Neerd Al-Huson

ملخص سريع وشامل للستاتيكا

اعداد : مجد موسى العجلوني

WWW.hhuson.weebly.com

بسم الله الرحمن الرحيم

مادة الاستاتيكا مادة سهلة و لكنها تحتاج الكثير من التمرس و حل الاسئلة هنا نعطيك مفاتيح الحل فقط لنجعل الشرح مختصر قدر الإمكان .

Ch1

1. انتبه إذا كان السؤال بوحدة (N,m) او بوحدة (lb,ft) اكتب الناتج النهائي للحلول بالوحدة المعطى بالسؤال
2. ننتبه إذا كانت المعطيات (KN)نحولها إلى (N)من خلال (KN=1000N)

CH2

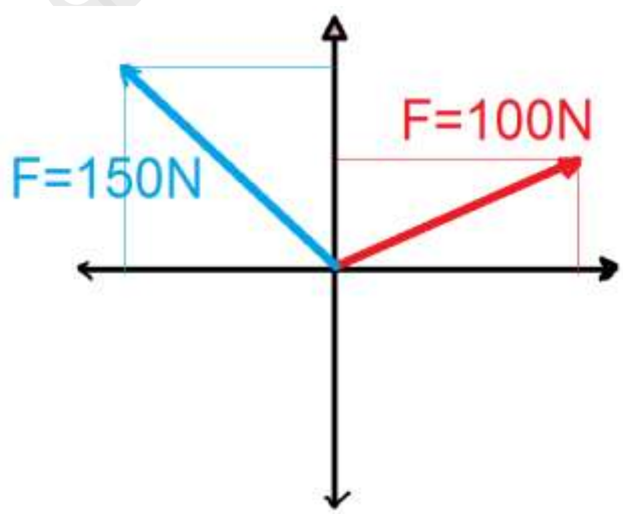
(2D)

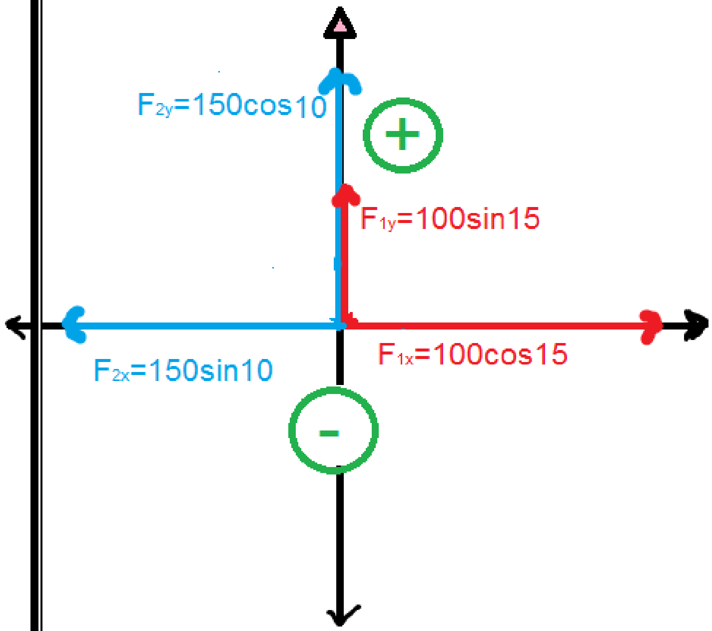
لإيجاد محصلة القوة لاكثر من قوة مائلة يوجد طريقتين

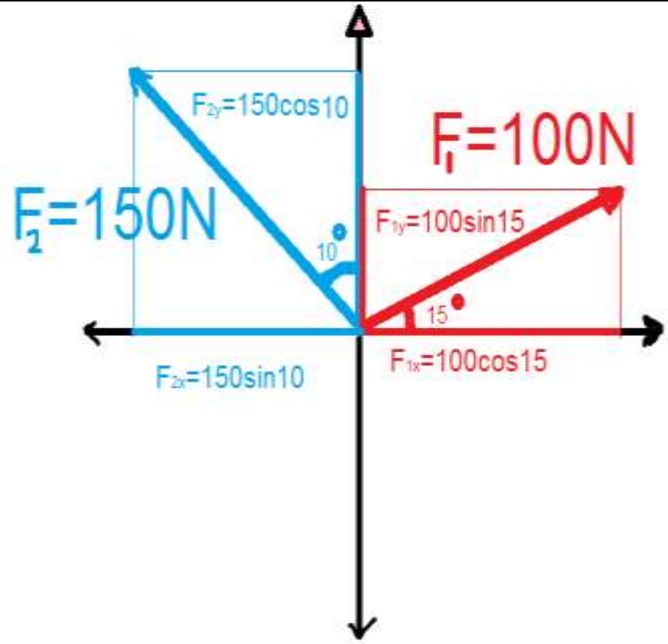
1. تحليل القوة على محور الx و محور ال y.
2. رسم المثلثات

1-تحليل القوى على المحاور

1. انتبه على الزواية
2. عند التحليل نستخدم قاعدة المثلث قائم الزاوية
3. إذا كانت القوى بعد التحليل بنفس الاتجاه (نجمع) و إذا كانت القوى معاكسة بالاتجاه (نطرح)

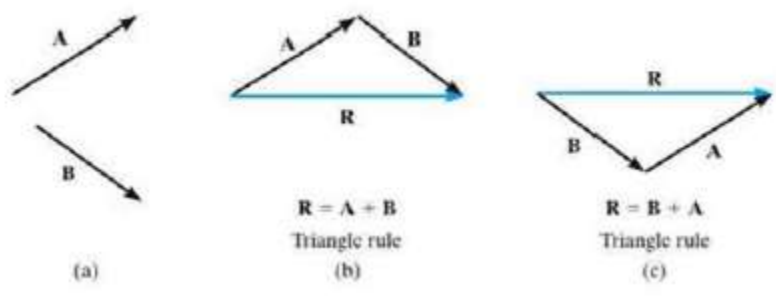


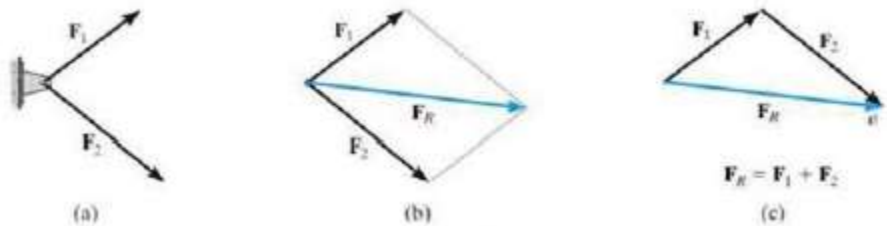




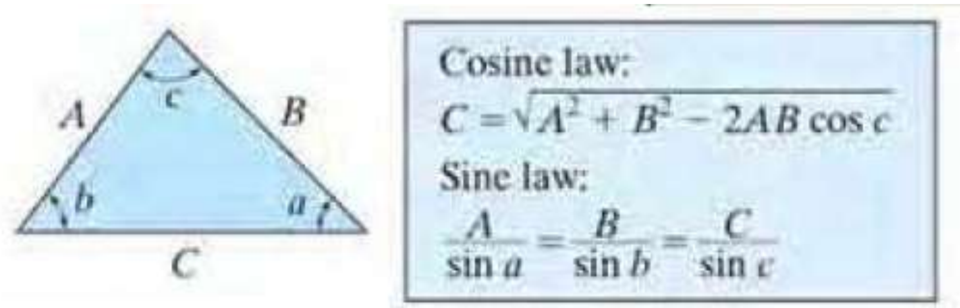
1. $F_{Rx}=100\cos15-150\sin10=70.54$ "لإن الاتجاه متعاكس نطرح"
2. $F_{Ry}=100\sin15+150\cos10$ "لإن القوتين بنفس الإتجاه نجمع"
3. $F_R=\sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$ "من قانون فيثاغورس نجد القوة المحصلة الكلية"
4. $\theta = \tan^{-1}\left|\frac{F_{Ry}}{F_{Rx}}\right|$ "لنجد اتجاه القوة المحصلة ."

2-إيجاد القوى المحصلة عن طريق رسم المثلثات





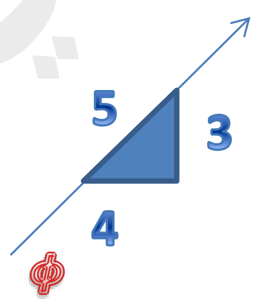
ونستخدم له قانونين ال sin والـ cos

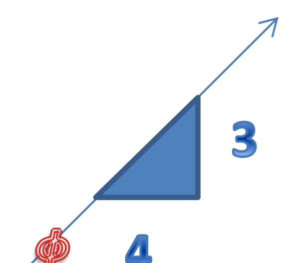


قانون ال Cos نستخدمه في حالة معرفتنا لقوتين و الزاوية الحصورة بينهما

<u>مفتاح</u>: نضطر لطريقة رسم المثلثات في حالة ان تكون المحاور غير متعامدة (X,Y)

- قد لا يعطي زاوية للقوة و يعطي بدلا عنها مثلث





من قانون فيثاغورس نحسب الضلع الثالث للمثلث

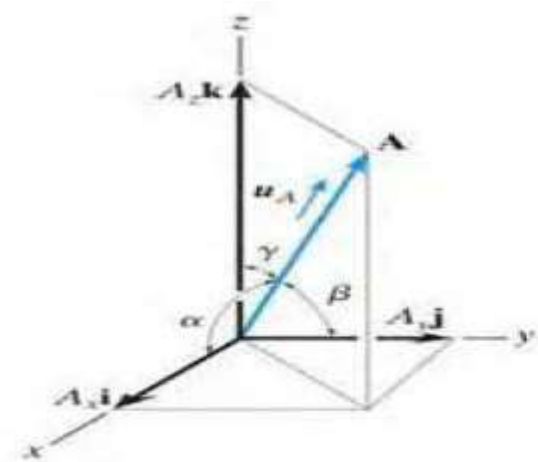
$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \qquad 5 = \sqrt{3^2 + 4^2}$$

ثم $\sin\boldsymbol{\phi}=3/5$ و $\cos\boldsymbol{\phi} = 4/5$

- كلمات تساعدك في الحل :

#Detemine : احسب
#Components: مركبة
#Result Force :القوة المحصلة
#Magnitude:مقدار
#Direction :اتجاة

(3D)



- $\vec{A}$= (Ax)i + (Ay)j + (Az)k
- A =$\sqrt{(Ax)2\ +\ (Ay)2\ +\ (Az)2}$

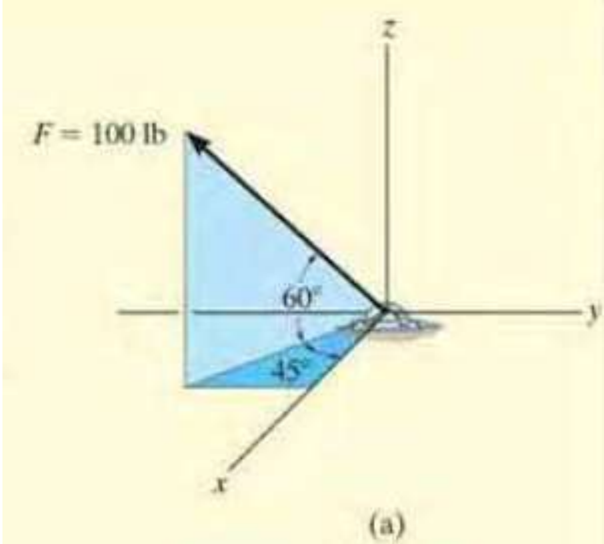
- α هي الزاوية بين القوة و محور ال X
- β هي الزاوية بين القوة و محور ال y
- γ هي الزاوية بين القوة و محور ال Z
- قانون غالبا ما نحتاجه إذا اعطى زاويتان و لم يعطي الثالثة

$\boxed{\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1}$

$$\vec{u}=\frac{\vec{A}}{A}=\frac{Ax+Ay+Az}{A}=\cos\alpha\ I+\cos\beta\ j+\cos\gamma$$

في بعض الحالات لا يعطينا الزواية (γ,β,α) في هذه الحالة

1. نجد F_z من خلال الزاوية المعطى (60)



$$F_z = 100 \sin 60^\circ \text{ lb} = 86.6 \text{ lb}$$

2. نجد Fxy من خلال الزاوي نفسها

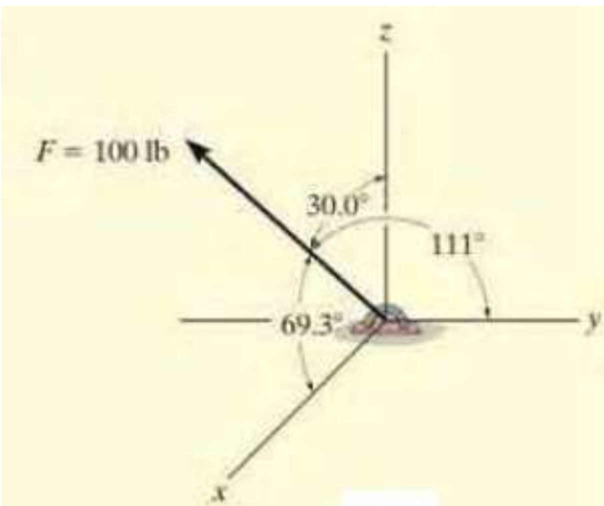
$$F' = 100 \cos 60^\circ \text{ lb} = 50 \text{ lb}$$

3. نحلل Fxyإلى Fxو Fy بطريقة ال (2D)بإستخدام الزاوية 45

$$F_x = F' \cos 45^\circ = 50 \cos 45^\circ \text{ lb} = 35.4 \text{ lb}$$

$$F_y = F' \sin 45^\circ = 50 \sin 45^\circ \text{ lb} = 35.4 \text{ lb}$$

$$\mathbf{F} = \{35.4\mathbf{i} - 35.4\mathbf{j} + 86.6\mathbf{k}\} \text{ lb}$$

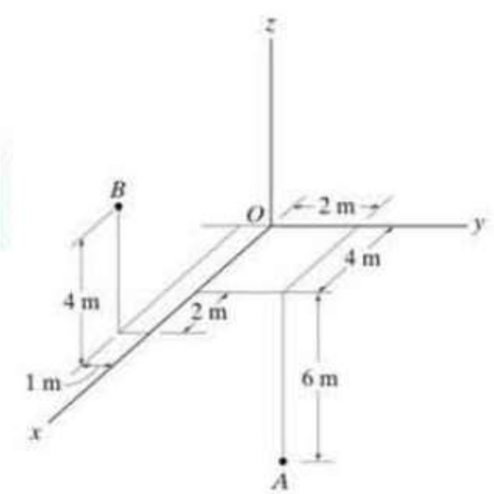


$$\mathbf{u} = \frac{\mathbf{F}}{F} = \frac{F_x}{F}\mathbf{i} + \frac{F_y}{F}\mathbf{j} + \frac{F_z}{F}\mathbf{k}$$

$$= \frac{35.4}{100}\mathbf{i} - \frac{35.4}{100}\mathbf{j} + \frac{86.6}{100}\mathbf{k}$$

$$= 0.354\mathbf{i} - 0.354\mathbf{j} + 0.866\mathbf{k}$$

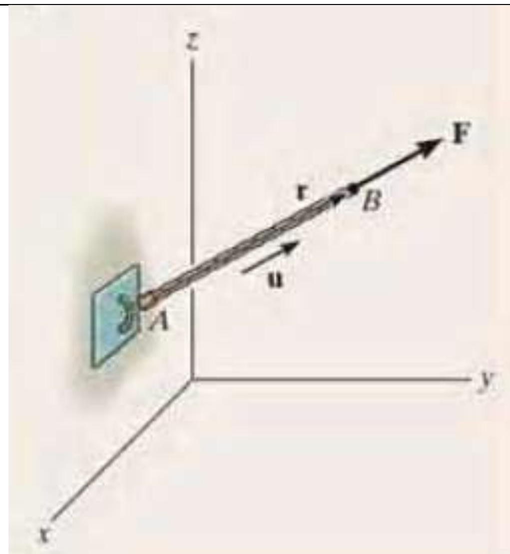
"Positon Vectorمتجه الموقع "



ما يميزه وجود ابعاد على الرسم و عدم وجود متجه القوة

فنحصل على القوة كمتجه من خلال الابعاد

$$R_{ab}=(X_b-X_a)\, i+(Y_b-Y_a)\, j + (Z_b-Z_a)\, K$$



الفكرة هنا إيجاد اتجاه القوى من الابعاد من خلال القانون التالي

$$U_{ab}= \frac{\overrightarrow{R_{ab}}}{R_{ab}} = \frac{\overrightarrow{F_{ab}}}{F_{ab}}$$

....

Dot Product

$$A.B= A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$

....

Ch.3 Equilibrium of particle

1. الزنبرك "spring"

F=Ks

"ثابت الزنبرك"K: stiffness or spring constant

" الإستطالة"S or X: stretched

S=L-L'

"الطول الاصلي للزنبرك"L': undefrned length

" الطول الحالي"L

*****

2. البكرة "pulley"

الحبل"rope or cable" في البكرة " pulley" يكون له نفس قوة الشد "Tension" في الطرفين

****

خطوات الحل :

1. نبدأ برسم مخطط الجسم الحر FBD لنقطة التشابك _ اختر اكثر نقطة تشابك في النظام _
2. نستخدم معادلات الإتزان

2D

$$\sum Fx = 0 \qquad \sum Fy = 0$$

3D

$$\sum Fx = 0 \quad \sum Fy = 0 \quad \sum Fz = 0$$

Ch4 “ Moment العزم "

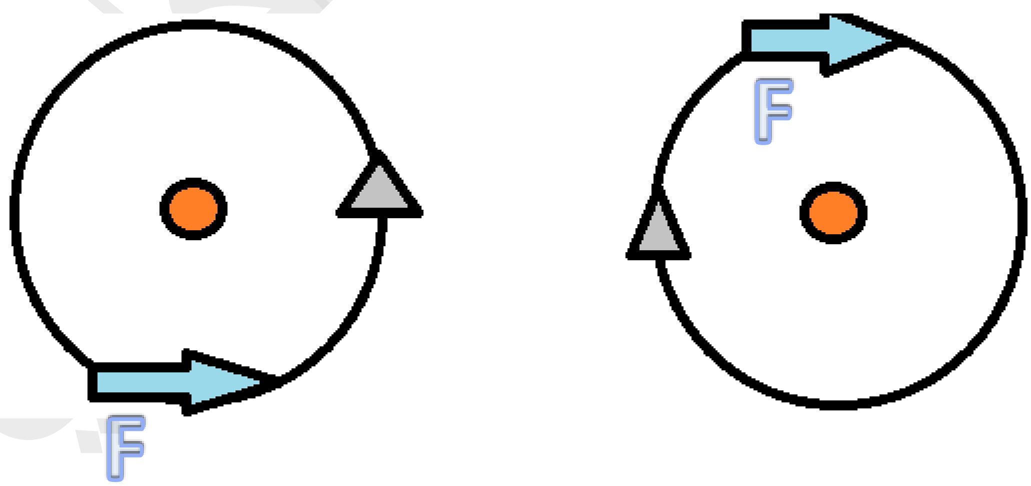
2D

$M_o = F\,d$

حيث d المسافة العامودية بين القوة و النقطة المراد حساب العزم "moment" حولها

و لتحديد إذا ما كان ال moment موجب او سالب

ننظر بإتجاه تدوير القوة للنقطة (مع عقارب الساعه:سالب) (عكس عقارب الساعه :موجب)



ملاحظة مهمة جداً: اي قوة تقاطع النقطة فإنها لا تؤثر عليها بعزم (Mo=0)

<u>3D "العزم حول نقطة"</u>

$M_o = R \times F$

- ملاحظة : R نأخذها من النقطة إلى القوة

3D(العزم حول محور)

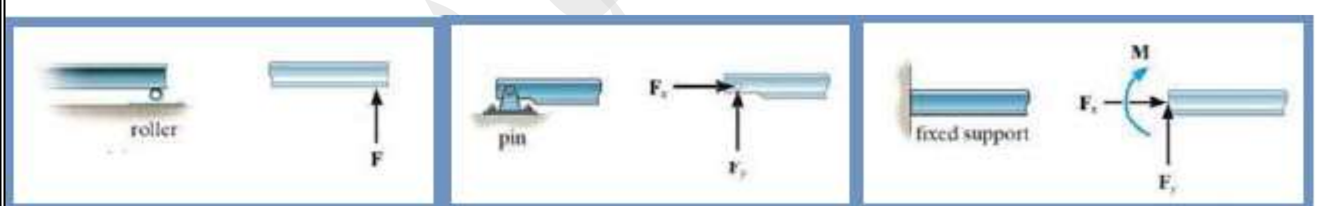
$M_{AB} = u_{AB} . (R_{ac} \times F_c)$

- نأخذ ال u للمحور
- نأخذ الـ R من النقطة إلى القوة

*ملاحظة مهمة جداً:

1. إذا تقاطعت القوة مع المحور   فإن M=0
2. إذا توازت القوة مع المحور فإن M=0

Ch.5 Equilibrium of a rigid body



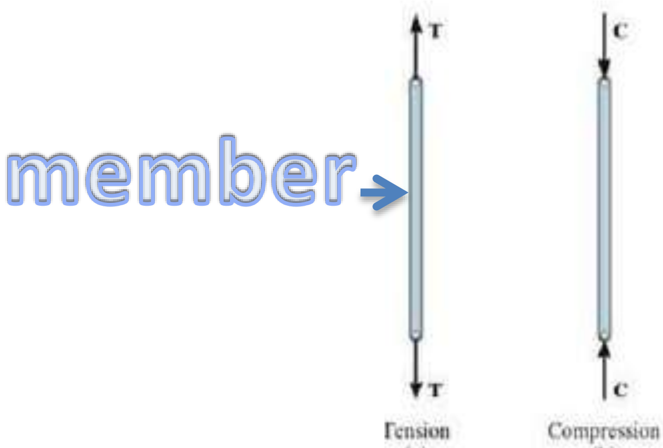
$$\sum Fx = 0 \sum Fy = 0 \quad \sum Mo = 0$$

- انتبه انه هذه ردة فعل للفصالات و ليس فعل .
- ملاحظة مهمة : عند الحل نأخذ العزم M عند النقطة التي تحوي اكبر عدد من المجاهيل

Ch.6   Trusses

تحل الدعائم "Trusses"بطريقتين :

1. Method of joint
2. Method of section



القوى على الدعائم "Trusses"

1. شد T   2. ضغط C

1. <u>Method of joints</u>

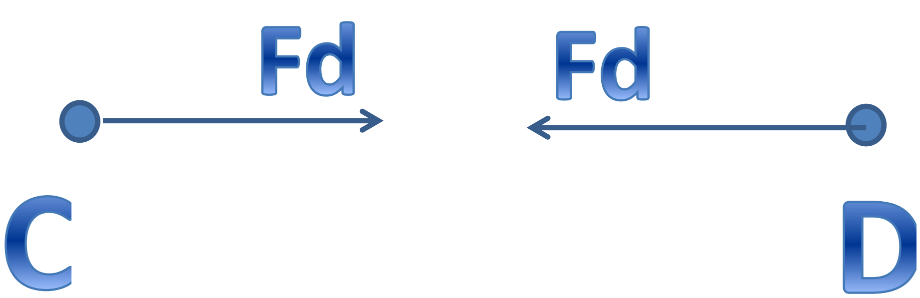
1. نرسم مخطط الجسم الحر FBD للجسم بشكل عام
2. نبدء باي مفصل "joints" _يفضل عند الاختيار اخيار المفصل الذي تؤثر عليه قوة خارجية و يحيوي اقل عدد من ال Member._
3. نطبق عليه معادلات

$$\sum Fx = 0 \quad \sum Fy = 0$$

و لاحظ انه لم نستخدم العزم M هنا

4. نأخذ مفصل"joint" اخر و نطبق عليه السابق

ملاحظة : عند اخذ القوة بين مفصلين ننتبه إلى ان القوة متبادلة و متعاكسة بالتجاه



5. ندرس المفاصل كجزء من ال member

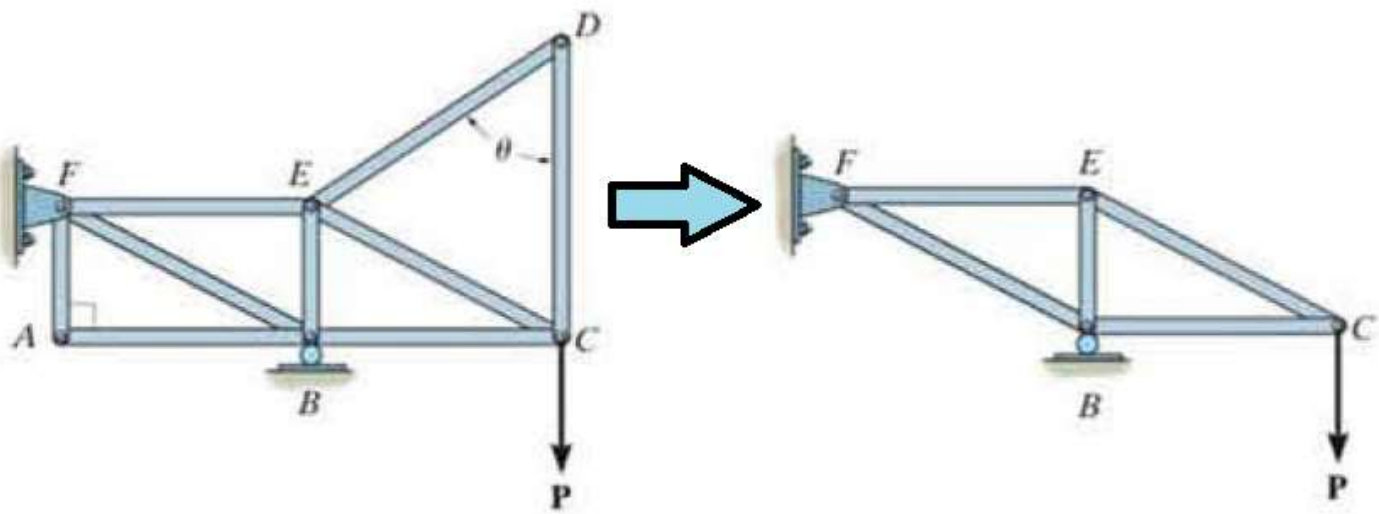
6. نحدد إذا ما كانت القوة في ال member شد او ضغط

***

Zero force members (ZFM)

لدينا قواعد سريعه تمكنا من معرفة إذا كانت القوة في ال members تساوي صفر و هكذا نستطيع توفير الوقت في حل المسائل و جعلها اقل تعقيد

- قواعد لل Joint التي تحوي(2 member) فقط
  1. نتأكد من عدم وجود قوى خارجية على ال Joint
  2. ال joint ليست Suport

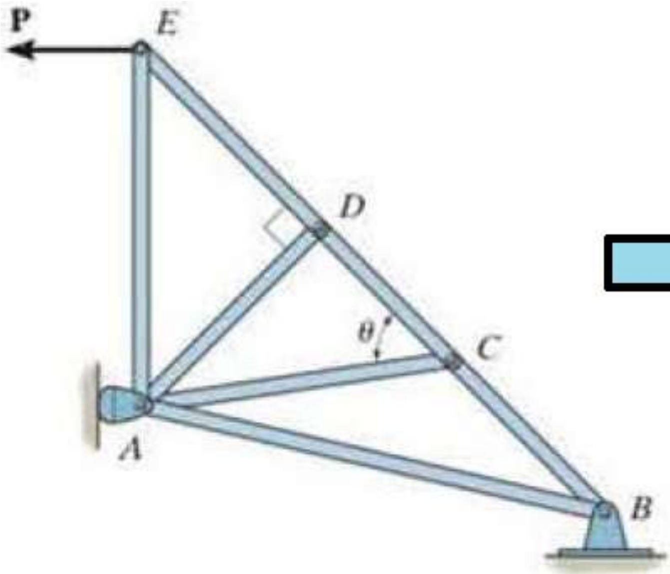


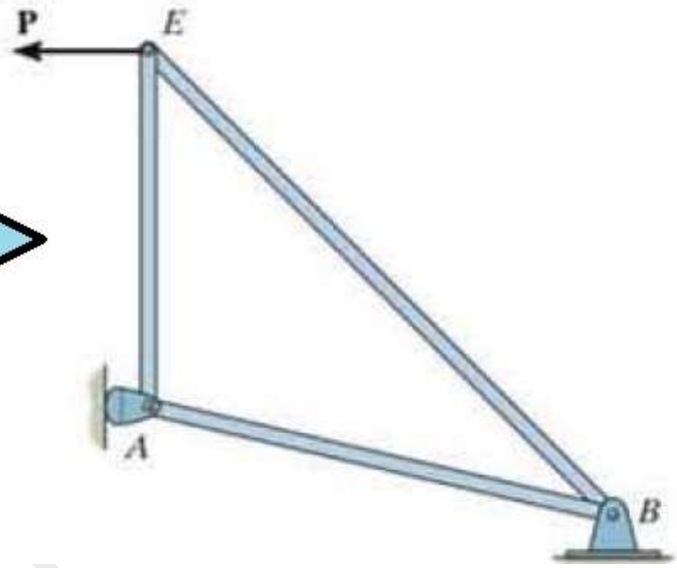
- قواعد لل jointالتي تحوي (3 member)

1.نتأكد من عدم وجود قوى خارجية على ال Joint

2.ال joint ليست Suport

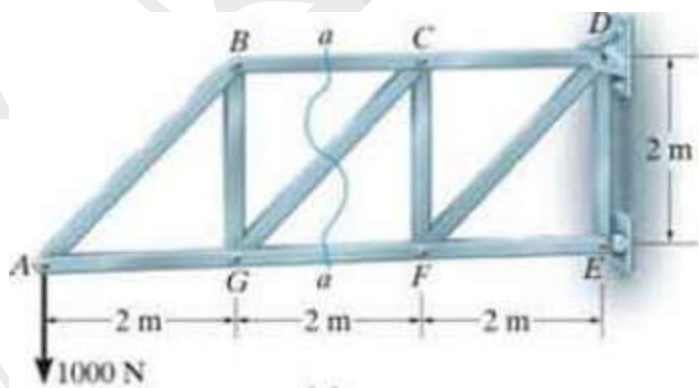
3.يوجد 2member الزاوية بينهم 180 فيكون ال membe الثالث بغض النظر عن زاويته ZFM



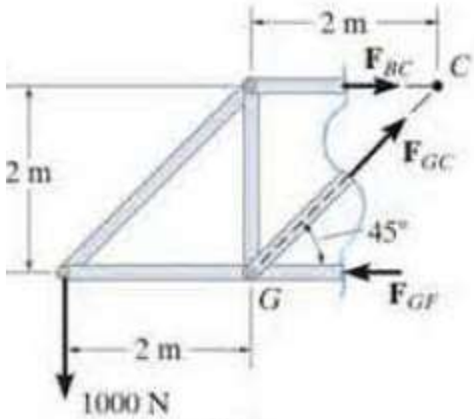


*****

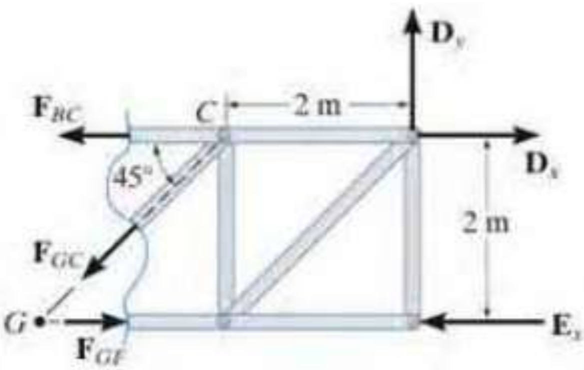
Method of section



(a)



(b)



(c)

#تستخدم هذه الطريقة عندما يكون الشكل معقد و يحوي كثير من ال jouint فلا تستطيع حله بطريقة ال jouint توفير للوقت

او عندما يحدد لي memberيريد فيه القوة فلا داعي لحل الشكل كامل للوصول إلى ال member المطلوب .

#طريقة الحل :

1. يقطع القطع "section"الشكل إلى جزئين _ لا يشترط تساوي الجزئين_(يجب ان يمر القطع بال member المطلوب بالسؤال و يفضل ان يمر باقل عدد من ال membersالاخرى)
2. ندرس الجزء المقطوع الذي يحوي اقل عدد من المجاهيل
3. نكرر استخدام معادلة $\sum M = 0$ حول نقاط مختلفه حتى نجد كافة المجاهيل
4. يفضل فرض كل القوة شد T و إذا نتج معك الناتج بالسالب يكون ضغط C

Ch.9 Centroid of line

التكاملات غير داخلة بالمادة يبدء Ch9 من E9.9

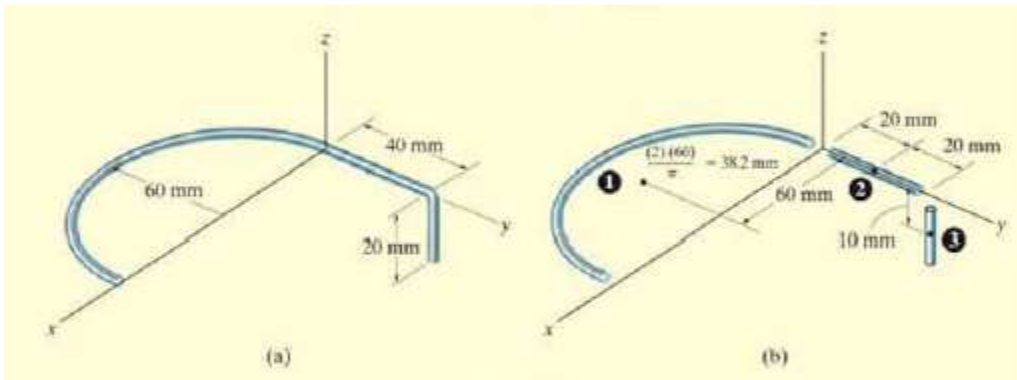
المطلوب في هذا ال Ch E9.9 و E9.10

#قاعدة عامه : المركز " Centroid"عادتا ما يكون على محور التماثل إن وجد

#لكل جسم هندسي قانون للمركز و إذا جاء شكل هندسي معقد نقسمه إلى اشكال هندسية معروفة و نبدء بالحل بإستخدام الجدول المعطى للمركز

#طريقة إيجاد المركز "Centroid" لجسم معقد:

1. نقسم الشكل المعقد إلى اشكال هندسية معروفة "segment"



2. نجد طول كل قطعة "length"
3. نجد المركز "centroid" لكل شكل "segment" على محور الـ X
4. نجد المركز "centroid" لكل شكل "segment" على محور الـ y
5. نجد المركز "centroid" لكل شكل "segment" على محور الـ Z
6. نضرب المراكز لكل شكل في الطول لكل شكل .
7. نجد المجموع للاطوال و المجموع لناتج ضرب الاطوال بالمركز

كما موضح الخطوات في الجدول التالي

Segment	L (mm)	$\tilde{x}$ (mm)	$\tilde{y}$ (mm)	$\tilde{z}$ (mm)	$\tilde{x}L$ (mm²)	$\tilde{y}L$ (mm²)	$\tilde{z}L$ (mm²)
1	$\pi(60) = 188.5$	60	−38.2	0	11 310	−7200	0
2	40	0	20	0	0	800	0
3	20	0	40	−10	0	800	−200
	$\Sigma L = 248.5$				$\Sigma\tilde{x}L = 11\,310$	$\Sigma\tilde{y}L = -5600$	$\Sigma\tilde{z}L = -200$

8. نطبق المعادلات التالية

$$\bar{x} = \frac{\Sigma\tilde{x}L}{\Sigma L} = \frac{11\,310}{248.5} = 45.5 \text{ mm}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma\tilde{y}L}{\Sigma L} = \frac{-5600}{248.5} = -22.5 \text{ mm}$$

$$\bar{z} = \frac{\Sigma\tilde{z}L}{\Sigma L} = \frac{-200}{248.5} = -0.805 \text{ mm}$$

moment of inertia Ch.10

- المطلوب من Ch10 مثال 10-4 و 10-5
- و يكون مرفق مع اسئلة الامتحنات جدول يحوي ال moment of inertia لكل جسم هندسي
- هذا ال Ch اسهل فصل ☺
- طريقة الحل :

1. نجزء الشكل إلا اشكال هندسية معروفة
2. نجد من القوانين في الجداول ال moment of inertia لكل جسم هندسي.
3. نجمع ال moments او نطرحها حسب الشكل _إذا كان شكل مفرغ نطرحه _
4. قد نضطر لإستخدام " parall axis theorem" إذا طلب الـ moment حول محور معين غير مركز الشكل
   فنجد قيمة العزم عند ذلك المحور بإستخدام القاعدة التالية :

$I_x = I_{x'} + A\,d^2$

- D.: المسافة العامودية بين المحورين
- A.:مساحة الشكل
- Ix'.:المحور الاصلي
- Ix.: المحور المنقول إليه
- ملاحظة :دائمة الإشارة جمع _سواء كان المحور الجديد فوق او تحت المحور الاصلي _