Tension and Compression in Bars

قضبان الشد والضغط

1. Stress
2. Strain
3. Constitutive Law
4. Single Bar under Tension or Compression
5. Systems of Bars
6. Supplementary Examples

1. الإجهاد
2. التشوه (الانفعال)
3. قانون السلوك
4. قضيب مفرد: شد أو ضغط
5. جمل قضبان الشد والضغط
6. أمثلة إضافية

Objectives: *Mechanics of Materials* investigates the stressing and the deformations of structures subjected to applied loads, starting by the simplest structural members, namely, bars in tension or compression.

يدرس ميكانيك المواد إجهادات وتشوهات الجمل الإنشائية (الهياكل الحاملة) الناتجة عن الحمولات الخارجية مبتدأً بالعناصر الأبسط أي القضبان (العناصر الطولانية) المشدودة أو المضغوطة.

In order to treat such problems, the kinematic relations and a constitutive law are needed to complement the equilibrium conditions which are known from Engineering Mechanics (Statics).

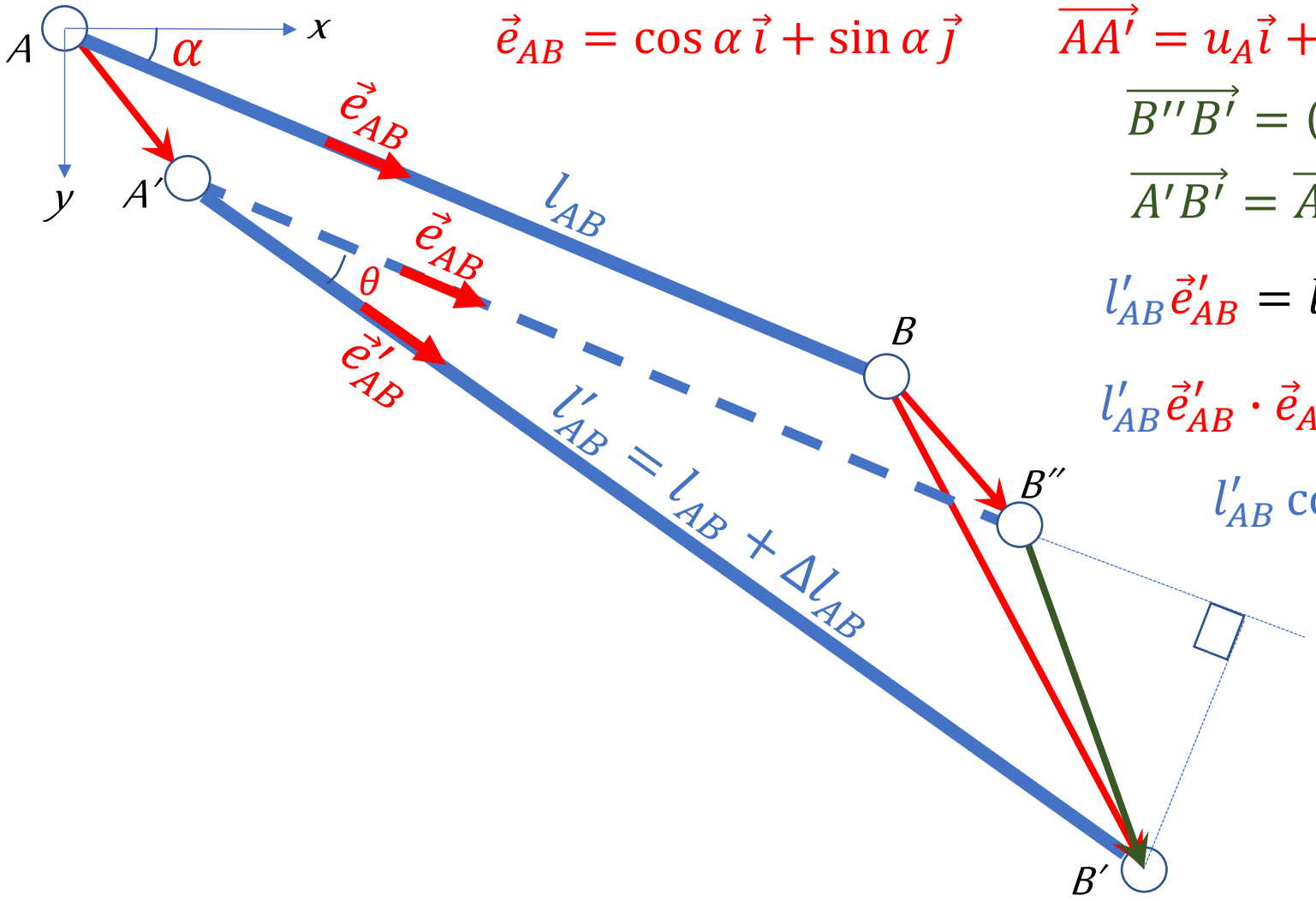
تقوم هذه الدراسة على ثلاث دعائم:

(1) معادلات التوازن التي دُرست في الميكانيك الهندسي (علم السكون) والتي يجب أن تستكمل بالدعامتين الأخرتين، أي

(2) العلاقات الكينماتيكية: وهي تصف التشوهات كمياً أي تحدد طبيعة ومقدار تغيرات الشكل الجيومتري.

(3) قوانين سلوك مادة العنصر وهي كما ستُعرض لاحقاً، قوانين تجريبية تعرّف السلوك الميكانيكي لمادة هذا العنصر..

تعالج الدعامتان الثانية والثالثة الشق الثاني من المسائل المقررة ستاتيكياً (؟) والمتعلق بالتشوهات والذي لاتعالجه الدعامة الأولى بمفردها، بينما تعالج الدعائم الثلاث مجتمعة المسائل غير المقررة ستاتيكياً (؟) بشقيها الستاتيكي والكينماتيكي.



$$\vec{e}_{AB} = \cos\alpha\,\vec{i} + \sin\alpha\,\vec{j} \qquad \overrightarrow{AA'} = u_A\vec{i} + v_A\vec{j} \qquad \overrightarrow{BB'} = u_B\vec{i} + v_B\vec{j}$$

$$\overrightarrow{B''B'} = (u_B - u_A)\vec{i} + (v_B - v_A)\vec{j}$$

$$\overrightarrow{A'B'} = \overrightarrow{A'B''} + \overrightarrow{B''B'}$$

$$l'_{AB}\vec{e}'_{AB} = l_{AB}\vec{e}_{AB} + \overrightarrow{B''B'}$$

$$l'_{AB}\vec{e}'_{AB}\cdot\vec{e}_{AB} = l_{AB}\vec{e}_{AB}\cdot\vec{e}_{AB} + \overrightarrow{B''B'}\cdot\vec{e}_{AB}$$

$$l'_{AB}\cos\theta = l_{AB} + \overrightarrow{B''B'}\cdot\vec{e}_{AB}$$

For $\theta \ll 1\ (rad)$:

$\cos\theta \approx 1$ & $\sin\theta \approx \theta$

$$l'_{AB} \approx l_{AB} + \overrightarrow{B''B'}\cdot\vec{e}_{AB}$$

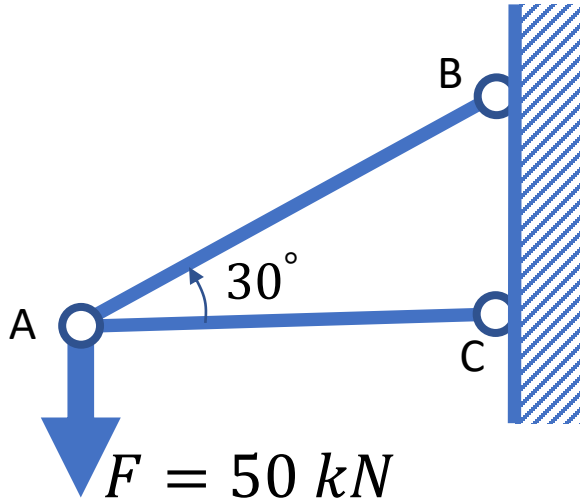
$$l'_{AB} - l_{AB} \approx \overrightarrow{B''B'}\cdot\vec{e}_{AB}$$

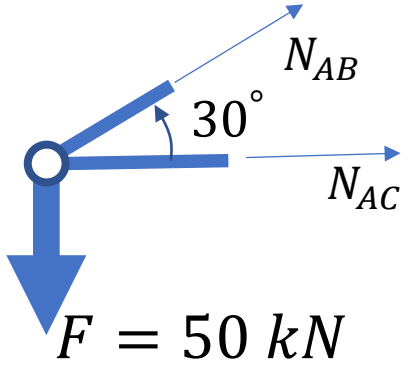
$$\Delta l_{AB} = [(u_B - u_A)\vec{i} + (v_B - v_A)\vec{j}\,]\cdot(\vec{e}_{AB})$$

$$\Delta l_{AB} = (u_B - u_A)\cos\alpha + (v_B - v_A)\sin\alpha$$

Problem 1. For the shown truss the two members are made of steel with $E = 2 \times 10^5 \text{MPa}$, find:

1. The internal forces in members AB & AC.
2. The required cross-section area A_{req} of member AB if the allowable stress is less than $\sigma_{all} = 125 \text{ MPa}$ and the vertical displacement of joint A does not exceed 0.1% of the length of the member AC.





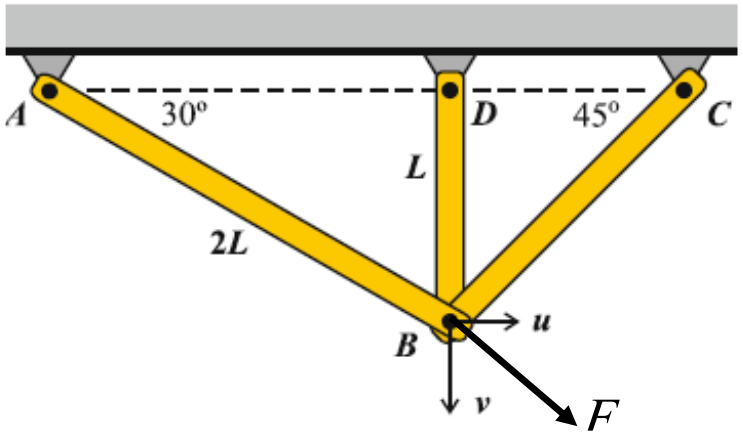
F. B. D.

Problem 2. An aluminum truss is shown in the figure. Joint B is forced to move downward by $v = 2.0$ mm; and to the right by $u = 1$ mm. Length $L = 1$ m and the cross-sectional area of each bar is $A = 8 \times 10^{-4}\ m^2$. The modulus is $E = 70$ GPa. Determine

(a) The elongation Δ in each member.

(b) The force N in each member.

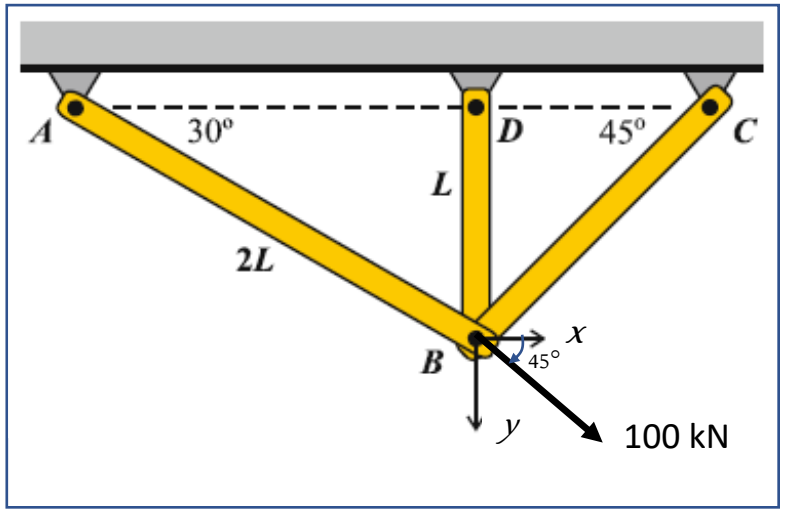
(c) The components, F_x & F_y, of the applied force that causes the displacement, and its magnitude F.



Problem 3. An aluminum truss is shown in the figure. Joint B is loaded by the shown force F. Length $L = 1.00$ m and the cross-sectional area of each bar is $A = 0.0008$ m^2. The modulus is $E = 70$ GPa. Determine

(a) The displacements of joint B.

(b) The axial stress in each bar.



Problem 4. An aluminum truss is loaded at joint D by $F = 60$ kN. the length of BD is 1 m. The cross-sectional areas are: $A_{AD} = 360\ mm^2$, $A_{BD} = 400\ mm^2$, and $A_{CD} = 450\ mm^2$. The modulus of aluminum is $E = 70$ GPa. Determine

1) The axial stress in members *AD, BD,* and *CD.*

2) The horizontal and vertical displacements of joint *D, u, and v.*