

Seventh Edition

CHAPTER 6 *VECTOR MECHANICS FOR ENGINEERS:*
STATICS

Ferdinand P. Beer
E. Russell Johnston, Jr.

Lecture Notes:
J. Walt Oler
Texas Tech University

تحلیل سازه‌ها
۲- قاب‌ها و ماشین‌ها

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

6.9 - 6.12 § قاب‌ها و ماشین‌ها

یک **قاب** مانند یک خرپاست بجز اینکه اتصالات در مقابل **ممان** مقاومتند. بنابراین اعضا در قاب‌ها دو نیرویی نیستند.

مفصل بدون اصطکاک

این زاویه ثابت است.

قاب

یک **ماشین** از قطعاتی که قابلیت حرکت دارند تشکیل شده و برای انتقال نیرو و قدرت به کار می‌رود.

6-۲/68

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

هنگامی که ترسیمه آزاد را رسم می‌کنیم، بدین معنی است که مصالح موجود در ترسیمه توان تحمل نیروهای وارد بر آن را دارد.

Seventh Edition

McGraw Hill

Vector Mechanics for Engineers: Statics

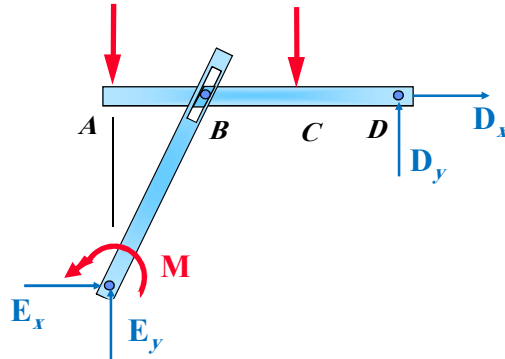
تحلیل قاب‌ها

- **قاب‌ها و ماشین‌ها** سازه‌هایی هستند که حداقل یک عضو چند نیرویی دارند. قاب‌ها برای تحمل بارها طراحی می‌شوند و معمولاً ساکنند.
- **ماشین‌ها** قطعات متحرکی دارند که برای انتقال و بهبود نیرو استفاده می‌شوند.
- برای به دست آوردن نیروهای خارجی وارد بر **قاب** از ترسیمه آزاد کل قاب استفاده می‌شود.
- نیروهای اعضای دو نیرویی راستای مشخصی دارند ولی مقدار و جهت آن‌ها مجهول است.
- نیروهای داخلی از جداسازی اعضا از **قاب** و ترسیمه آزاد هر قطعه به دست می‌آید.
- نیروهای اعضای چند نیرویی مقدار و راستایشان مجهول است. آن‌ها را باید با دو مؤلفه مجهول نشان داد.
- نیروی بین قطعات متصل به هم برابر و دارای راستای یکسانند ولی جهت‌هایشان مخالف یکدیگر است.

© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

6 - ۴/68

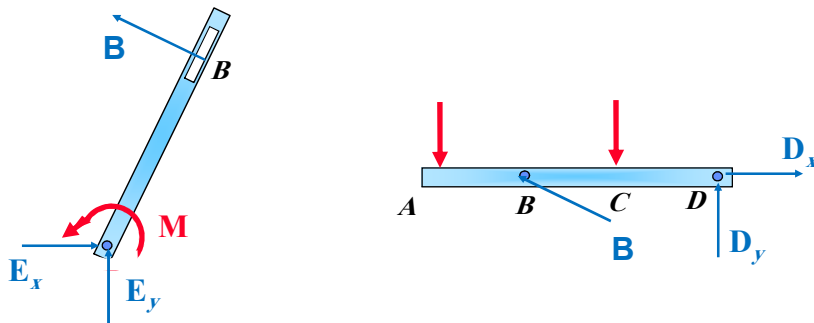
روش تحلیل قاب‌ها



اگر هنگامی که قاب از تکیه‌گاه‌هایش جدا می‌شود، صلب باقی بماند، دارای سه عکس‌العمل تکیه‌گاهی مجهول است که از معادلات تعادل به دست می‌آیند. **از طرف دیگر**، اگر پس از جدایی از صلبیت بیفتد، باید تعداد عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی مجهول آن بیشتر از سه باشد که از معادلات تعادل قاب نمی‌توان همه آن‌ها را به دست آورد. در آن صورت باید اعضای قاب را **از هم جدا کرد** و اعضای دو نیرویی و چند نیرویی را مشخص کرد. مفصل‌ها متعلق به یکی از قطعات اتصالی خواهد بود.

6 - ۵/68

روش تحلیل قاب‌ها (ادامه)



ترسیمه آزاد هر عضو چند نیرویی را رسم می‌کنیم. توجه شود، هنگامی که دو عضو چند نیرویی به یک عضو دو نیرویی اتصال دارند، در محل اتصال نیروهای **برابر و مخالف هم با مقدار نامعلوم ولی راستای مشخص** به یکدیگر وارد می‌کنند. هنگامی که دو عضو چند نیرویی با یک مفصل به یکدیگر متصل شده‌اند، به یکدیگر نیروهای برابر و مختلف‌الجهت ولی راستاهای معلوم وارد می‌کنند که باید با **دو مؤلفه مجهول** نشان داده شوند.

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶/68

روش تحلیل قاب‌ها (ادامه)

معادلات تعادلی که از ترسیمه آزاد اعضای چند نیرویی به دست می‌آیند را می‌توان برای به دست آوردن نیروهای داخلی مختلف مجهول به کار گرفت. عکس‌العمل‌های تکیه‌گاه‌ها نیز از این معادلات به دست می‌آید.

در واقع اگر قاب صلب و از نظر ایستایی معین باشد، ترسیمه آزاد اعضای چند نیرویی می‌تواند به تعداد لازم معادله بدهد که بتوان همه نیروهای مجهول را به دست آورد. **با این همه توصیه می‌شود ابتدا ترسیمه آزاد کل قاب را نیز در نظر بگیرید تا تعداد معادلاتی که باید همزمان حل شوند به حداقل برسد.**

Seventh Edition

McGraw Hill

Vector Mechanics for Engineers: Statics

ماشین‌ها

(a)

- ماشین‌ها سازه‌هایی هستند که برای انتقال و بهبود نیرو طراحی می‌شوند. هدف اصلی تبدیل **نیروهای داخلی** به **نیروهای خارجی** است.
- با داشتن مقدار P مقدار Q به دست می‌آید.
- ترسیمه آزاد کل ماشین که شامل عکس‌العمل وارد شده از طرف سیم است را ترسیم می‌کنیم.
- ماشین یک سازه غیر صلب است. ترسیمه آزاد یکی از اعضا را رسم می‌کنیم.
- حول A ممان می‌گیریم.

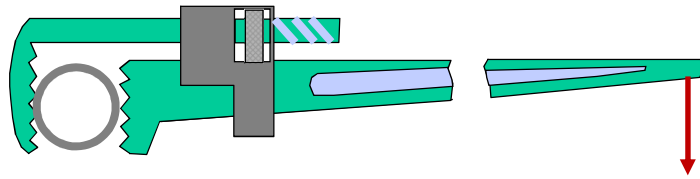
$$\sum M_A = 0 = aP - bQ \quad Q = \frac{a}{b}P$$

© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

6 - ۸/68

روش تحلیل ماشین‌ها

برای **تحلیل ماشین‌ها**، ابتدا آن‌ها را از هم جدا می‌کنیم. سپس مانند تحلیل قاب‌ها، ترسیمه آزاد همه اعضای چند نیرویی را رسم می‌کنیم. معادلات تعادل آن‌ها **نیروهای خروجی** ماشین‌ها را بر حسب **نیروهای ورودی** و همچنین نیروهای داخلی در اتصالات مختلف را می‌دهد.



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6- ۹/68

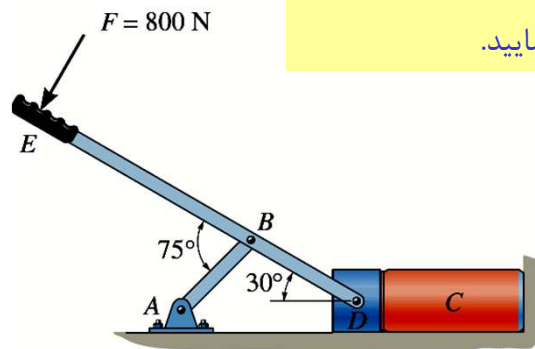
Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها ترسیمه آزاد

هر قسمت را جدا کنید.

همه اعضای دو نیرویی را مشخص نمایید.

نیروهای مشترک را مشخص نمایید.



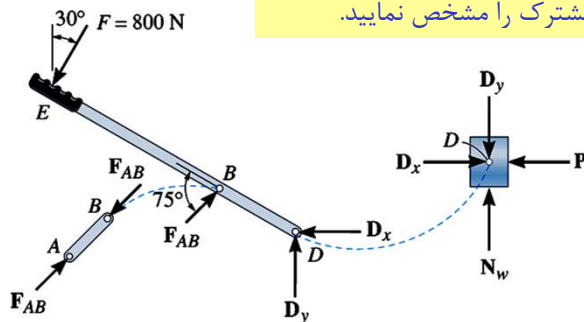
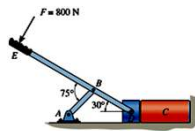
گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6-

Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها

ترسیمه آزاد



هر قسمت را جدا کنید.

همه اعضای دو نیرویی را مشخص نمایید.

نیروهای مشترک را مشخص نمایید.

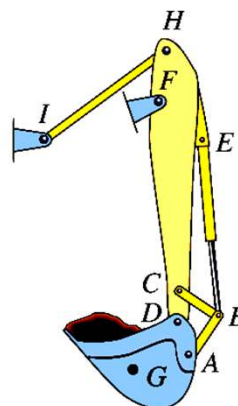
گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۱۱/68

Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها

ترسیمه آزاد



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۱۲/68

Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها

ترسیمه آزاد

6 - ۱۳/68

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

Vector Mechanics for Engineers: Statics

قاب‌هایی که اگر از تکیه گاه‌هایشان جدا شوند، از صلبیت می‌افتند.

- بعضی از قاب‌ها اگر از تکیه گاه‌هایشان جدا شوند، صلبیت آن‌ها از بین می‌رود و فرومی‌ریزند. چنین قاب‌هایی را نمی‌توان به عنوان جسم صلب در نظر گرفت. توجه شود که معادلات تعادل تنها برای **اجسام صلب** لازم و کافی‌اند.
- ترسیمه آزاد کل قاب **چهار مجهول** دارد که نمی‌توانند از سه **معادله تعادل** به دست آیند. ولی بعضی از مجهولات از آن معادلات به دست می‌آیند. در واقع معادلات تعادل کل سازه از ۶ معادله هر دو عضو صلب سازه (اگر هر عضو سازه را جدا گانه در نظر بگیریم) **مستقل نیستند**.
- قاب باید به عنوان دو جسم صلب جداگانه ولی مرتبط با هم در نظر گرفته شود.
- در نقاط اتصال نیروها برابر و در جهت مخالف یکدیگرند. دو ترسیمه آزاد، ۶ مؤلفه مجهول نیرو قابل محاسبه‌اند.
- تعادل دو جسم صلب ۶ معادله مستقل می‌دهد.

6 - ۱۴/68

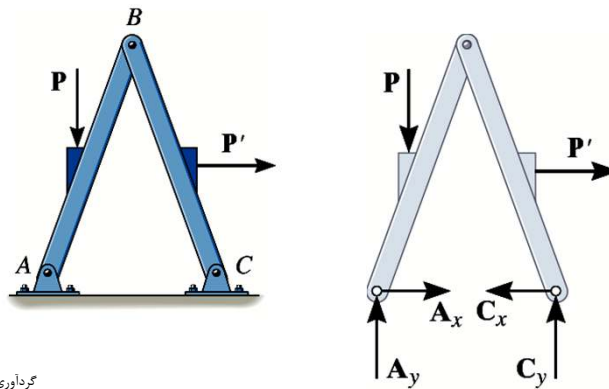
© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها

معادلات تعادل

اگر کل قاب را در نظر بگیریم، قابل حل نیست
4 مجهول و 3 معادله



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

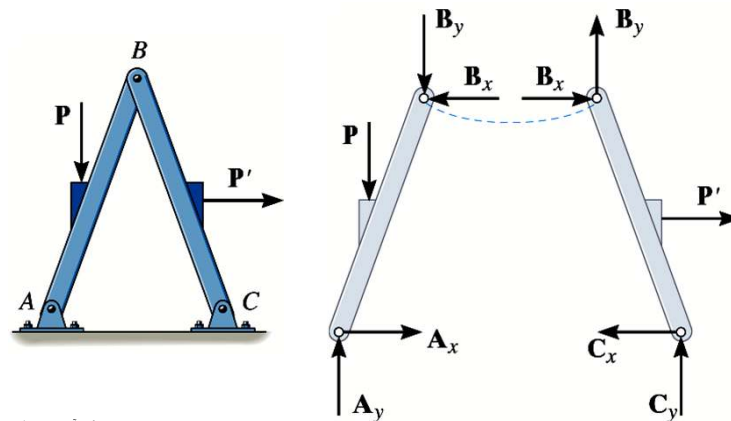
6 - ۱۰/68

Structural Analysis

قاب‌ها و ماشین‌ها

معادلات تعادل

اکنون اگر سه معادله هر یک از دو عضو را نیز اضافه کنیم، جمعاً ۶ معادله و از آن‌ها ۶ مجهول یعنی عکس‌العمل‌های A، B و C قابل محاسبه‌اند.



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۱۱/68

Vector Mechanics for Engineers: Statics

مسئله نمونه 6.4

Members ACE and BCD are connected by a pin at C and by the link DE . For the loading shown, determine the force in link DE and the components of the force exerted at C on member BCD .

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

6 – ۱۷/68

SOLUTION:

- Create a free-body diagram for the complete frame and solve for the support reactions.
- Define a free-body diagram for member BCD . The force exerted by the link DE has a known line of action but unknown magnitude. It is determined by summing moments about C .
- With the force on the link DE known, the sum of forces in the x and y directions may be used to find the force components at C .
- With member ACE as a free-body, check the solution by summing moments about A .

Vector Mechanics for Engineers: Statics

Sample Problem 6.4

$\alpha = \tan^{-1} \frac{80}{150} = 28.07^\circ$

SOLUTION:

- Create a free-body diagram for the complete frame and solve for the support reactions.

$$\sum F_y = 0 = A_y - 480 \text{ N} \quad \boxed{A_y = 480 \text{ N} \uparrow}$$

$$\sum M_A = 0 = -(480 \text{ N})(100 \text{ mm}) + B(160 \text{ mm})$$

$$\boxed{B = 300 \text{ N} \rightarrow}$$

$$\sum F_x = 0 = B + A_x \quad \boxed{A_x = -300 \text{ N} \leftarrow}$$

Note:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{80}{150} = 28.07^\circ$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

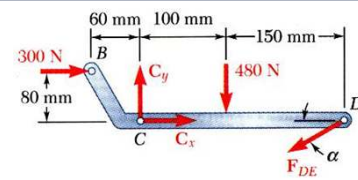
© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

6 – ۱۸/68

Vector Mechanics for Engineers: Statics

Sample Problem 6.4

- Define a free-body diagram for member *BCD*. The force exerted by the link *DE* has a known line of action but unknown magnitude. It is determined by summing moments about *C*.



$$\sum M_C = 0 = (F_{DE} \sin \alpha)(250 \text{ mm}) + (300 \text{ N})(60 \text{ mm}) + (480 \text{ N})(100 \text{ mm})$$

$$F_{DE} = -561 \text{ N} \quad \boxed{F_{DE} = 561 \text{ N } C}$$

- Sum of forces in the *x* and *y* directions may be used to find the force components at *C*.

$$\sum F_x = 0 = C_x - F_{DE} \cos \alpha + 300 \text{ N}$$

$$0 = C_x - (-561 \text{ N}) \cos \alpha + 300 \text{ N} \quad \boxed{C_x = -795 \text{ N}}$$

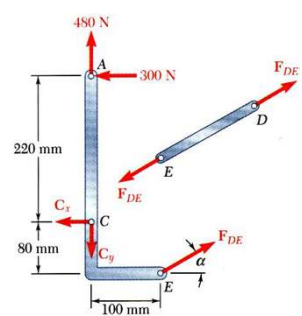
$$\sum F_y = 0 = C_y - F_{DE} \sin \alpha - 480 \text{ N}$$

$$0 = C_y - (-561 \text{ N}) \sin \alpha - 480 \text{ N} \quad \boxed{C_y = 216 \text{ N}}$$

© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. 6 - 19/68

Vector Mechanics for Engineers: Statics

Sample Problem 6.4



- With member *ACE* as a free-body, check the solution by summing moments about *A*.

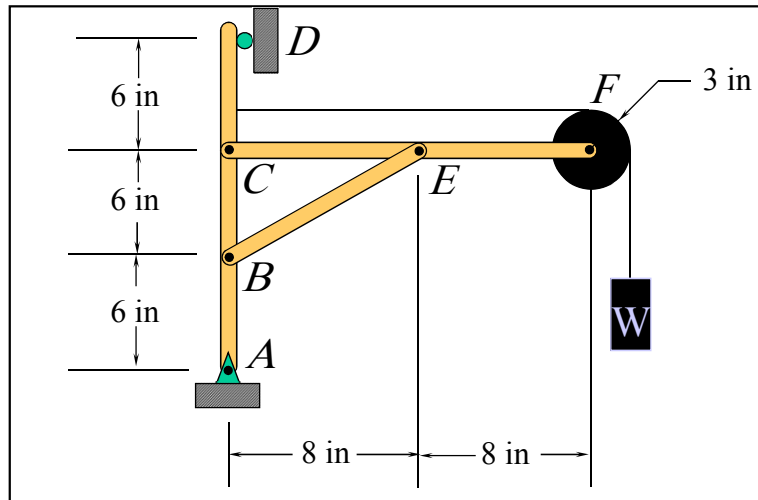
$$\sum M_A = (F_{DE} \cos \alpha)(300 \text{ mm}) + (F_{DE} \sin \alpha)(100 \text{ mm}) - C_x(220 \text{ mm})$$

$$= (-561 \cos \alpha)(300 \text{ mm}) + (-561 \sin \alpha)(100 \text{ mm}) - (-795)(220 \text{ mm}) = 0$$

(checks)

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری
© 2004 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. 6 - 20/68

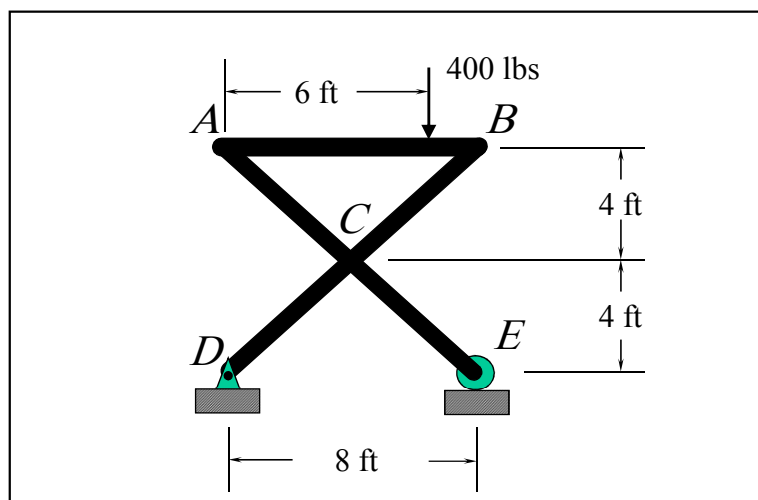
Example 1: All members are pin-connected. Determine the force acting on each member in terms of W .



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۱/68

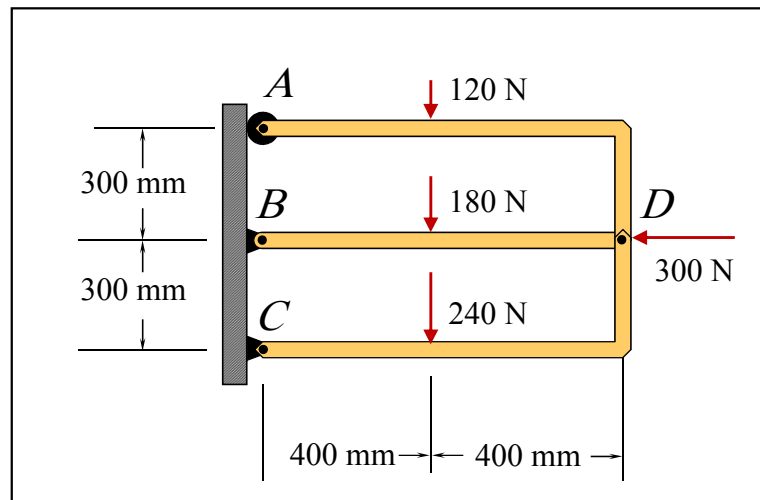
Example 2: Determine the forces on member BCD .



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۲/68

مثال ۳: سازه زیر از سه عضو که در D به هم مفصل شده‌اند تشکیل شده است. نیروهای اعضا را به دست آورید.



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

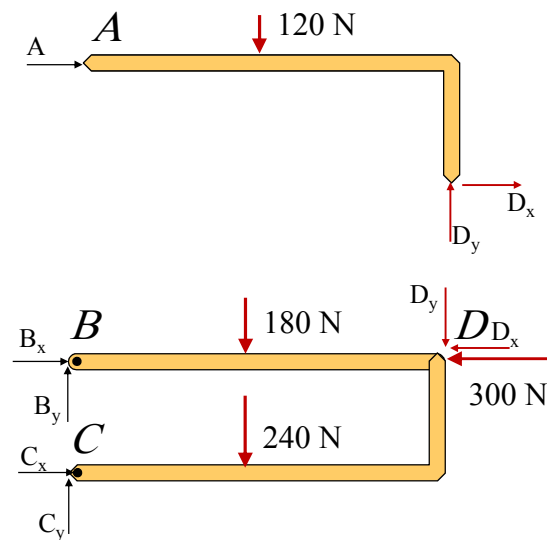
6 - ۲۲/68

در D چه اتفاقی می‌افتد؟

ابتدا قاب را به دو بخش تقسیم می‌کنیم.

به عضو AD تنها سه نیرو اثر می‌کند.

می‌آیند. D_x , D_y , A به دست



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۴/68

اکنون عضو BD را در نظر می‌گیریم.

می‌آیند. B_y و E_y به دست

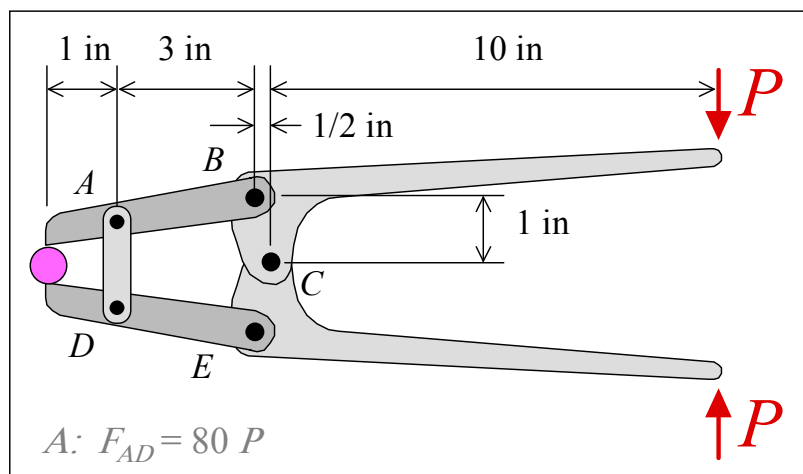
اکنون تنها سه نیروی مجهول به عضو CD اثر می‌کند.

اکنون به عضو BD برمی‌گردیم و B_x را به دست می‌آوریم.

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۵/68

Example 4: A manufacturer is having trouble with the bolt cutters they produce. Specifically, link AD has a short life span. Rather than design by trial and error, the manufacturer would like to know what force is transmitted by the link.



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۶/68

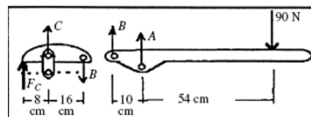
Analysis and Design

- What is the force P ?
- We should probably pick the maximum force that a person could possibly apply to the bolt cutter.
- A force of about $P=100$ lb is a reasonable choice.
- Even if 100 lb is far more than is needed to generate satisfactory cutting action at the bolt, when designing products, we need to anticipate how the product will be used (and miss-used!).
- Assuming $P=100$ lb, draw FBDs and apply equations of equilibrium to find internal forces in members.
- Once internal forces are known, more detailed design of member geometry can be carried out.

MF8

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۷/68



Solution: *Element AB:* The moment about A is

$$\sum M_A = -10B - 54F = 0,$$

where $F = 90$ N. From which $B = -486$ N. The sum of the forces:

$$\sum F_y = A + B - F = 0,$$

$$\text{from which } A = 576 \text{ N}$$

Element BC: The moment about C:

$$\sum M_C = -16B - 8F_C = 0,$$

$$\text{from which the cutting force is } F_C = 972 \text{ N}$$

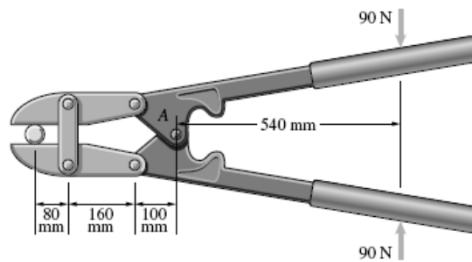
گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۲۸/68

MF8 anticipate: predict
My Friend 我的朋友 :

Problem 6.146 (Bedford & Fowler, 4th eds.)

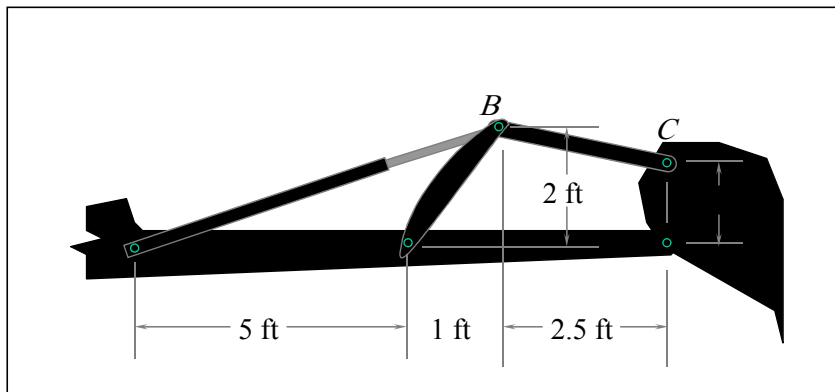
Determine the force exerted on the bolt by the bolt cutters and the magnitude of the force the members exert on each other at the pin connection A.



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۲۹/68

Example 5: The 600-lb weight of the scoop acts at a point 1.5 ft to the right of the vertical line CE . The line ADE is horizontal. The hydraulic actuator AB can be treated as a two-force member. Determine the axial force in the hydraulic actuator AB and the forces exerted on the scoop at C and E .

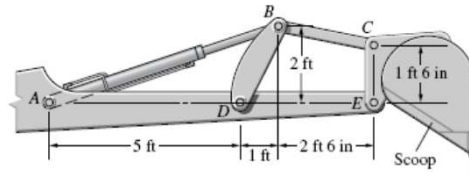


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۳۰/68

MF7

سچو: scoop
My Friend ٢٤/٠٢/٢٠٠٩ :



Solution: The free body diagrams are shown at the right. Place the coordinate origin at A with the x axis horizontal. The coordinates (in ft) of the points necessary to write the needed unit vectors are A (0,0), B (6, 2), C (8.5, 1.5), and D (5, 0). The unit vectors needed for this problem are

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_{BA} &= -0.949\mathbf{i} - 0.316\mathbf{j}, \\ \mathbf{u}_{BC} &= 0.981\mathbf{i} - 0.196\mathbf{j}, \\ \text{and } \mathbf{u}_{BD} &= -0.447\mathbf{i} - 0.894\mathbf{j}. \end{aligned}$$

6 - 31/68

The scoop: The equilibrium equations for the

$$\begin{aligned} \sum F_X &= -T_{CB}u_{BCX} + E_X = 0, \\ \sum F_Y &= -T_{CB}u_{BCY} + E_Y - 600 = 0, \\ \text{and } \sum M_C &= 1.5E_X - 1.5(600 \text{ lb}) = 0. \end{aligned}$$

Solving, we get

$$E_X = 600 \text{ lb},$$

$$E_Y = 480 \text{ lb},$$

$$\text{and } T_{CB} = 611.9 \text{ lb}.$$

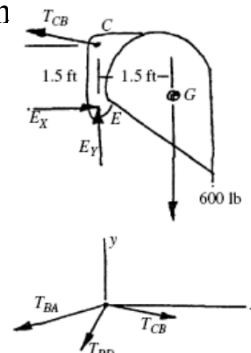
Joint B: The equilibrium equations for the scoop are

$$\begin{aligned} \sum F_X &= T_{BA}u_{BAX} + T_{BD}u_{BDX} + T_{CB}u_{BCX} = 0, \\ \text{and } \sum F_Y &= T_{BA}u_{BAY} + T_{BD}u_{BDY} + T_{CB}u_{BCY} = 0. \end{aligned}$$

Solving, we get

$$T_{BA} = 835 \text{ lb},$$

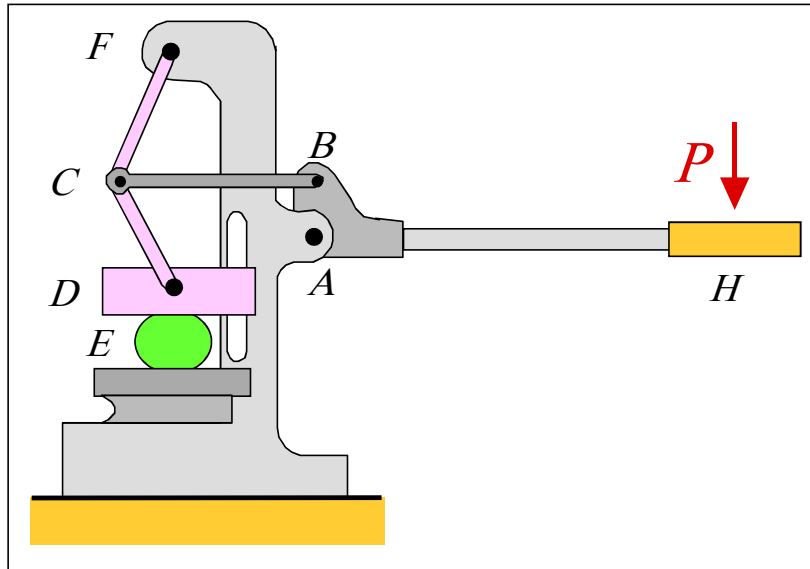
$$\text{and } T_{BD} = -429 \text{ lb}.$$



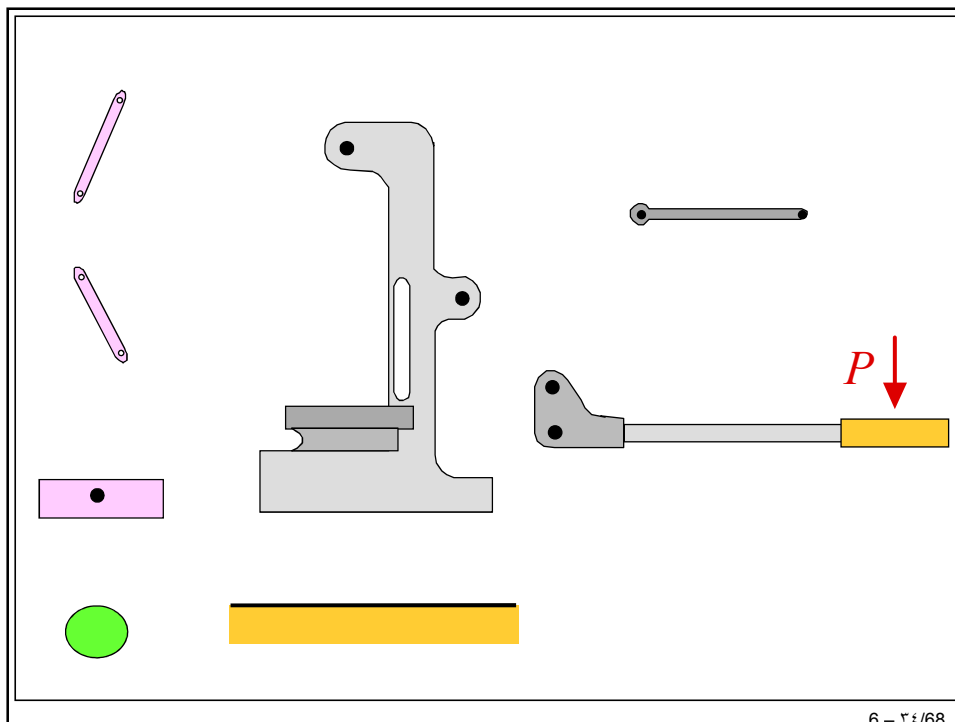
گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - 31/68

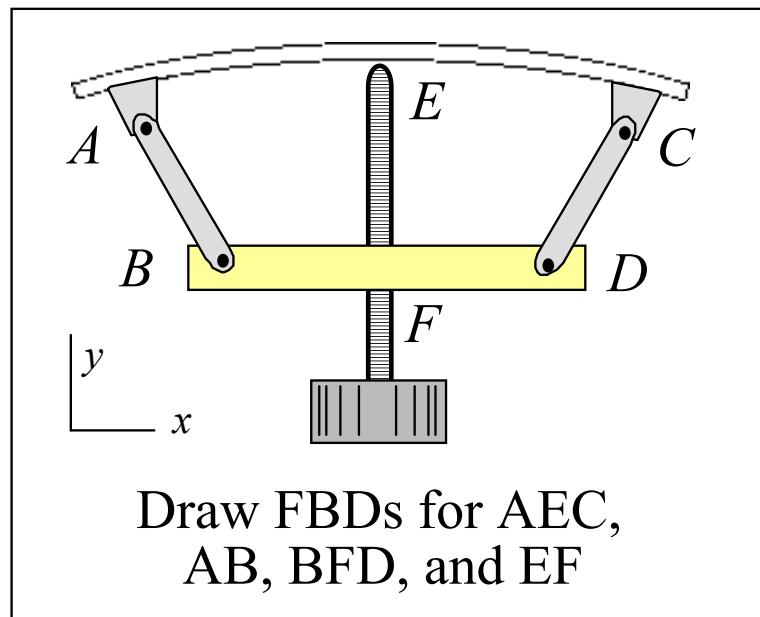
example: Draw FBDs for all of the parts of the machine press shown. All members are pin-connected.



6 - 22/68

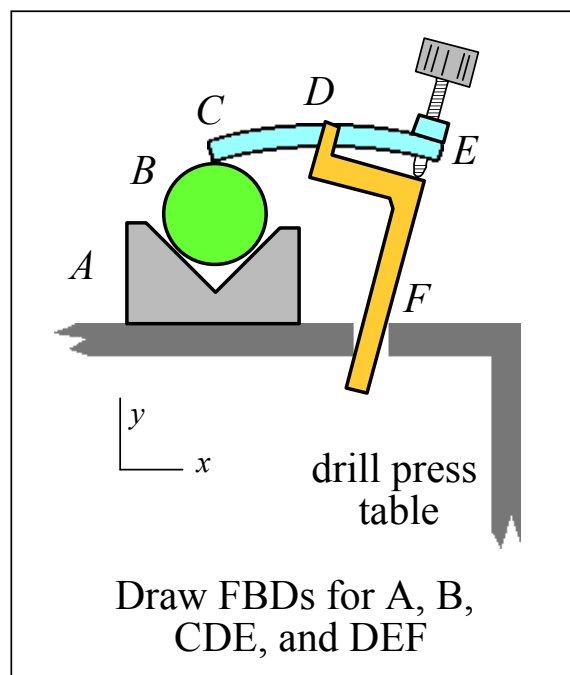


6 - 22/68



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۳۵/68



6 - ۳۶/68

Structural Analysis

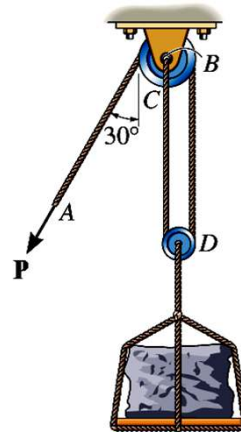
Sample Problem 6.9

The cable and pulleys are used to lift the 600-lb stone. Determine the force that must be exerted on the cable at A and the magnitude of the resultant force the pulley at C must exert on the pin B when the cables are in the position shown.

Given: cable and pulleys, W

Find: P, reactions at B

Solution:

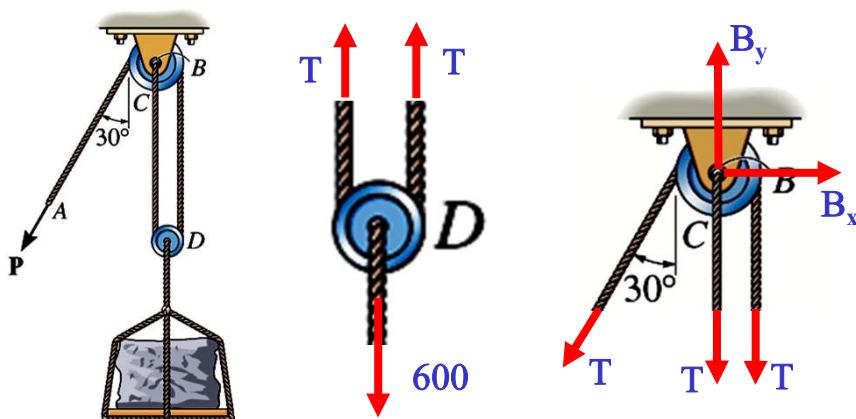


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۳۷/68

Structural Analysis

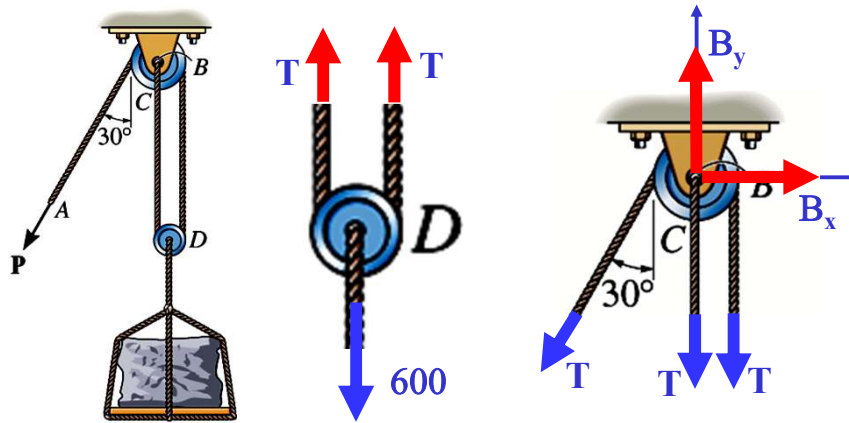
Sample Problem 6.9



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۳۸/68

Sample Problem 6.9



6 - ۳۹/68

Sample Problem 6.9 - Solution

1. Break assembly into parts B and D
2. Solve equilibrium equations for both parts

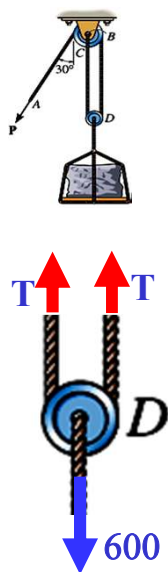
Part D (Pulley)

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ 2T - 600 &= 0 \\ T &= 300 \text{ lb}\end{aligned}$$

Part B (Support Reactions)

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ B_x - 300 \sin 30^\circ &= 0 & B_y - 300 - 300 \cos 30^\circ &= 0 \\ B_x &= 150 \text{ lb} & B_y &= 559.8 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$F_B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{(150)^2 + (559.8)^2} = 580 \text{ lb}$$



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۴۰/68

Structural Analysis

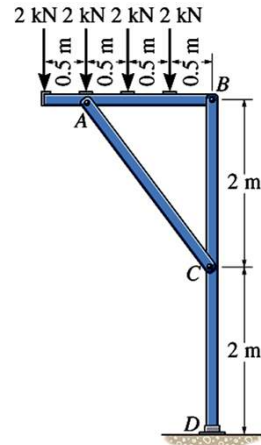
Sample Problem 6.10

Determine the horizontal and vertical components of force at pins A, B, C, and the reactions of the fixed support D of the three-member frame.

Given: three member frame and loading

Find: forces on A, B, C and reactions at D.

Solution:

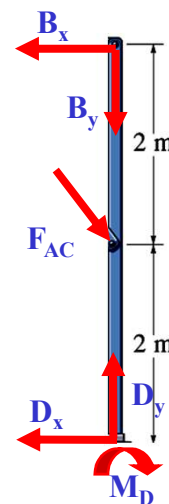
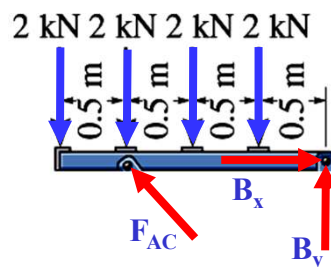
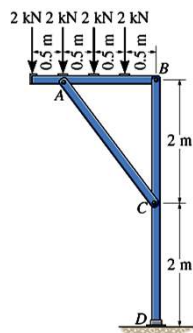


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۱/68

Structural Analysis

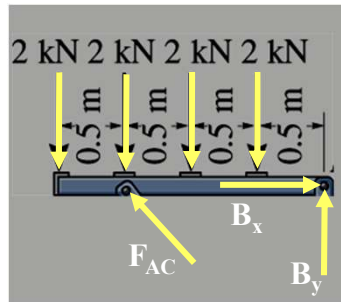
Sample Problem 6.10



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۱/68

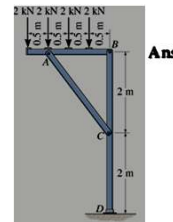
Sample Problem 6.10 - Solution



$$\begin{aligned} \curvearrowright + \Sigma M_B = 0; & \quad 2(0.5) + 2(1) + 2(1.5) + 2(2) - F_{AC}\left(\frac{4}{5}\right)(1.5) = 0 \\ & \quad F_{AC} = 8.333 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \uparrow \Sigma F_y = 0; & \quad B_y + 8.333\left(\frac{4}{5}\right) - 2 - 2 - 2 - 2 = 0 \\ & \quad B_y = 1.333 \text{ kN} = 1.33 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \Sigma F_x = 0; & \quad B_x - 8.333\left(\frac{3}{5}\right) = 0 \\ & \quad B_x = 5.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

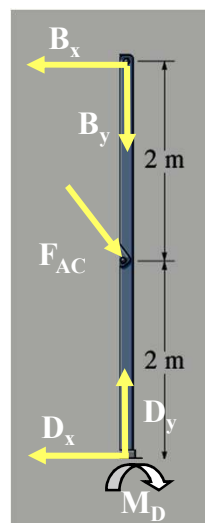


گرددآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۴۷/68

Sample Problem 6.10 - Solution

Sample Problems



$$\begin{aligned} \curvearrowright + \Sigma M_D = 0; & \quad 5.00(4) - 8.333\left(\frac{3}{5}\right)(2) - M_D = 0 \\ & \quad M_D = 10.0 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

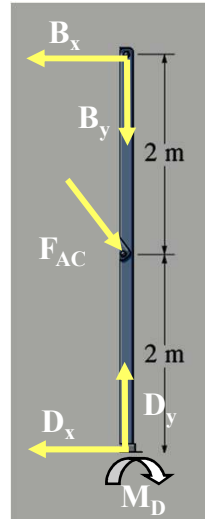
$$\begin{aligned} + \uparrow \Sigma F_y = 0; & \quad D_y - 1.333 - 8.333\left(\frac{4}{5}\right) = 0 \\ & \quad D_y = 8.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \Sigma F_x = 0; & \quad 8.333\left(\frac{3}{5}\right) - 5.00 - D_x = 0 \\ & \quad D_x = 0 \end{aligned}$$

گرددآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

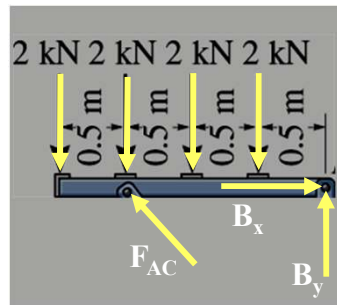
6 - ۴۴/68

Sample Problem 6.10 - Solution



$$A_x = C_x = F_{AC} \left(\frac{3}{5} \right) = 8.333 \left(\frac{3}{5} \right) = 5.00 \text{ kN}$$

$$A_y = C_y = F_{AC} \left(\frac{4}{5} \right) = 8.333 \left(\frac{4}{5} \right) = 6.67 \text{ kN}$$



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۴۵/68

Structural Analysis

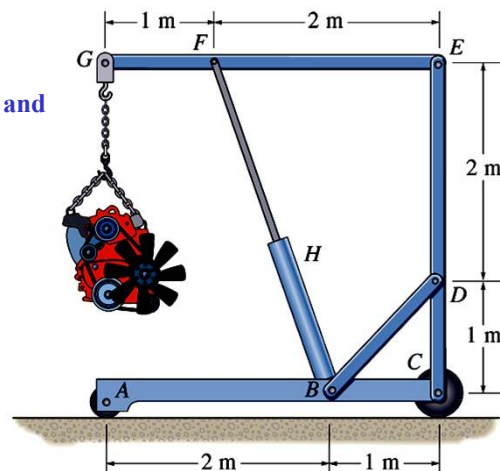
Sample Problem 6.11

The hoist supports the 125-kg engine. Determine the force the load creates in member DB and in member FB, which contains the hydraulic cylinder H.

Given: hoist, m

Find: load in members DB and FB

Solution:

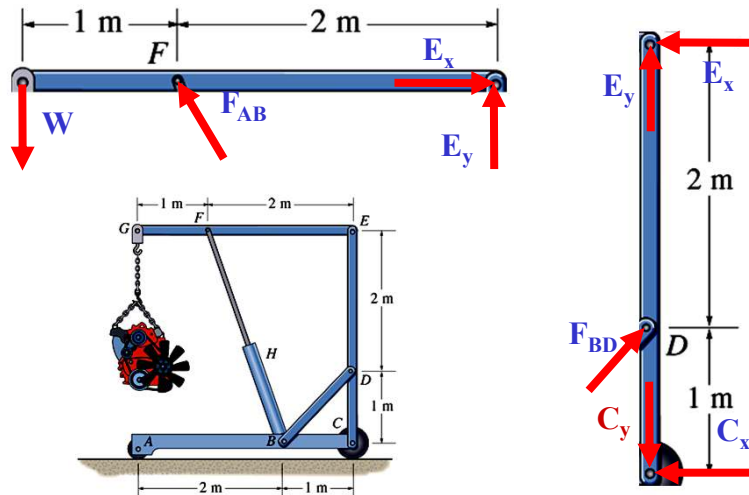


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۴۶/68

Structural Analysis

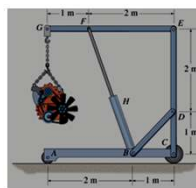
Sample Problem 6.11



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۴۷/68

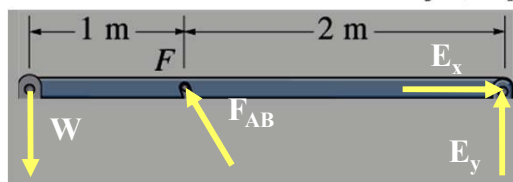
Sample Problem 6.11 - Solution



$$\begin{aligned} \zeta + \Sigma M_E = 0; \quad & 1226.25(3) - F_{TB} \left(\frac{3}{\sqrt{10}} \right) (2) = 0 \\ & F_{TB} = 1938.87 \text{ N} = 1.94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \uparrow \Sigma F_y = 0; \quad & 1938.87 \left(\frac{3}{\sqrt{10}} \right) - 1226.25 - E_y = 0 \\ & E_y = 613.125 \text{ N} \end{aligned}$$

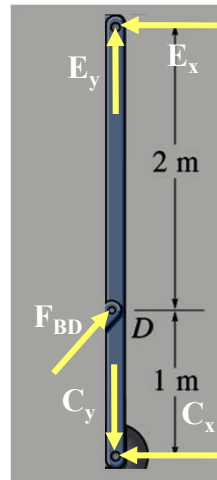
$$\begin{aligned} \rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad & E_x - 1938.87 \left(\frac{1}{\sqrt{10}} \right) = 0 \\ & E_x = 613.125 \text{ N} \end{aligned}$$



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۴۸/68

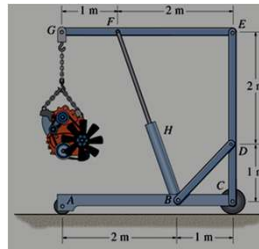
Sample Problem 6.11 - Solution



$$\sum M_C = 0$$

$$613.125(3) - F_{BD} \sin 45^\circ = 0$$

$$F_{BD} = 2.60 \text{ kN}$$



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۹/68

Structural Analysis

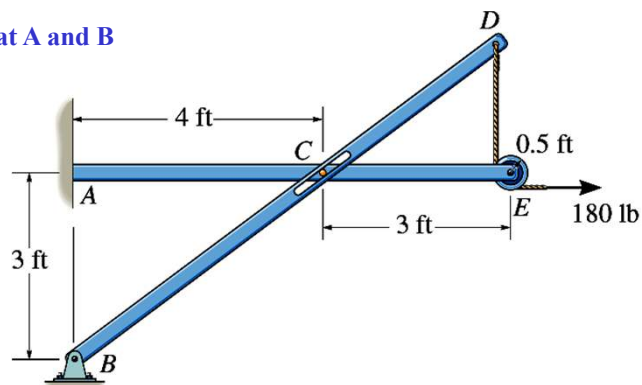
Sample Problem 6.12

Determine the horizontal and vertical components of reaction at A and B. The pin at C is fixed to member AE and fits through a smooth slot in member BD.

Given: two member device and load

Find: reactions at A and B

Solution:

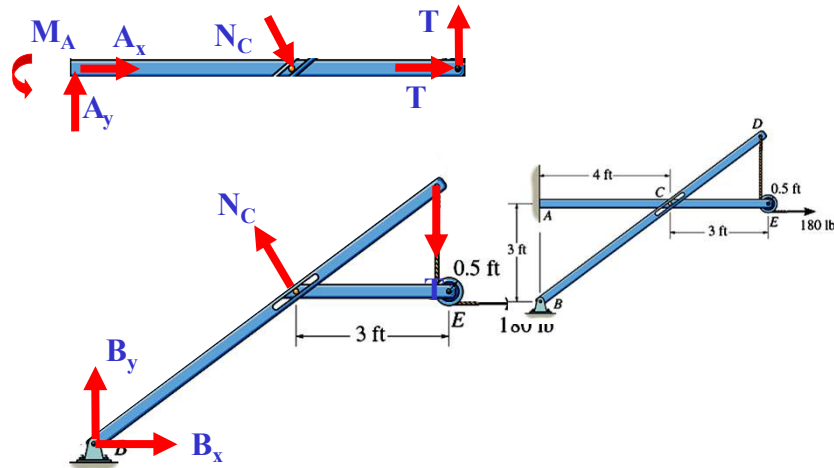


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۱۰/68

Structural Analysis

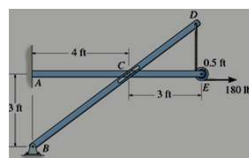
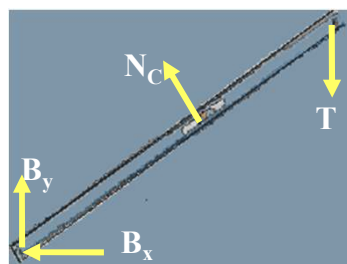
Sample Problem 6.12



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۰۱/68

Sample Problem 6.12 - Solution



$$\curvearrowleft \Sigma M_B = 0; \quad -180(6.5) + N_C(5) = 0$$

$$N_C = 234 \text{ lb}$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad B_x - \frac{3}{5}(234) = 0$$

$$B_x = 140 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

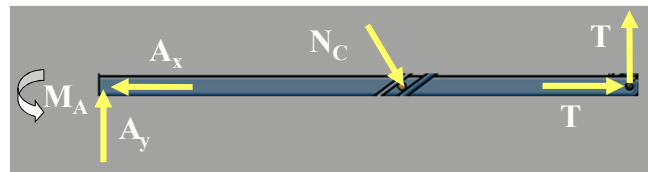
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad \frac{4}{5}(234) - 180 - B_y = 0$$

$$B_y = 7.20 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۰۲/68

Sample Problem 6.12 - Solution



$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad A_y - \frac{4}{5}(234) + 180 = 0$$

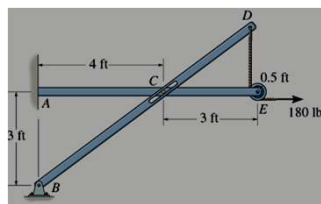
$$A_y = 7.20 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad 180 + \frac{3}{5}(234) - A_x = 0$$

$$A_x = 320 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_A = 0; \quad -\frac{4}{5}(234)(4) + 180(7) - M_A = 0$$

$$M_A = 511 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Ans}$$



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۵۲/68

Structural Analysis

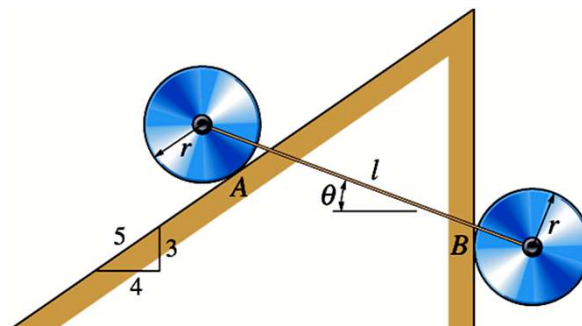
Sample Problem 6.13

The two disks each have a mass of 20 kg and are attached at their centers by an elastic cord that has a stiffness of $k=2 \text{ kN/m}$. Determine the stretch of the cord when the system is in equilibrium, and the angle θ of the cord.

Given: two disk system, m , k

Find: s , θ for equilibrium

Solution:

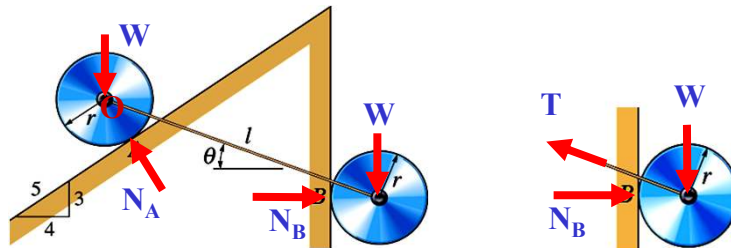


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۵۳/68

Structural Analysis

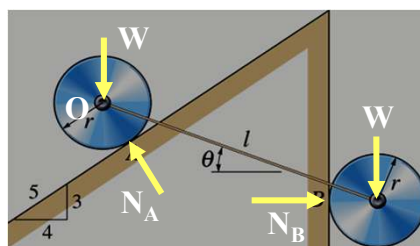
Sample Problem 6.13



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۰۰/68

Sample Problem 6.13 - Solution



$$N_A = 490.5 \text{ N}$$

$$N_B = 294.3 \text{ N}$$

$$\theta = 33.69^\circ = 33.7^\circ$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad N_B - N_A \left(\frac{3}{5} \right) = 0$$

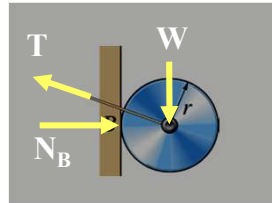
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad N_A \left(\frac{4}{5} \right) - 2(196.2) = 0$$

$$\curvearrowright \Sigma M_O = 0; \quad N_B (l \sin \theta) - 196.2 l \cos \theta = 0$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - ۰۱/68

Sample Problem 6.13 - Solution



$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad -T \cos 33.69^\circ + 294.3 = 0$$

$$T = 353.70 \text{ N}$$

$$F_s = kx; \quad 353.70 = 2000x$$

$$x = 0.177 \text{ m} = 177 \text{ mm}$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۵۷/68

Structural Analysis

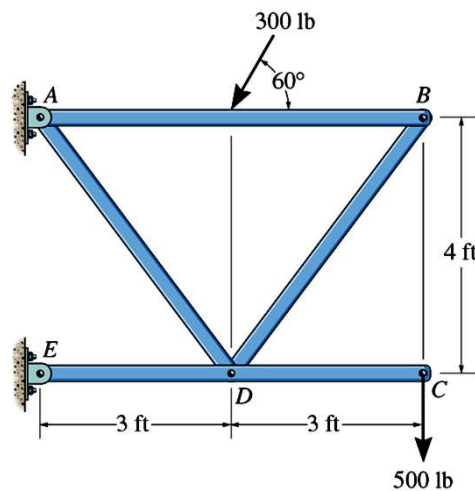
Sample Problem 6.14

Determine the horizontal and vertical components of force which the pins exert on member EDC of the frame.

Given: frame and load

Find: forces on EDC

Solution:

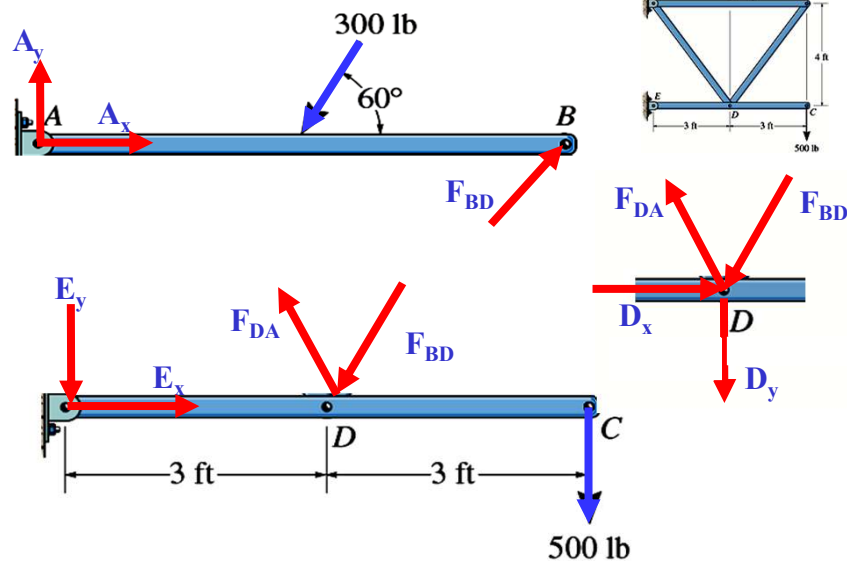


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۵۸/68

Structural Analysis

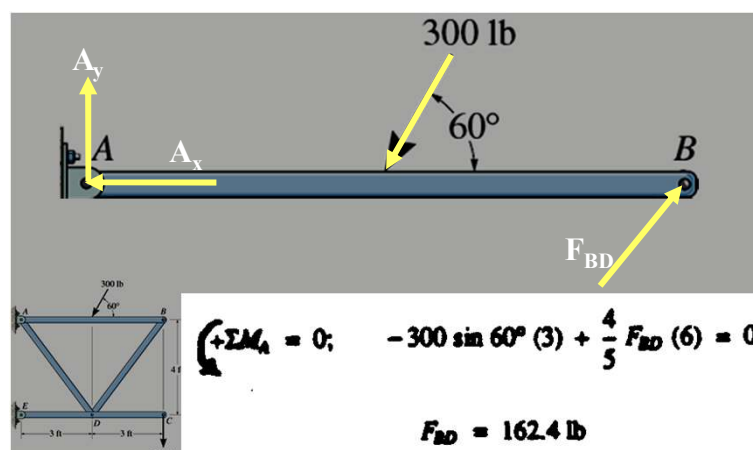
Sample Problem 6.14



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۹/68

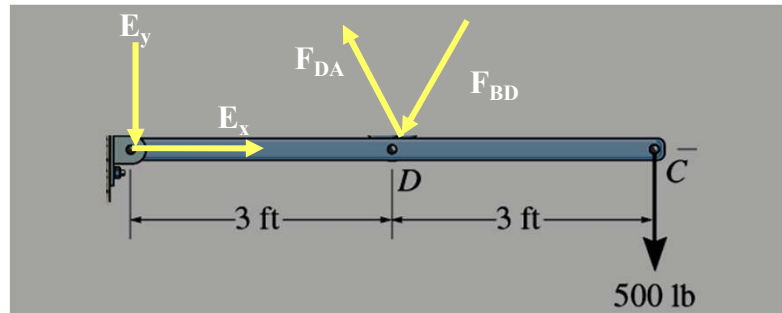
Sample Problem 6.14 - Solution



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۱۰/68

Sample Problem 6.14 - Solution



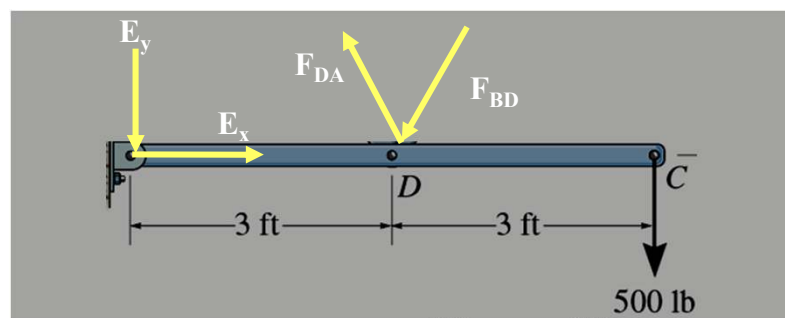
$$(+\Sigma M_E = 0; \quad -500(6) - \frac{4}{5}(162.4)(3) + \frac{4}{5}F_{AD}(3) = 0$$

$$F_{AD} = 1412.4 \text{ lb}$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۱/68

Sample Problem 6.14 - Solution



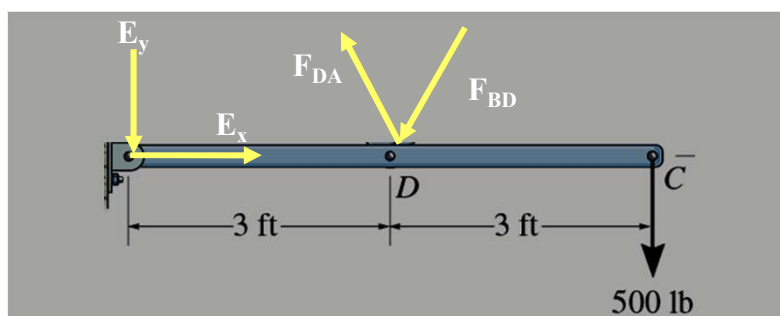
$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad E_x - 162.4\left(\frac{3}{5}\right) - 1412.4\left(\frac{3}{5}\right) = 0$$

$$E_x = 945 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۲/68

Sample Problem 6.14 - Solution



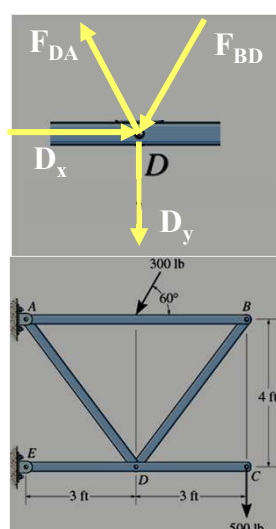
$$+\uparrow \Sigma F_y = 0; \quad -E_y + 1412.4\left(\frac{4}{5}\right) - 162.4\left(\frac{4}{5}\right) - 500 = 0$$

$$E_7 = 500 \text{ lb} \quad \text{Ans}$$

مگردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - 63/68

Sample Problem 6.14 - Solution



Pin D

$$\rightarrow \Sigma F_x = 0; \quad D_x - \frac{3}{5}(162.4) - \frac{3}{5}(1412.4) = 0$$

$D_x = 945 \text{ lb}$ Ans

$$+\uparrow \Sigma F_x = 0; \quad -D_7 - \frac{4}{5}(162.4) + \frac{4}{5}(1412.4) = 0$$

$D_2 = 1000 \text{ lb}$ Ans

گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالبشری

6 - 74/68

Structural Analysis

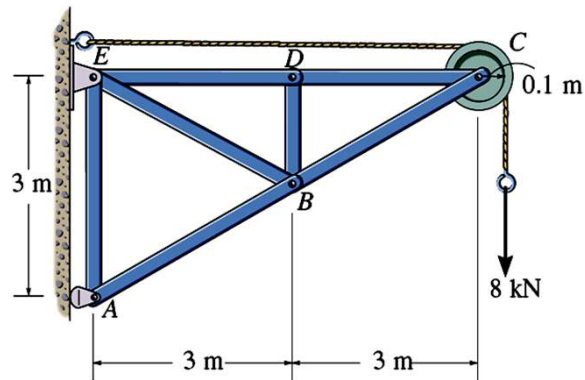
Sample Problem 6.15

Determine the force in each member of the truss and state if the members are in tension or compression.

Given: truss and load

Find: force in members

Solution:

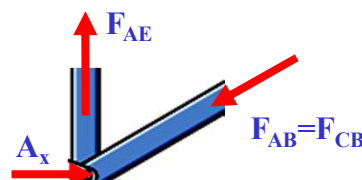
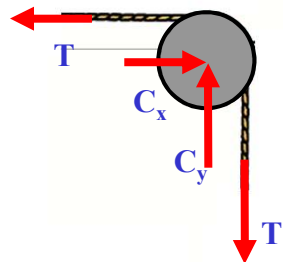
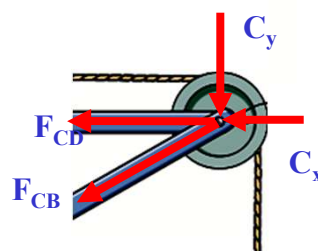
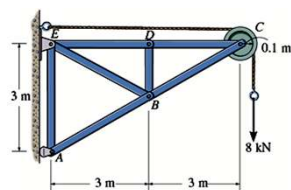


گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۰/68

Structural Analysis

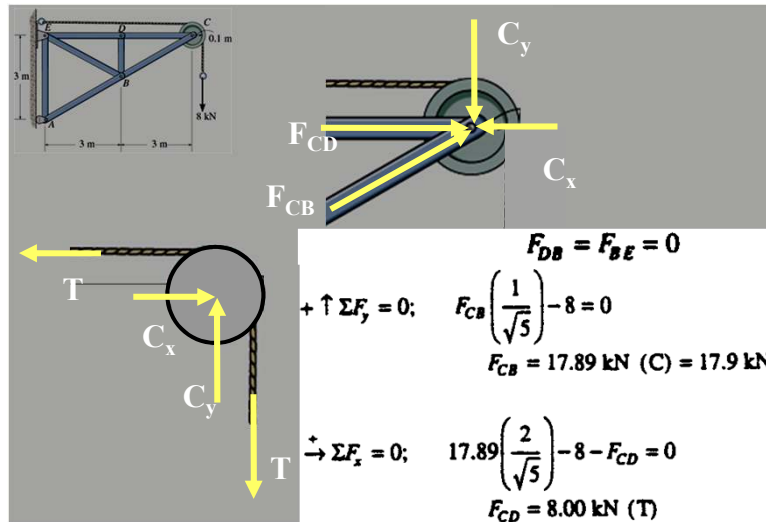
Sample Problem 6.15



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۱/68

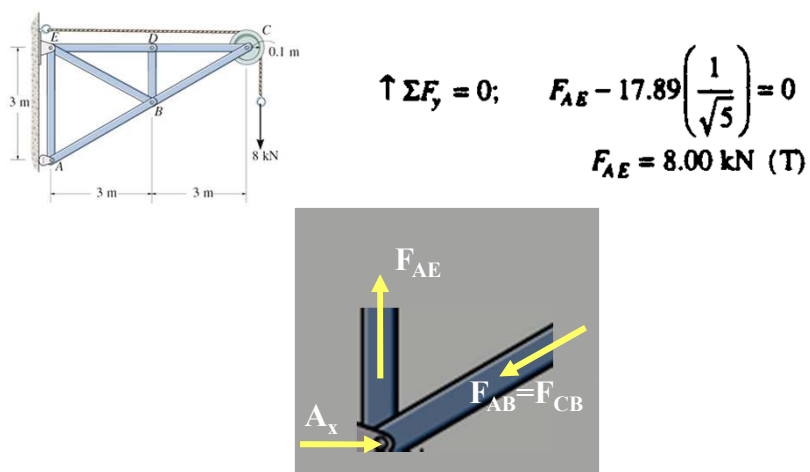
Sample Problem 6.14 - Solution



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۷/68

Sample Problem 6.14 - Solution



گردآوری و تنظیم: محمدحسین ابوالیشری

6 - ۶۸/68

