جامعة المنارة

مقاومة المواد وحساب الانشاءات 1

Sem. 2

2023-2024

أ.د. نايل محمد حسن

المحاضرة الأولى والثانية

- تعاريف عامة

- جمع واسقاط القوى

1- مهام ومجالات العلوم الهندسة الانشائية

- يطرح تطور التقنيات الحديثة امام المهندسين **مسائل متنوعة تتعلق بحساب المنشآت المختلفة** (المباني، الجسور، السدود..) .

- يعتمد جزء معين من حل هذه المسائل على **المبادئ العامة ولها قاعدة علمية مشتركة**.

- تشغل دراسة **قوانين حركة وتوازن** هذه الاجسام المادية مكانا كبيرا في تنفيذ هذه المسائل.

يعرف **ميكانيك الانشاءات** بأنه العلم الذي يبحث مسائل حساب مقاومة واستقرار الانشاءات والعناصر الانشائية المكونة لها.

وهو يضم مجموعة من المواد العلمية وهي:

مقاومة المواد- تبحث مقاومة واستقرار العناصر الانشائية المفردة

نظرية المرونة- تبحث نفس المسائل السابقة ولكنها تعطي حلولا أكثر دقة وضبط.

نظرية اللدونة- تبحث طرائق تحديد الجهود والاجهادات والتشوهات في المواد اللدنة واللدنة - المرنة

نظرية الانشاءات (ميكانيك الانشاءات او حساب الانشاءات) وهي تبحث مقاومة واستقرار الانشاء عامة واجزائه المنفردة (عدد من العناصر الانشائية البسيطة)

- يقسم الميكانيك النظري الى **علم السكون وعلم الحركة وعلم الديناميك**

يقوم **الميكانيك الهندسي** بدراسة التأثيرات التي تحدثها القوى على الأجسام

علم السكون: تكون الاجسام فيه ساكنة او تتحرك بسرعة ثابتة

علم الديناميك: تمتلك الاجسام اي نوع من أنواع الحركة

2- مفاهيم اساسية

تتم خلال الدراسة التعامل مع مفاهيم اساسية كما يلي:

* المقادير الكمية: الطول ، الزمن ، الكتلة ، القوة

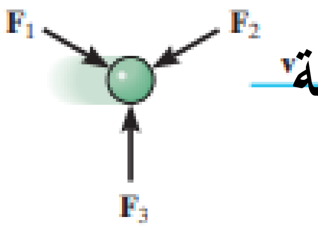
* النمذجة Idealization: نماذج تستخدم لتبسيط تطبيق النظريات والحسابات ومنها:

النقطة المادية particle : تملك كتلة لكن حجم يمكن اهماله

الجسم الصلب rigid body: مكون من عدد كبير من النقاط المادية التي تبقى فيا المسافات ثابتة فيمابينها قبل وبعد تطبيق الاحمال.

القوة المركزة Concentrated force: تمثل تاثير التحميل والذي يفترض فيه أن تؤثر القوة في نقطة.

قوانين نيوتن الثلاثة في الحركة

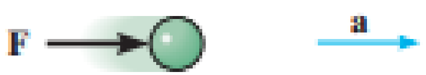


Equilibrium

(a)

القانون الأول: إذا كانت النقطة المادية في حالة ساكنة أو تتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم، فإنها ستبقى في حالة توازن مالم تؤثر عليها قوة خارجية تجبرها على تغيير ذلك (قوة غير متوازمة).

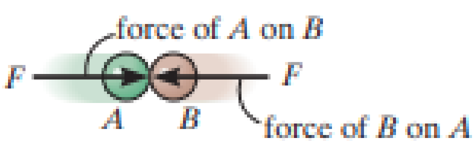
القانون الثاني: عندما تتعرض نقطة مادية لقوة F تكسبها تسارع a له نفس اتجاه القوة وشدة متناسبة مع القوة. باعتبار كتلة النقطة المادية m، يمكن التعبير عن هذا القانون كمايلي: $F = m\,.\,a$



Accelerated motion

(b)

القانون الثالث: تكون قوى الفعل ورد الفعل المتبادلة بين نقطتين ماديتين متساوية ومتعاكسة ومتصلة على حامل واحد.



Action–reaction

(c)

النظام العالمي للواحدات

Quantity	Length	Time	Mass	Force
SI Units	meter	second	kilogram	newton*
	m	s	kg	N $\left(\frac{kg\cdot m}{s^2}\right)$

3- العمليات على الأشعة

تقاس الكثير من المقادير الهندسية باستخدام المصطلحين:

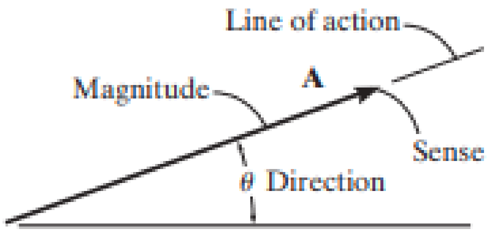
- الكميات اللامتجهة scalars: هي كمية فيزيائية موجبة او سالبة يمكن توصيفها بقيمتها (شدتها) مثلا: الطول، الكتلة، الزمن.

- الكميات المتجهة (الأشعة) vectors: هي كمية فيزيائية تتطلب القيمة والاتجاه لتوصيفها بشكل كامل مثل القوة والعزم. يمثل الشعاع تخطيطيا بسهم.

- طول السهم هو شدة (قيمة) الشعاع

- الزاوية بين السهم ومحور ثابت يمثل اتجاه الشعاع

- رأس السهم يمثل جهة اتجاه الشعاع



عادة يمثل الشعاع بحرف غامق أو بحرف يعلوه رمز $\vec{A}$

3- العمليات على الأشعة

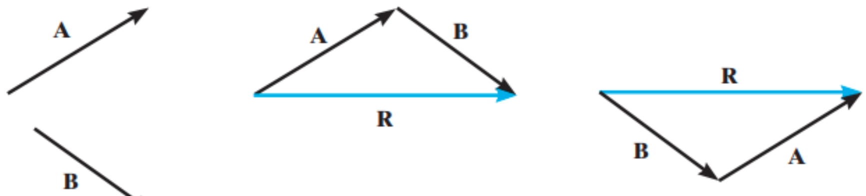
جمع الأشعة باستخدام قاعدة المثلث:

1- نرسم الشعاع B من نـهاية الشعاع A مع مراعاة القيمة والاتجاه.

2- نرسم الشعاع الواصل بين بداية الشعاع A ونـهاية الشعاع B،الذي يمثل المحصلة لجمع الشعاعين A و B ،

- حالة خاصة

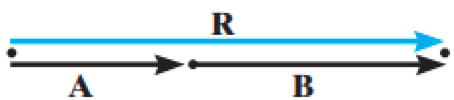
اذا كان الشعاعان يقعان على استقامة واحدة (نفس الحامل)، فإن الجمع يصبح كجمع عددي.



$\mathbf{R} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ Triangle rule (b)

$\mathbf{R} = \mathbf{B} + \mathbf{A}$ Triangle rule (c)

(a)

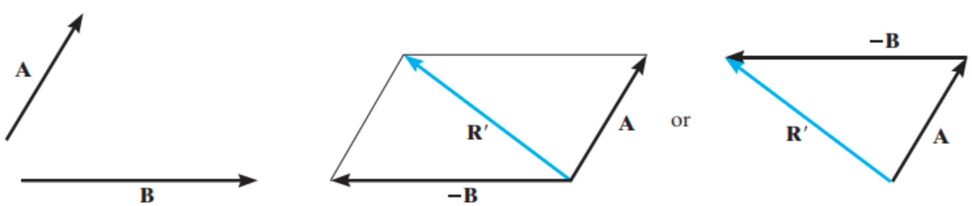


$R = A + B$

Addition of collinear vectors

طرح الأشعة: يمكن التعبير عن محصلة الفرق بين شعاعين من نفس النوع كما يلي:

$$\mathbf{R}' = \mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$$



Parallelogram law

Triangle construction

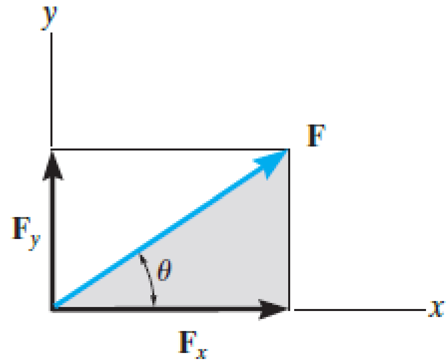
Vector subtraction

3- العمليات على الأشعة

اسقاط الأشعة (مركبات الشعاع) بالنسبة لمحورين متعامدين

- تجرى العمليات على الأشعة بنفس الاسلوب السابق

مع الأخذ بالاعتبار أن متوازي الاضلاع يتحول لمستطيل

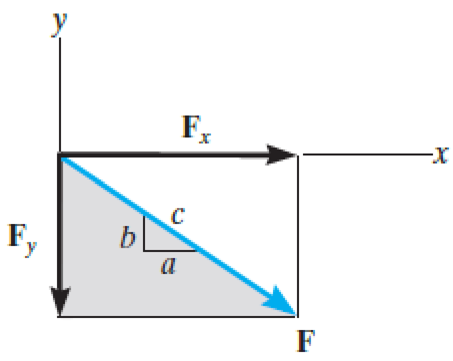


(a)

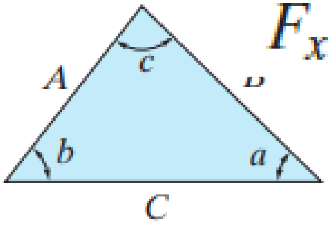
تعطى مركبات الأشعة المتعامدة لشعاع قوة F ما كمايلي:

$$F = F_x + F_y$$

$$F_x = F\cos\theta \qquad \text{and} \qquad F_y = F\sin\theta$$



(b)



Cosine law:

$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$

Sine law:

$\dfrac{A}{\sin a} = \dfrac{B}{\sin b} = \dfrac{C}{\sin c}$

(c)

تعطى مركبات الشعاع بالعلاقات التالية:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

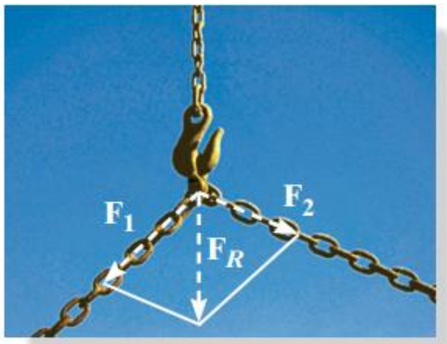
Where: c=90°

3- العمليات على الأشعة

جمع اشعة القوى: يمكن التعبير عن القوة بشعاع له شدة واتجاه و منحى ونقطة تأثير ويكون غالبا المطلوب في هذه الحالة:

جمع القوى والحصول على المحصلة أو تفريق القوة الى مركبتين

ايجاد محصلة القوة، في المثال المبين في الشكل:



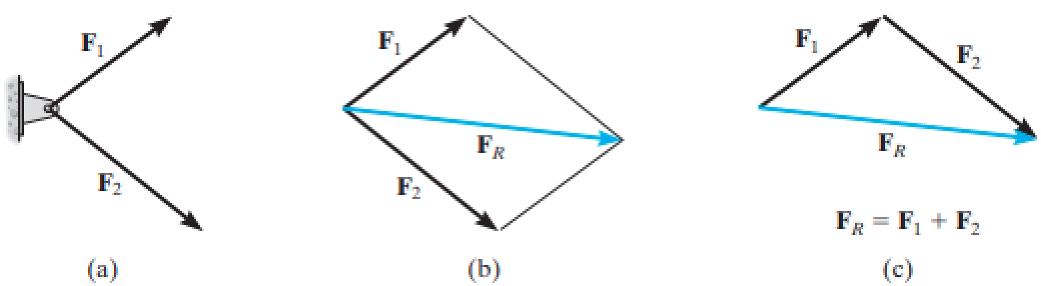
The parallelogram law must be used to determine the resultant of the two forces acting on the hook.

تؤثر كلا مركبتي القوة F_1 و F_2 على المفصل.

يتم جمعها معا للحصول على القوة المحصلة F_R

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$$

يمكن استخدام العلاقات المثلثية للحصول على شدة المحصلة واتجاهها



3- العمليات على الأشعة

Using the parallelogram law the supporting force **F** can be resolved into components acting along the *u* and *v* axes.

ايجاد مركبات القوة:

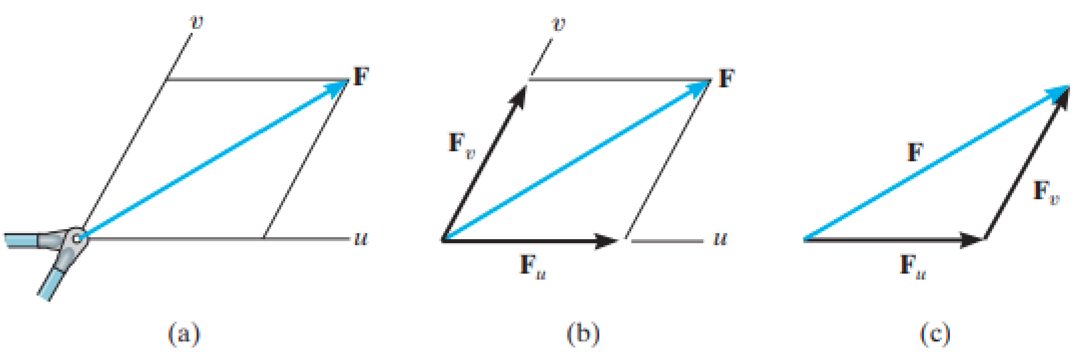
يلزم في بعض الاحيان تحليل القوة إلى مركبيتين لدراسة تأثير سحبها أو دفعها في اتجاهين محددين

في الشكل أدناه يطلب تحليل القوة F إللى مركبتين حسب المحاور u, v، للقيام ب\الك نتبع مايلي

- نرسم من نقطة نهاية القوة خطين موازيين للاتجاهين u, v
- يتقاطع الخطين مع المحورين u, v مشكلة متوازي اضلاع

يمكن تحديد المركبتين Fu, Fv ببساطة عن طريق رسمها من بداية القوة F.

يمكن تطبيق قاعدة المثلث والحصول على نفس النتيجة.



3- العمليات على الأشعة

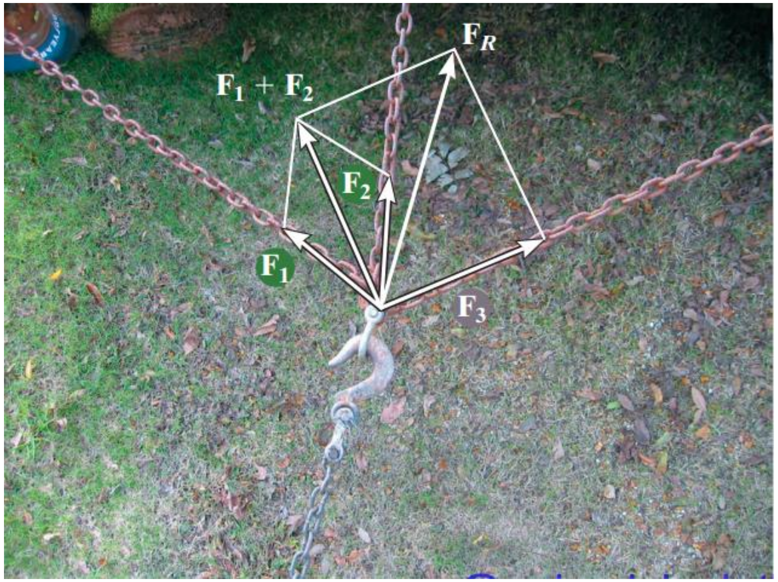
ايجاد جمع مجموعة قوى:

لجمع عدة قوة سوية يتم تطبيق قاعدة متوازي الاضلاع بشكل متتالي

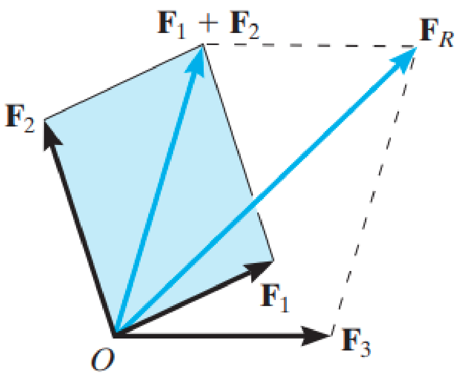
مثلا لجمع القوى الثلاث F1, F2, F3، المؤثرة في النقطة o،

- يتم جمع اي قوتين والحصول على المحصلة الجزئية
- تجمع المحصلة الجزئية السابقة مع القوة الثالثة للحصول على المحصلة النهائية.

$$\mathbf{F}_R = (\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2) + \mathbf{F}_3.$$



The resultant force $\mathbf{F}_R$ on the hook requires the addition of $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$, then this resultant is added to $\mathbf{F}_3$.



ملخص

- الكمية اللامتجهة هي قيمة عددية موجبة او سالبة
- الكمية المتجهة (الشعاع) هي كمية تملك قيمة واتجاه ومنحى
- ضرب أو تقسيم المتجه (الشعاع) بقيمة عددية سيغير قيمة الشعاع بنفس النسبة
- يتغير اتجاه الشعاع اذا كانت القيمة العددية سالبة
- يمكن جمع الاشعة او طرحها باستخدام قاعدة متوازي الاضلاع او المثلث
- كحالة خاصة عندما يكون الشعاعان على نفس المستقيم يتم الحصول على المحصلة بالجمع الجبري.

ملخص العمليات على الاشعة

* **لجمع القوى:** ارسم مركبتي القوة وطبق قاعدة متوازي الاضلاع يكون قطر متوازع الاضلاع هو المحصلة

- **لتحليل القوة الى مركبتين:**

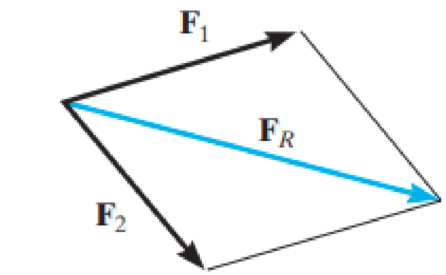
*** قاعدة متوازي الاضلاع**

- ارسم من نهاية القوة خطين موازين للمحاور المطلوب تحليل مركبات القوة بالنسبة لها
- تمثل اضلاع متوازع الاضلاع مركبتي القوة المطلوبين
- ضع كل التسميات والاطوال على الشكل

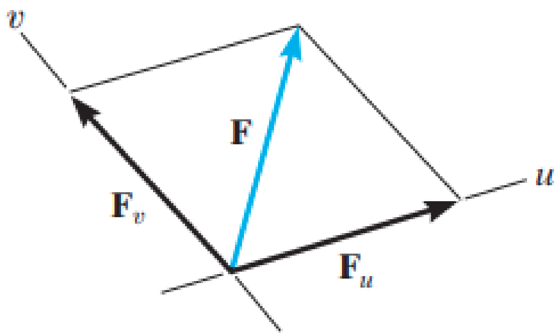
*** قاعدة المثلث**

يمكن استخدام قاعدة المثلث برسم نصف متوازي الاضلاع وتحديد بداية ونهاية الشعاع.

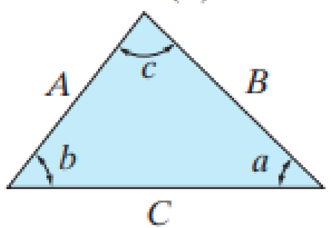
- يتم تحديد قيمة المحصلة من العلاقات المثلثية



(a)



(b)



Cosine law:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

Sine law:

$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

(c)

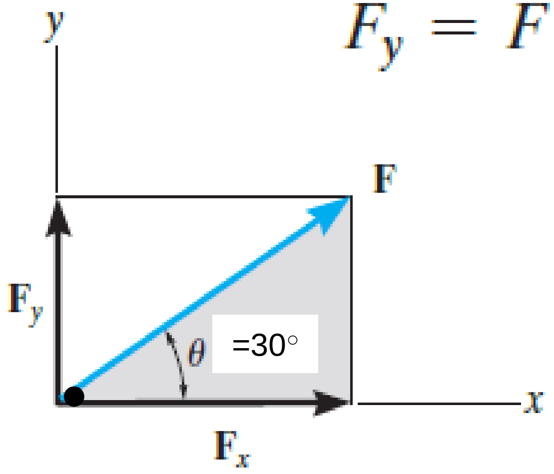
Worked Problems

Example 1

تخضع النقطة المادية في الشكل للقوة F = 100 Kn، حدد مساقط القوة على المحاور الاحداثية X, Y

الحل: مساقط القوة

$$F_y = F \sin\theta \qquad F_x = F\cos\theta$$



F_x =100 x cos 30 = 86.6 kN

F_y =100 x cos 60 = 50.0 kN

ملاحظة: في حال أعطيت المساقط Fx, Fy:

تحسب قيمة (شدة) القوة من العلاقة:

$$\sin 30 = cos60 = 0.5$$

$$cos30 = sin60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$sin45 = cos45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

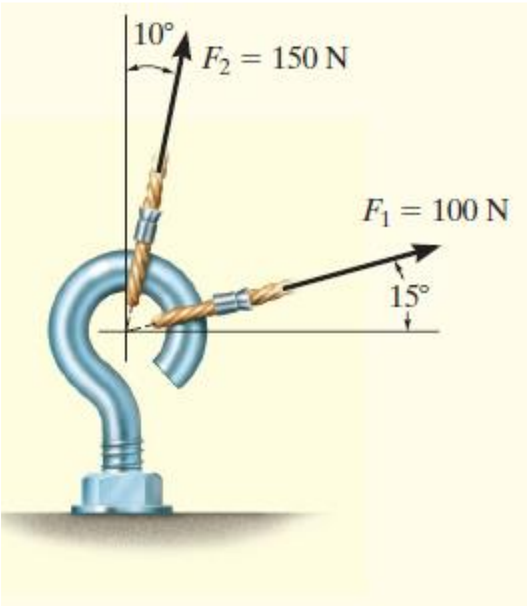
Where: c=90°

وتحسب الزويا من العلاقات المثلثية المذكورة سابقا.

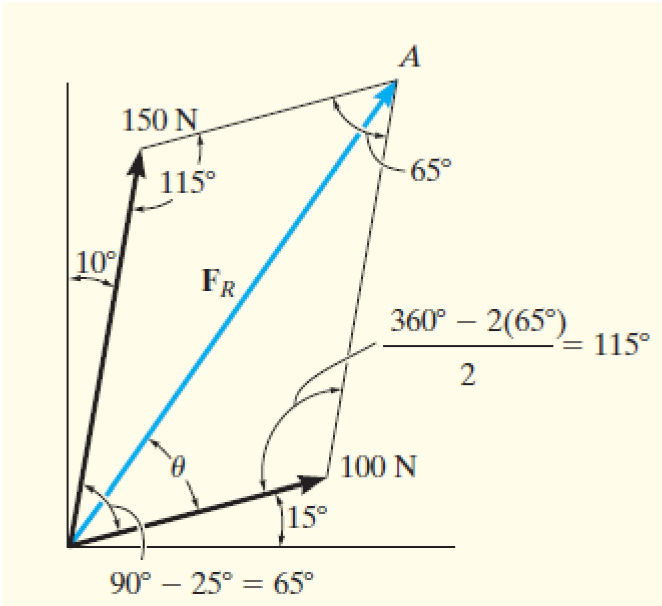
Example 2

يخضع المثبت Screw المبين في الشكل للقوتين F1, F2.

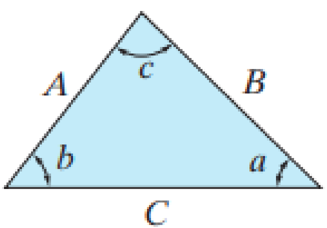
يطلب تحديد شدة واتجاه القوة المحصلة



(a)



(b)



Cosine law:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

Sine law:

$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

(c)

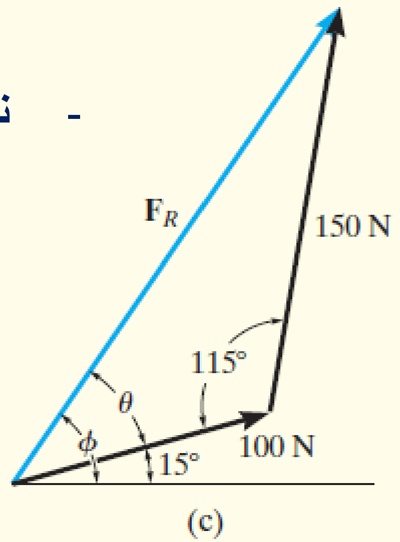
لتحديد شدة واتجاه القوة المحصلة نستخدم قاعدة متوازي الاضلاع والعلاقات المثلثية

https://manara.edu.sy/

Solution:

- نستخدم قاعدة متوازي الاضلاع والعلاقات المثلثية:
- نحدد شدة المحصلة:

$$F_R = \sqrt{(100\text{ N})^2 + (150\text{ N})^2 - 2(100\text{ N})(150\text{ N})\cos 115^\circ}$$
$$= \sqrt{10\,000 + 22\,500 - 30\,000(-0.4226)} = 212.6\text{ N}$$
$$= 213\text{ N} \qquad \textit{Ans.}$$



- نحدد الزاوية **θ** من قوانين المثلثات:

Applying the law of sines to determine θ,

$$\frac{150\text{ N}}{\sin\theta} = \frac{212.6\text{ N}}{\sin 115^\circ} \qquad \sin\theta = \frac{150\text{ N}}{212.6\text{ N}}(\sin 115^\circ)$$

$$\theta = 39.8^\circ$$

- تقاس الزاوية **ϕ** للمحصلة من المحور الافقي

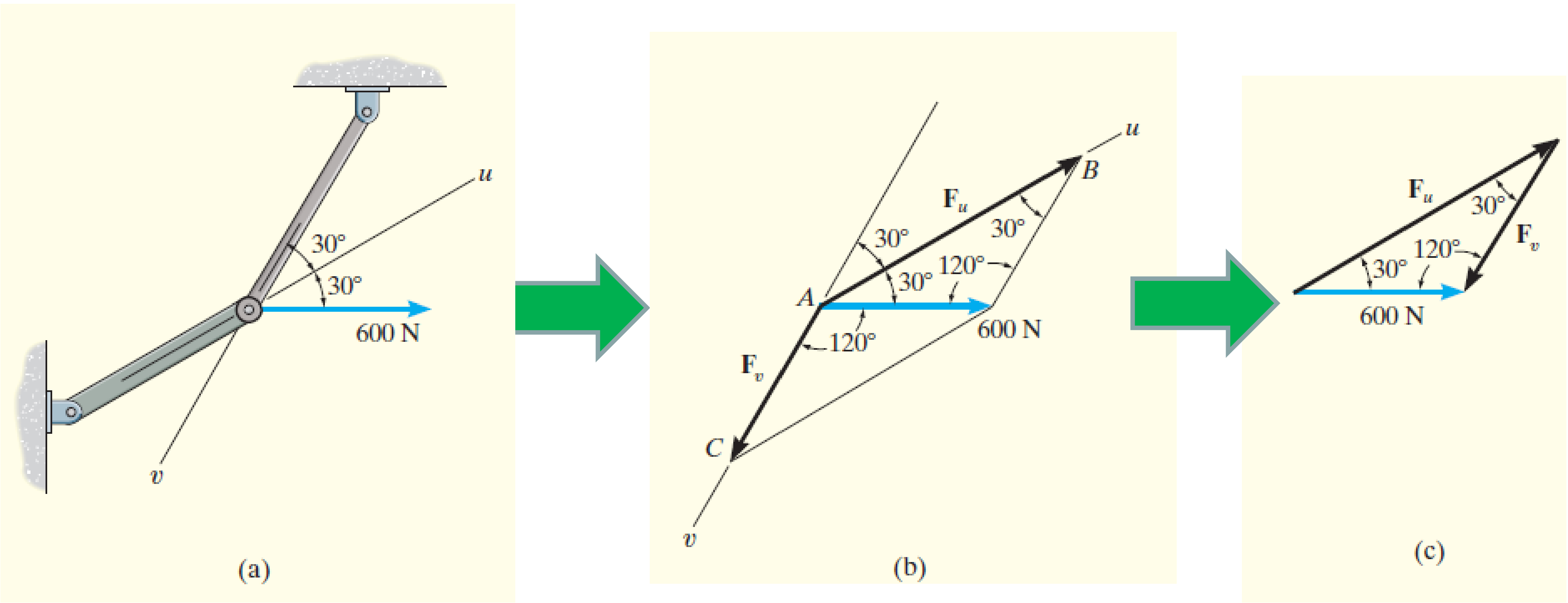
Thus, the direction ϕ (phi) of $\mathbf{F}_R$, measured from the horizontal, is

$$\phi = 39.8^\circ + 15.0^\circ = 54.8^\circ \qquad \textit{Ans.}$$

لاحظ أن شدة القوة المحصلة أصغر من المركبات وزاوية ميلها بين المركبتين

Example 3

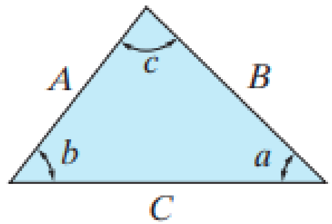
يطلب تحليل القوة الافقية 600 N المبينة في الشكل إلى مركباتها حسب المحاور u and v، وحدد قيم هذه المركبات .



https://manara.edu.sy/

الحل:

نستخدم قاعدة متوازي الاضلاع والعلاقات المثلثية:



Cosine law:

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos c}$$

Sine law:

$$\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$$

(c)

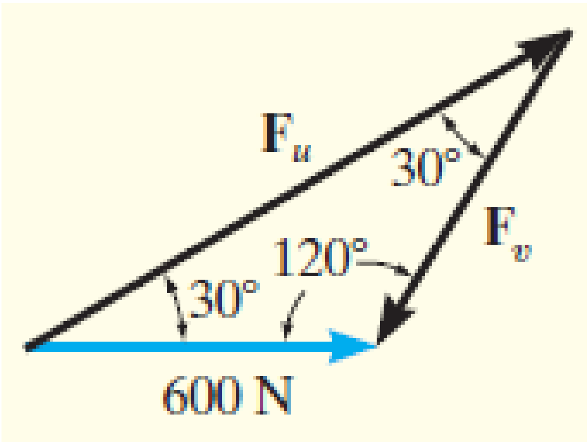
نطبق العلاقات السابقة على مثلث القوى المبين في الشكل

$$\frac{F_u}{\sin 120^\circ} = \frac{600\text{ N}}{\sin 30^\circ}$$

$$F_u = 1039\text{ N}$$

$$\frac{F_v}{\sin 30^\circ} = \frac{600\text{ N}}{\sin 30^\circ}$$

$$F_v = 600\text{ N}$$



نلاحظ أنه يمكن للمركبة Fu أن تكون أكبر من قيمة المحصلة