sqrt{2}} = -4 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \quad M_1 U_1 = -L_0 U_1 \sin \alpha = 4 \text{ kN}$$

joint M_1



$$\sum F_x = 0 \quad M_1 U_2 \cos \beta + M_1 L_2 \cos \beta = 0 \quad M_1 L_2 = -M_1 U_2$$

$$+ \uparrow \sum F_y = 0 \quad M_1 U_1 - L_1 M_1 + M_1 U_2 \sin \beta - M_1 L_2 \sin \beta = 0$$

$$4 - 1 + M_1 U_2 \sin \beta - (-M_1 U_2) \sin \beta = 0$$

$$\Rightarrow M_1 U_2 = -3.356 \text{ kN} \Rightarrow M_1 L_2 = +3.356$$



تحلیل سازه‌ها (۱) - تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خراباها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

تقریب - در ضربای زیر با استفاده از روش مقطع نیروی اعضا * زیر راست دست آورید

$$U_3 U_4 - L_3 L_4 - M_3 U_4 - M_3 L_4 - L_4 U_4$$

Section (1-1)

$$\sum M_{L_3} = 0 \quad U_3 U_4 \times 4 + \frac{4}{6} \times 12 - 1 \times 4 - 1 \times 8 = 0 \Rightarrow U_3 U_4 = -9, U_3 U_4 = -9 \text{ kN}$$

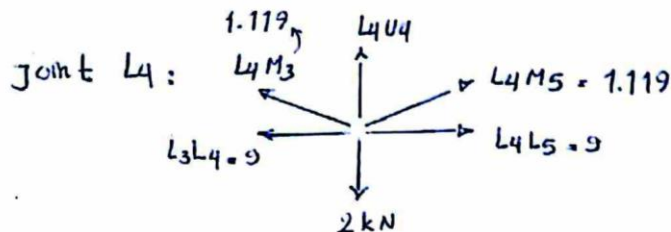
$$\sum M_{U_3} = 0 \quad -L_3 L_4 \times 4 - 1 \times 4 - 1 \times 8 + \frac{4}{6} \times 12 = 0 \Rightarrow L_3 L_4 = 9 \text{ kN}$$

$$\text{joint } M_3: \sum F_x = 0 \quad M_3 U_4 \cos \beta + M_3 L_4 \cos \beta = 0 \Rightarrow M_3 U_4 = -M_3 L_4$$

$$\text{Section (2-2)} \quad M_3 U_4 \sin \beta - M_3 L_4 \sin \beta - 3 \times 1 + \frac{4}{6} = 0$$

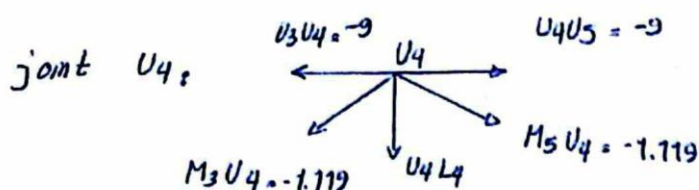
$$\Rightarrow M_3 U_4 \sin \beta - (-M_3 L_4) \sin \beta - 3 + 4 = 0$$

$$\Rightarrow M_3 U_4 = -1.119 \text{ kN} \Rightarrow M_3 L_4 = 1.119 \text{ kN}$$



$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad L_4 U_4 - 2 + L_4 M_3 \sin \beta + L_4 M_5 \sin \beta = 0$$

$$L_4 U_4 = 2 - 2 \times 1.119 \times 0.447 \Rightarrow L_4 U_4 = 1.00 \text{ kN}$$



$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad -U_4 L_4 - 2 M_3 U_4 \sin \beta = 0$$

$$U_4 L_4 = -2 \times (-1.119) \times 0.447 = 1.000 \text{ kN} \checkmark$$

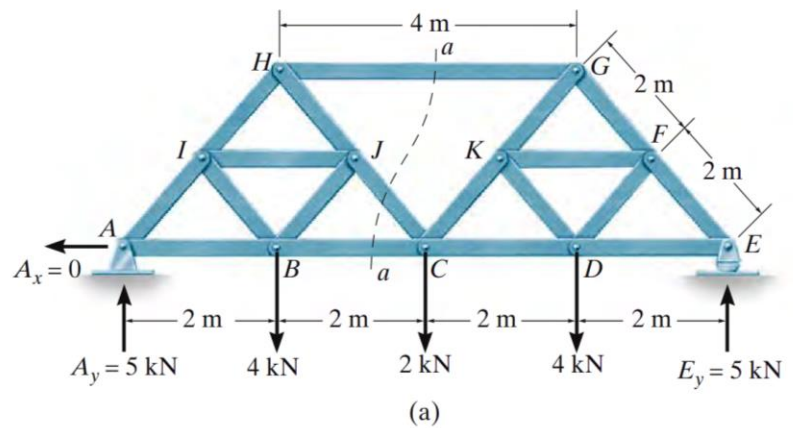


تحلیل سازه‌ها (۱)- تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

نشان دهید که چگونه می توان خریای مرکب زیر را تحلیل کرد. واکنش‌های تکیه‌گاه محاسبه شده‌اند.

راه حل مسئله- این خریای مرکب از دو خریای ساده یعنی AHC و CGE تشکیل شده است که با لینک HG به هم متصل شده‌اند. ابتدا با استفاده از مقطع $(a-a)$ می‌توان نیروی اعضاء GH و نیز نیروی اعضاء BC و JC را بدست آورد. پس از آن دو خریای ساده با روش گره‌ها قابل تحلیل هستند.



SOLUTION

The truss is a compound truss since the simple trusses ACH and CEG are connected by the pin at C and the bar HG .

Section aa in Fig. 3-29a cuts through bar HG and two other members having unknown forces. A free-body diagram for the left part is shown in Fig. 3-29b. The force in HG is determined as follows:

$$\downarrow + \sum M_C = 0; \quad -5(4) + 4(2) + F_{HG}(4 \sin 60^\circ) = 0$$

$$F_{HG} = 3.46 \text{ kN (C)}$$

We can now proceed to determine the force in each member of the simple trusses using the method of joints. For example, the free-body diagram of ACH is shown in Fig. 3-29c. The joints of this truss can be analyzed in the following sequence:

- Joint A: Determine the force in AB and AI .
- Joint H: Determine the force in HI and HJ .
- Joint I: Determine the force in IJ and IB .
- Joint B: Determine the force in BC and BJ .
- Joint J: Determine the force in JC .

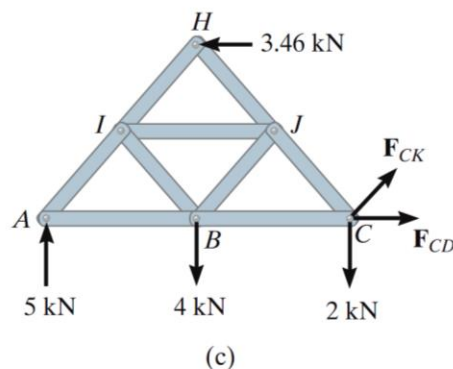
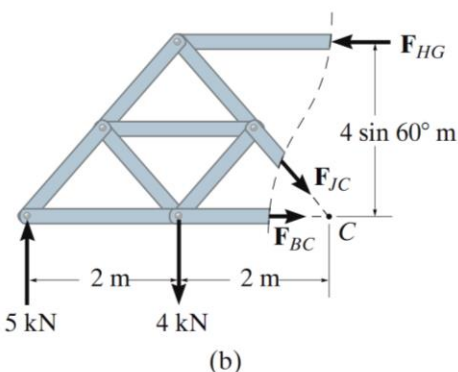


Fig. 3-29



تحلیل سازه‌ها (۱)- تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

نشان دهید که چگونه می توان خریای مرکب زیر را تحلیل کرد. واکنش‌های تکیه‌گاه محاسبه شده‌اند.

راه حل مسئله- این خریای مرکب از دو خریای ساده یعنی ABC و EFH تشکیل شده است که با سه لینک BH, CE, DG به هم متصل شده‌اند. ابتدا با استفاده از مقطع $(a-a)$ و نوشتن سه رابطه تعادل می‌توان نیروی سه لینک BH, CE, DG را بدست آورد. پس از آن دو خریای ساده با روش گره‌ها قابل تحلیل هستند. راهنمایی: با توجه به رابطه تعادل قائم (۲) نیروی اعضاء CE و BH با هم برابر هستند.

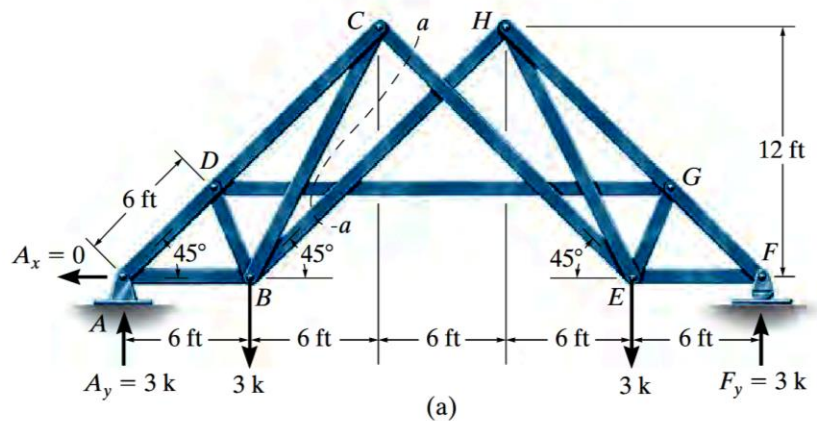
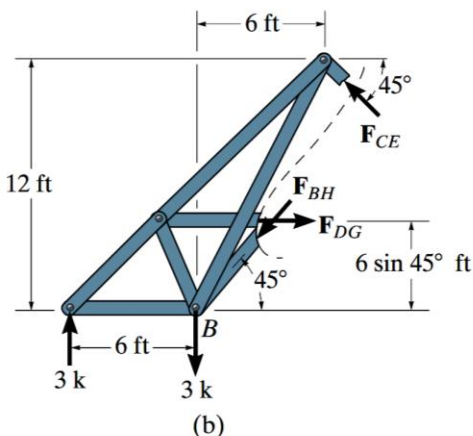


Fig. 3-31



SOLUTION

The truss may be classified as a type 2 compound truss since the simple trusses $ABCD$ and $FEHG$ are connected by three nonparallel or nonconcurrent bars, namely, CE, BH , and DG .

Using section aa in Fig. 3-31a we can determine the force in each connecting bar. The free-body diagram of the left part of this section is shown in Fig. 3-31b. Hence,

$$\downarrow + \sum M_B = 0; \quad -3(6) - F_{DG}(6 \sin 45^\circ) + F_{CE} \cos 45^\circ(12) + F_{CE} \sin 45^\circ(6) = 0 \quad (1)$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0; \quad 3 - 3 - F_{BH} \sin 45^\circ + F_{CE} \sin 45^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\rightarrow \sum F_x = 0; \quad -F_{BH} \cos 45^\circ + F_{DG} - F_{CE} \cos 45^\circ = 0 \quad (3)$$

From Eq. (2), $F_{BH} = F_{CE}$; then solving Eqs. (1) and (3) simultaneously yields

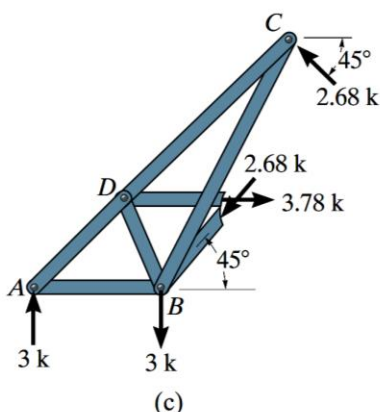
$$F_{BH} = F_{CE} = 2.68 \text{ k (C)} \quad F_{DG} = 3.78 \text{ k (T)}$$

Analysis of each connected simple truss can now be performed using the method of joints. For example, from Fig. 3-31c, this can be done in the following sequence.

Joint A: Determine the force in AB and AD .

Joint D: Determine the force in DC and DB .

Joint C: Determine the force in CB .





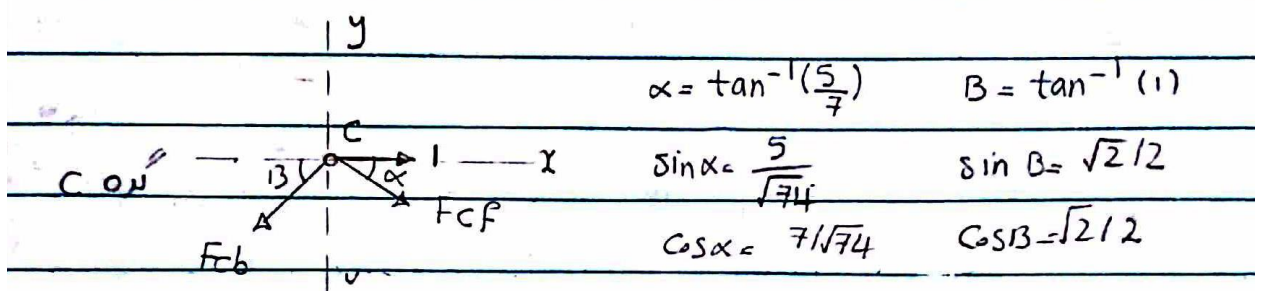
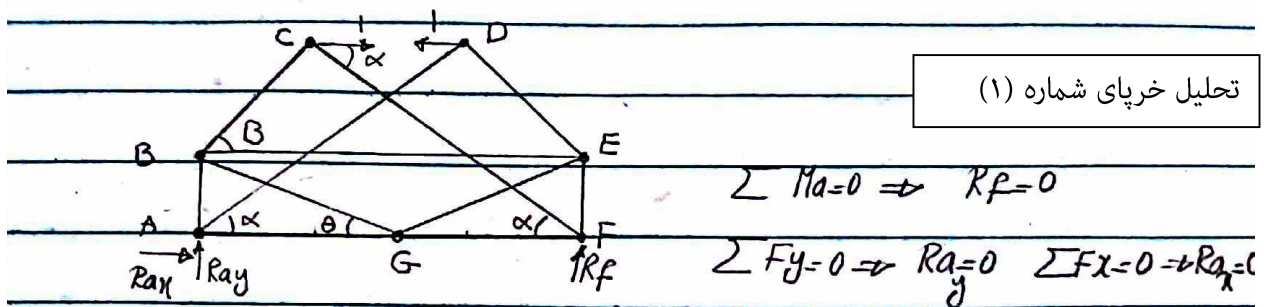
تحلیل سازه‌ها (۱) - تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

خرپای بغرنج حل شده در متن درس‌نامه را در نظر بگیرید. نشان دهید که چگونه نیروی داخلی اعضاء طی دو مرحله از روش هنبرگ محاسبه شده‌اند.

راه حل مسئله- با توجه به اینکه نیروی تمام اعضاء خرپا مورد نظر است، از روش گره‌ها استفاده می‌کنیم. عضو CD را برداشته و به جای آن بار واحد قرار می‌دهیم و عضو BE را به خرپا اضافه می‌کنیم.

مرحله اول- تحلیل خرپا تحت بار واحد و محاسبه سیستم نیروی F_1 برای تمام اعضاء.

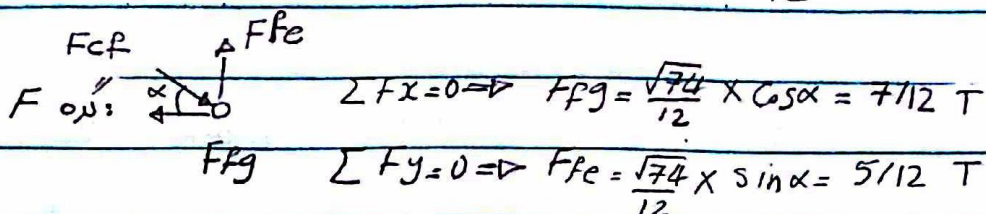
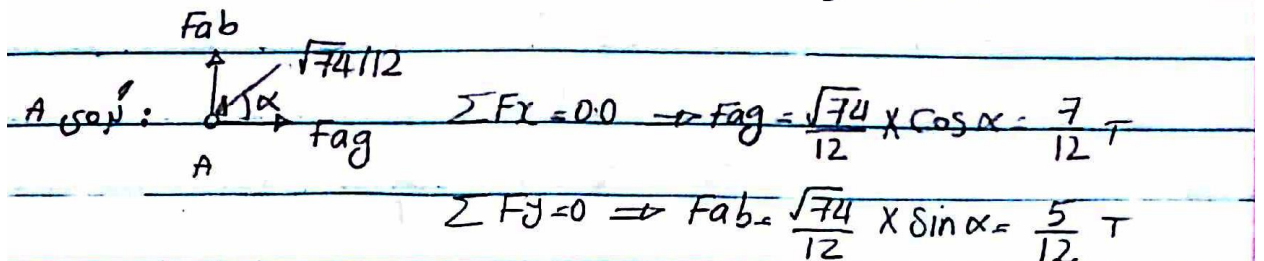


$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{cb} \cos \beta - F_{cf} \cos \alpha - 1 = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{cb} \sin \beta - F_{cf} \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

$$(1, 2) \Rightarrow F_{cb} = \frac{5\sqrt{2}}{12} \text{ T}, \quad F_{cf} = -\frac{\sqrt{74}}{12} \text{ T}$$

به علت تعادل در گرهی دیگر: $F_{dc} = \frac{5\sqrt{2}}{12}$, $F_{cd} = -\frac{\sqrt{74}}{12}$

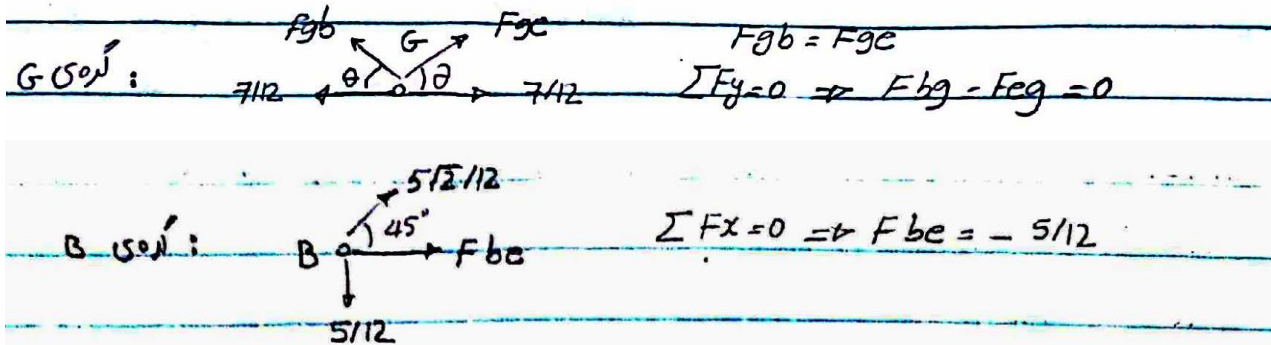




تحلیل سازه‌ها (۱) - تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

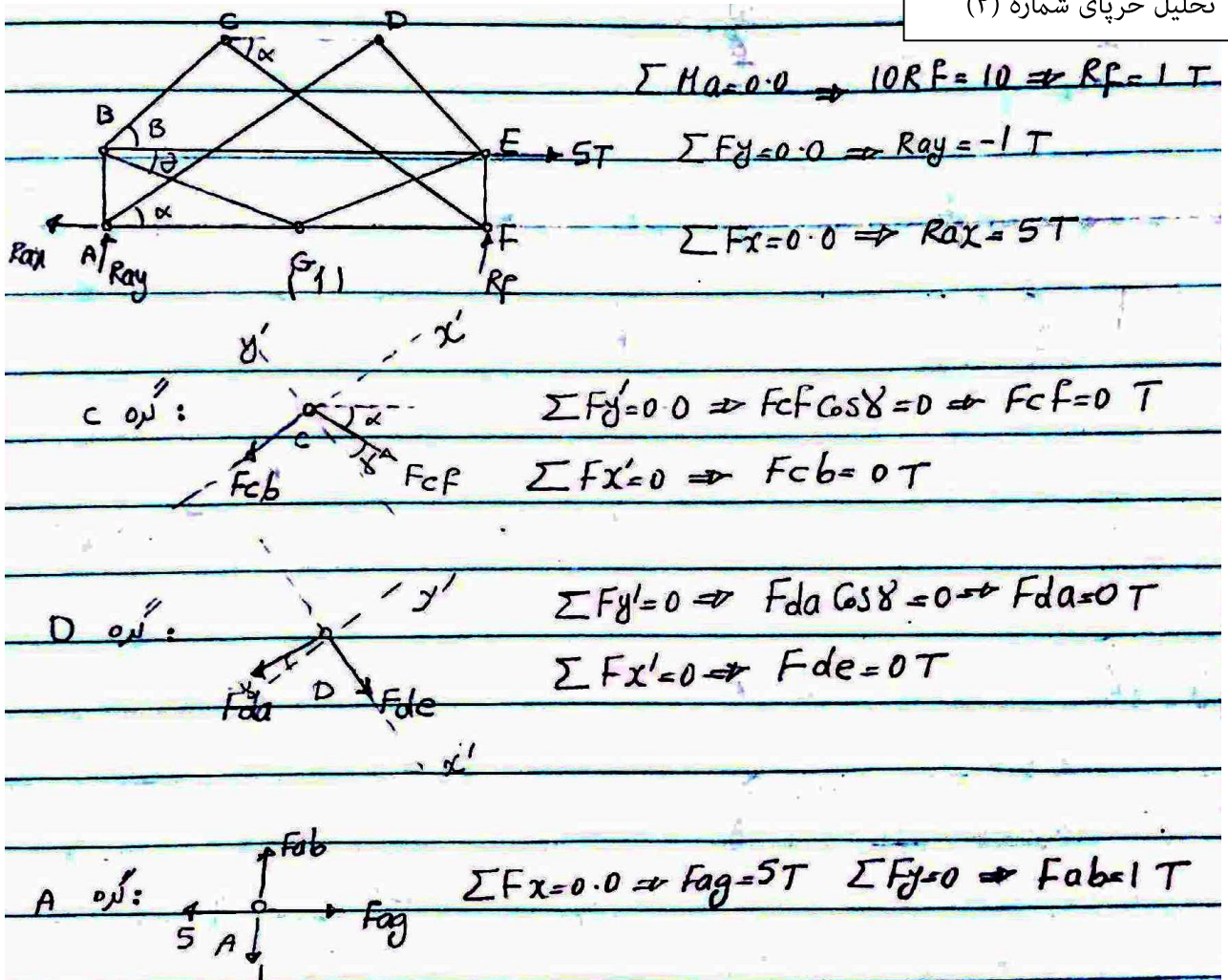
تحلیل خریای شماره (۱) - ادامه.



توجه: چون خریای شماره (۱) متقارن است، نیروهای اعضاء سمت چپ محور تقارن با نیروهای اعضاء سمت راست برابر است. پس می‌توان نیمی از خریا را تحلیل کرد.

مرحله دوم- تحلیل خریا تحت بار خارجی و محاسبه سیستم نیروی F_L برای تمام اعضاء.

تحلیل خریای شماره (۲)





تحلیل سازه‌ها (۱) - تمرینات تکمیلی فصل دوم: آنالیز خریاها (ویژه کلاس‌های مجازی)

مدرس: دکتر علیرضا امامی (هیئت علمی دانشگاه آزاد-واحد اصفهان)

تحلیل خریای شماره (۲) - ادامه.

گره F:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{fg} = 0 \quad \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{fe} = -1T$$

گره B:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{be} = 2.5T$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{bg} = \frac{1}{5} \sin \theta = \frac{\sqrt{29}}{2} T$$

محاسبه نیروی کل در اعضاء خریا.

$$(x) \times F_1(be) + F_L(be) = 0$$

$$(x) \times \left(\frac{-5}{12} \right) + 2.5 = 0 \rightarrow x = 6$$

$$F(i) = 6 \times F_1(i) + F_L(i)$$

عضو خریا	F_1 (kN)	F_L (kN)	$F = (x)F_1 + F_L$
AB	$\frac{5}{12}$	1	$\frac{7}{2}$
AD	$-\frac{\sqrt{74}}{12}$	0	$-\frac{\sqrt{74}}{2}$
AG	$\frac{7}{12}$	5	$\frac{17}{2}$
BC	$\frac{5\sqrt{2}}{12}$	0	$\frac{5\sqrt{2}}{2}$
BG	0	$-\frac{\sqrt{29}}{2}$	$-\frac{\sqrt{29}}{2}$
CD	1	0	6
CF	$-\frac{\sqrt{74}}{12}$	0	$-\frac{\sqrt{74}}{2}$
DE	$\frac{5\sqrt{2}}{12}$	0	$\frac{5\sqrt{2}}{2}$
EG	0	$\frac{\sqrt{29}}{2}$	$\frac{\sqrt{29}}{2}$
EF	$\frac{5}{12}$	-1	$\frac{3}{2}$
FG	$\frac{7}{12}$	0	$\frac{7}{2}$
BE	$-\frac{5}{12}$	$\frac{5}{2}$	0

عضو خریا
سده

عضو خریا
امان سده
(a)

$$x = -\frac{F_L(a)}{F_1(a)}$$

$$x = -\frac{F_L(BE)}{F_1(BE)}$$

$$x = -\frac{\frac{5}{2}}{-\frac{5}{12}} = 6$$

$$x = 6$$