

ALWAYS  
LEARNING

# Phần 1: Tĩnh học

**Tĩnh học khảo sát sự cân bằng (đứng yên) của vật thể dưới tác dụng của lực, gồm 2 bước:**

- a) Phân tích lực tác dụng lên vật.
- b) Thiết lập điều kiện cân bằng cho hệ lực.



# Các khái niệm cơ bản

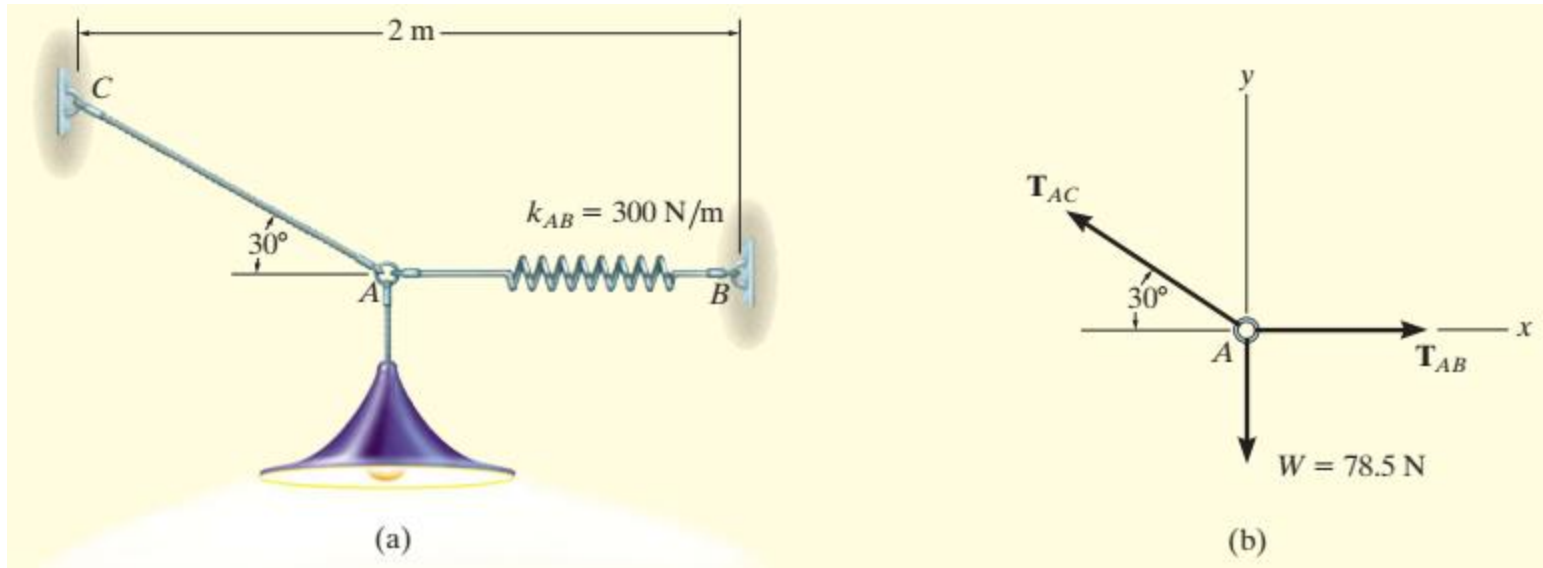
**Chất điểm (Particle):** là các vật thể có khối lượng nhưng kích thước có thể bỏ qua, *được xem như một điểm*.

**Vật rắn tuyệt đối (Rigid Body):** là các vật thể có khối lượng, hình dạng và kích thước. Biến dạng của vật thể là rất nhỏ, có thể bỏ qua dưới tác dụng của lực. Suy ra *điểm đặt lực không thay đổi* khi truyền lực

**Lực (Force):** là đại lượng đặc trưng cho *tác dụng cơ học của vật thể này lên vật thể khác* mà kết quả vật thể sẽ *biến dạng hoặc chuyển động*. Lực được biểu diễn bằng *vec tơ*. Đơn vị của lực là Niu tơn (N) trong hệ SI, là pound (lb) trong hệ Anh-Mỹ. ( $1 \text{ lb} = 4,448 \text{ N}$ )



# Các khái niệm cơ bản



**Ví dụ các lực tác dụng lên chất điểm A (Vòng khuyên A)**

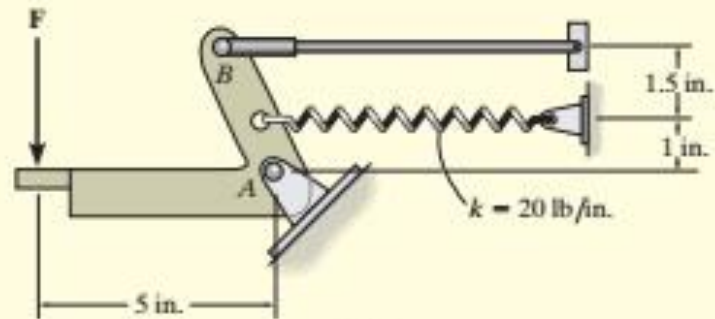


# Các khái niệm cơ bản

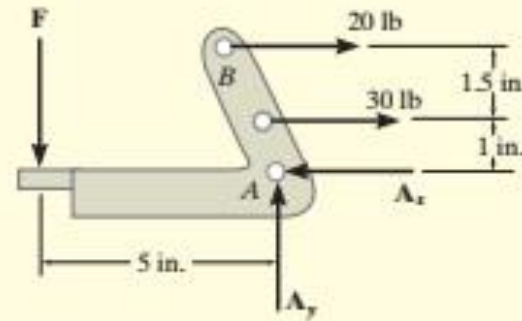


(a)

Fig. 5-8



(b)



(c)

**Ví dụ các lực tác dụng lên Càng phanh AB (Vật rắn AB)**



# Ba định luật của Newton

**Định luật 1:** *Chất điểm đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều khi tổng các vec tơ lực tác dụng lên chất điểm bằng không.*

$\sum \vec{F} = 0 \iff$  Chất điểm đứng yên ( hoặc chuyển động thẳng đều)

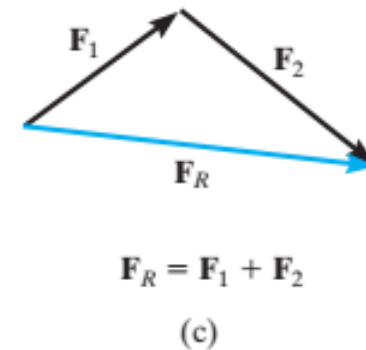
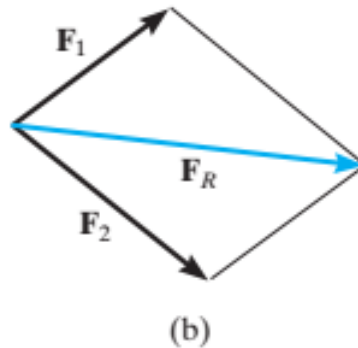
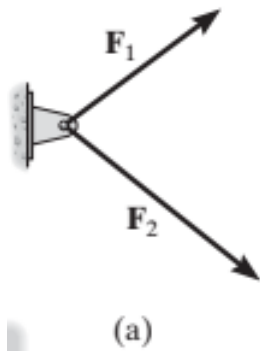
**Định luật 2:** Nếu chất điểm chịu tác dụng của *lực khác không* thì chất điểm *chuyển động có gia tốc* cùng phương, cùng chiều với lực, có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của lực.

**Định luật 3:** Lực tác dụng và phản tác dụng là 2 lực cùng giá, ngược chiều và cùng độ lớn.



# Vec tơ lực

**Cộng véc tơ lực:** *theo qui tắc hình bình hành (b) hoặc theo qui tắc tam giác (c).*



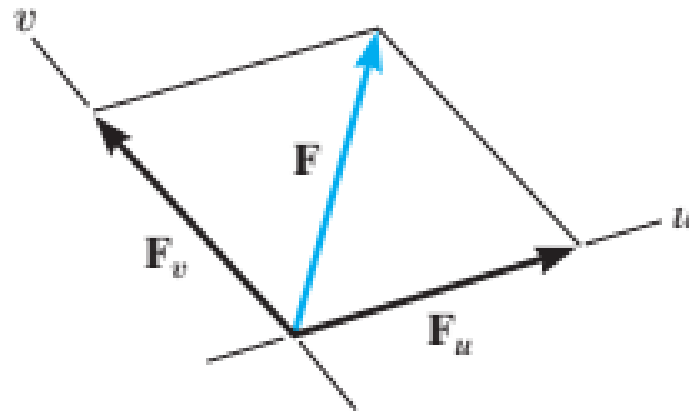
$F_R$  được gọi là lực tổng hợp hay là *hợp lực* (Resultant Force).

Véc tơ lực còn có thể biểu diễn bằng *chữ in đậm*.



# Vec tơ lực

Chia véc tơ lực theo 2 phương  $u, v$  cho trước: *dùng qui tắc hình bình hành.*



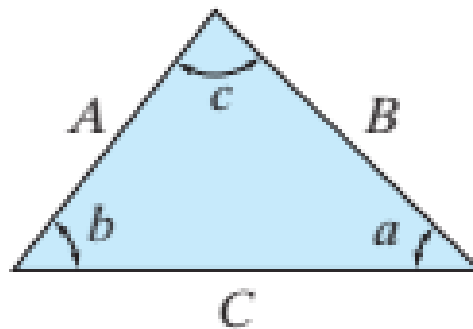
$\mathbf{F}_u, \mathbf{F}_v$  được gọi là các *lực thành phần* (Component Forces).





# Vec tơ lực

**Trị số hợp lực và các lực thành phần:** *được tính theo định lý hàm cos (Cosine law) và định lý hàm sin (Sine law) trong tam giác.*



Cosine law:

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

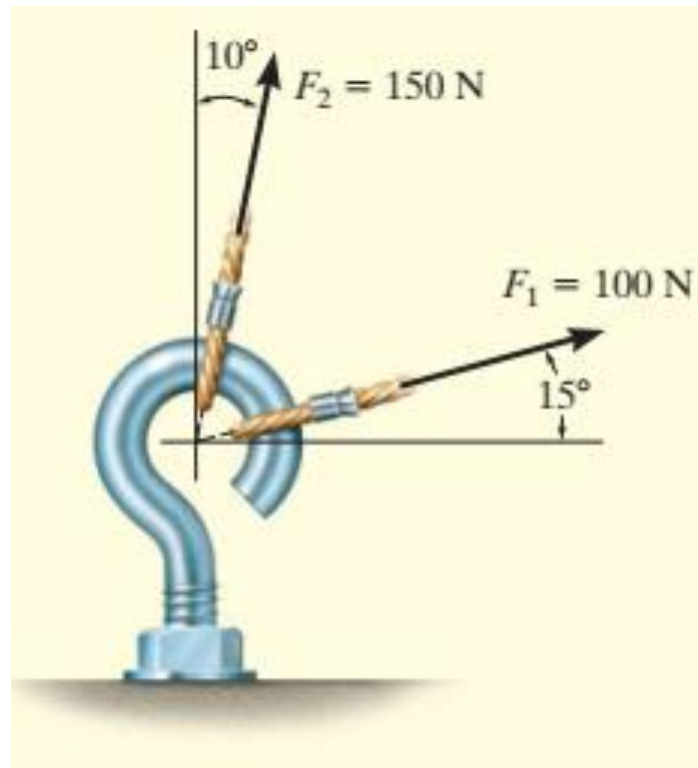
Sine law:

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



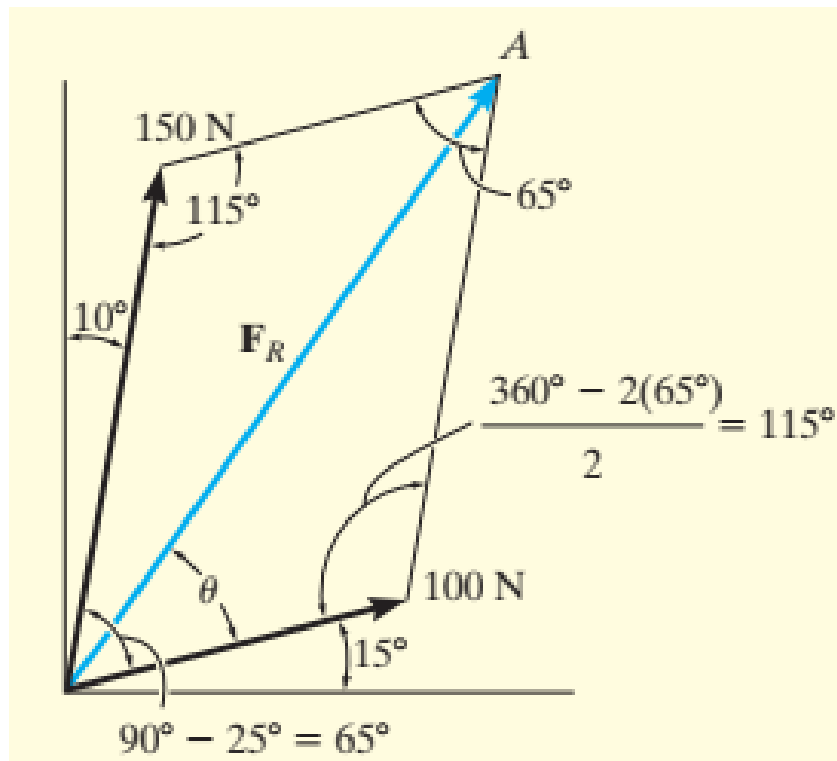
# Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 1:** *Móc chịu tác dụng hai lực có hướng và trị số như hình vẽ. Tính trị số và hướng của hợp lực.*



## Ví dụ áp dụng

Vẽ hình bình hành lực như hình vẽ



## Ví dụ áp dụng

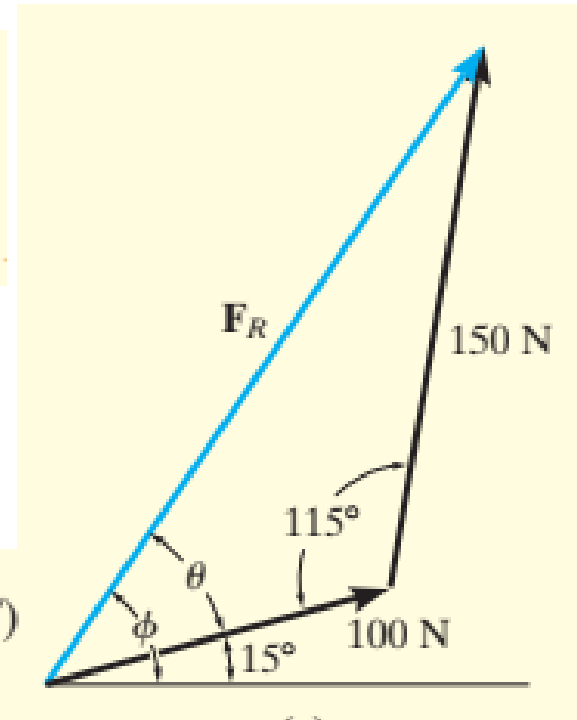
Dùng định lý hàm cos trong tam giác tính trị số hợp lực:

$$\begin{aligned} F_R &= \sqrt{(100 \text{ N})^2 + (150 \text{ N})^2 - 2(100 \text{ N})(150 \text{ N}) \cos 115^\circ} \\ &= \sqrt{10\,000 + 22\,500 - 30\,000(-0.4226)} = 212.6 \text{ N} \\ &= 213 \text{ N} \end{aligned}$$

Dùng định lý hàm sin trong tam giác tính hướng của hợp lực hợp với phương ngang thông qua góc  $\phi$  :

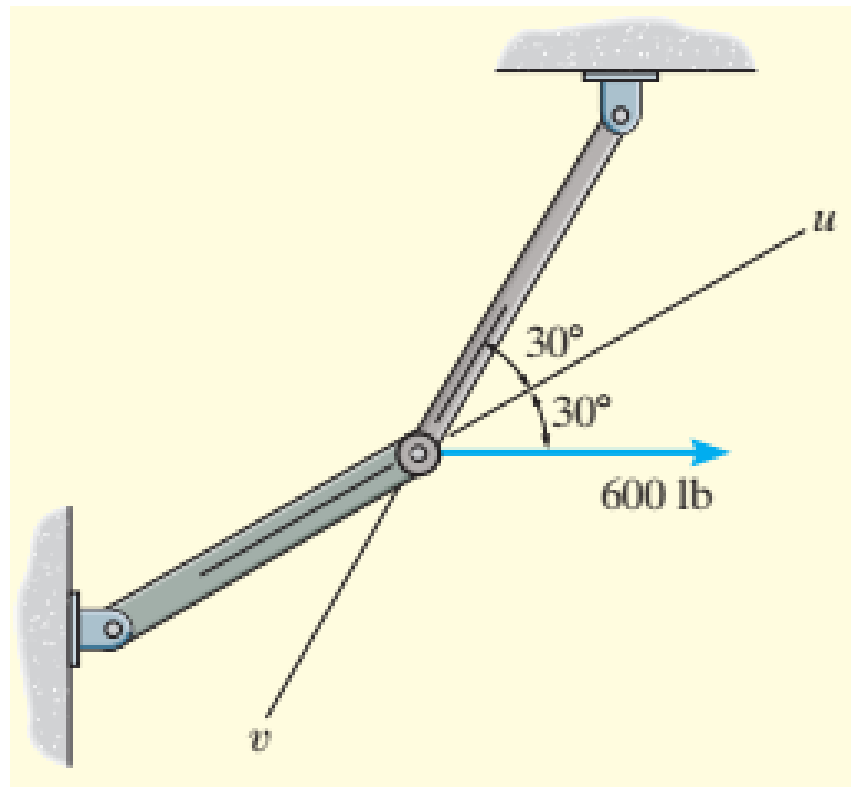
$$\begin{aligned} \frac{150 \text{ N}}{\sin \theta} &= \frac{212.6 \text{ N}}{\sin 115^\circ} & \sin \theta &= \frac{150 \text{ N}}{212.6 \text{ N}} (\sin 115^\circ) \\ & & \theta &= 39.8^\circ \end{aligned}$$

$$\phi = 39.8^\circ + 15.0^\circ = 54.8^\circ$$



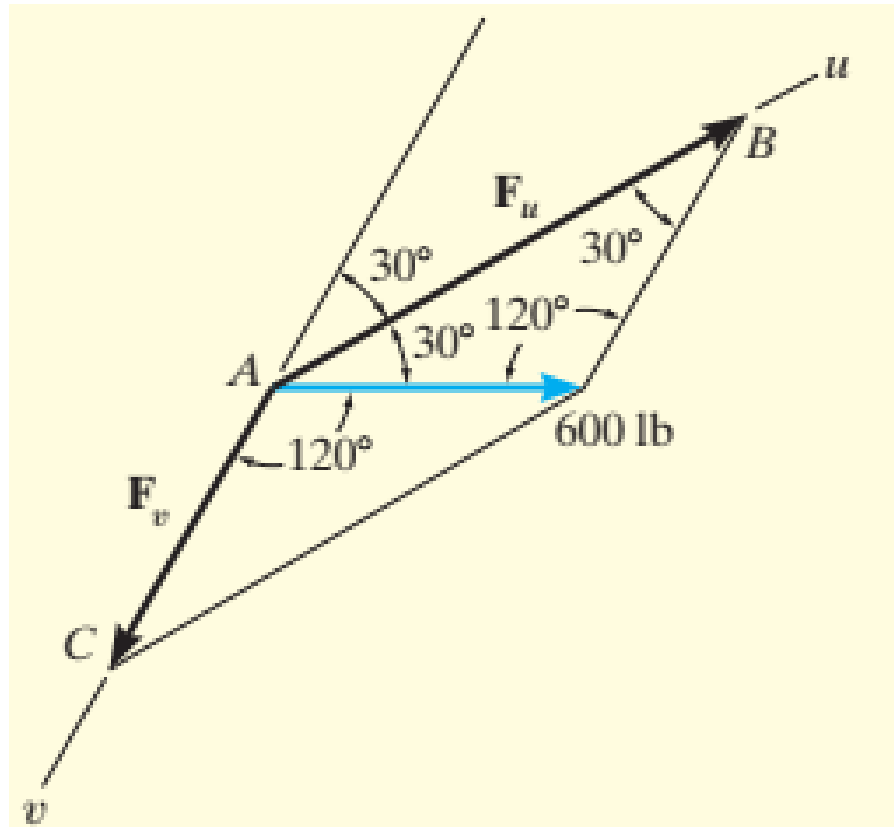
## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 2:** Chia lực nằm ngang có trị số 600 lb ra hai thành phần dọc theo hai phương  $u$ ,  $v$  như hình vẽ. Xác định trị số của hai lực thành phần này.



# Ví dụ áp dụng

Vẽ hình bình hành lực như hình vẽ



## Ví dụ áp dụng

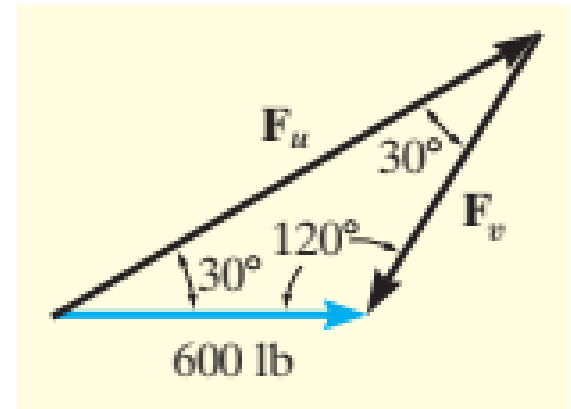
Dùng định lý hàm sin trong tam giác tính trị số các lực thành phần:

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

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

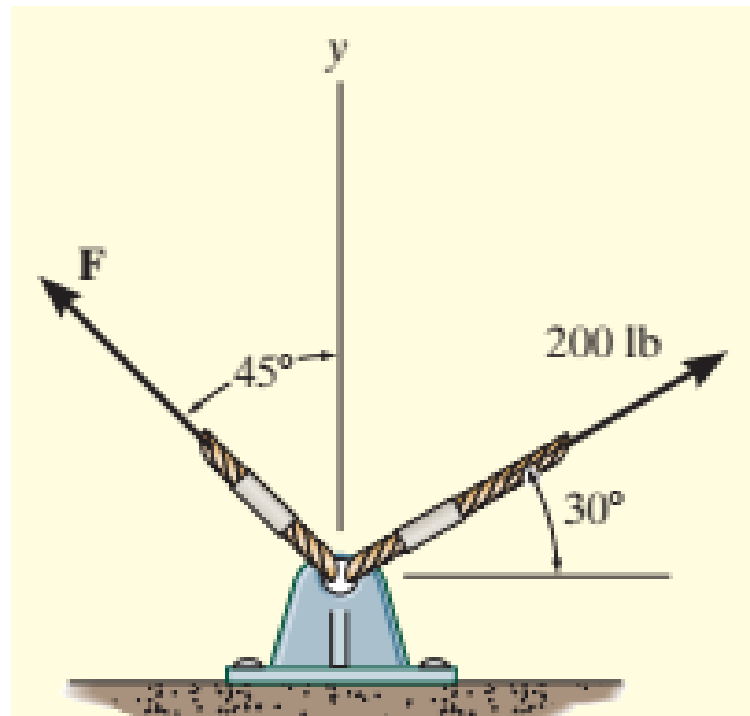
$$\frac{F_v}{\sin 30^\circ} = \frac{600 \text{ lb}}{\sin 30^\circ}$$

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



## Ví dụ áp dụng

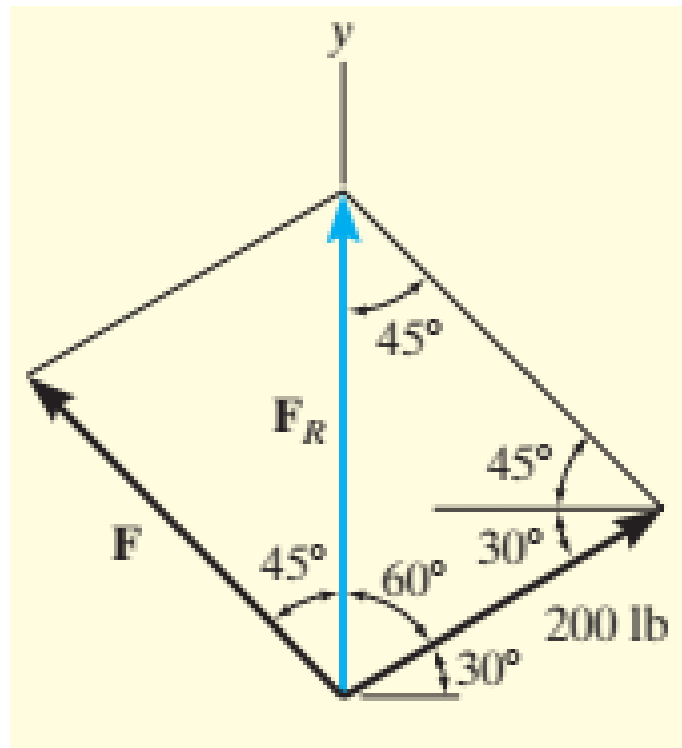
**Ví dụ 3:** *Xác định độ lớn của lực thành phần  $F$  sao cho hợp lực của hai lực trên hình vẽ hướng theo chiều dương trục  $y$ . Tính độ lớn của hợp lực.*





# Ví dụ áp dụng

Vẽ hình bình hành lực như hình vẽ



## Ví dụ áp dụng

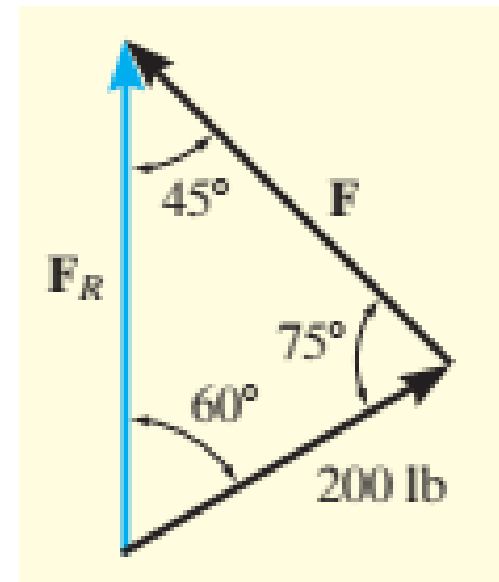
Dùng định lý hàm sin trong tam giác tính trị số lực thành phần và hợp lực:

$$\frac{F}{\sin 60^\circ} = \frac{200 \text{ lb}}{\sin 45^\circ}$$

$$F = 245 \text{ lb}$$

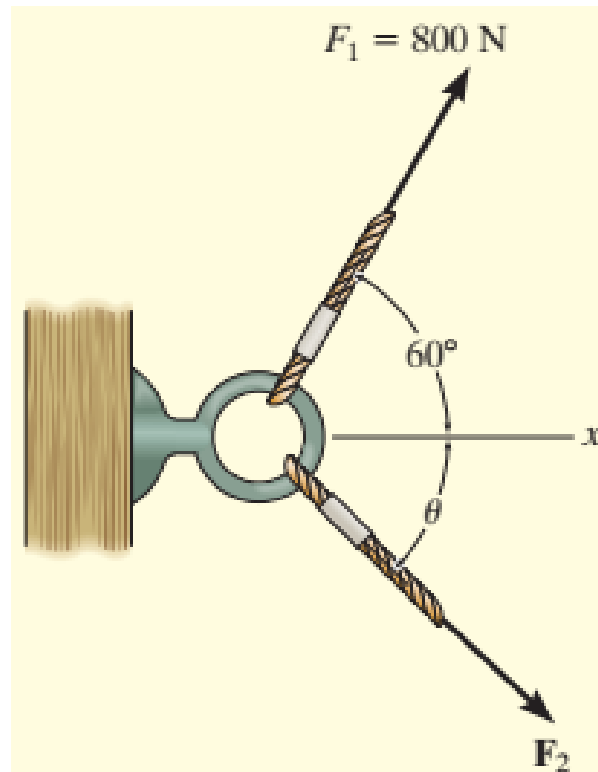
$$\frac{F_R}{\sin 75^\circ} = \frac{200 \text{ lb}}{\sin 45^\circ}$$

$$F_R = 273 \text{ lb}$$



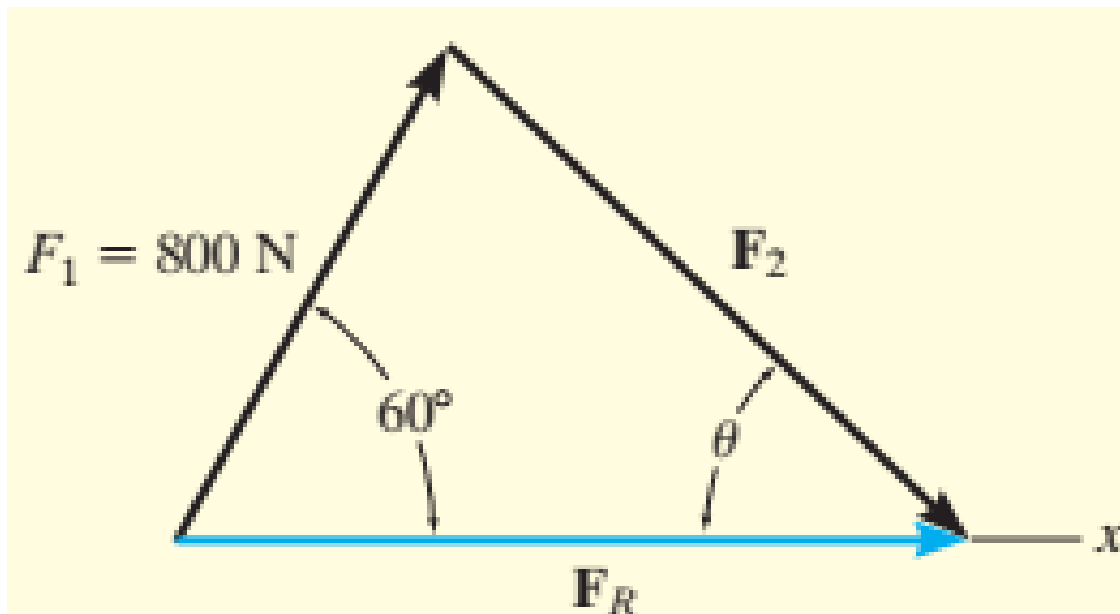
## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 4:** Cho biết hợp lực của hai lực tác dụng lên móc hướng dọc theo chiều dương trục  $x$  như hình vẽ. Hãy xác định giá trị góc  $\theta$  sao cho độ lớn  $F_2$  có giá trị nhỏ nhất. Tính độ lớn của hợp lực trong trường hợp này.



## Ví dụ áp dụng

Vẽ hình tam giác lực như hình vẽ

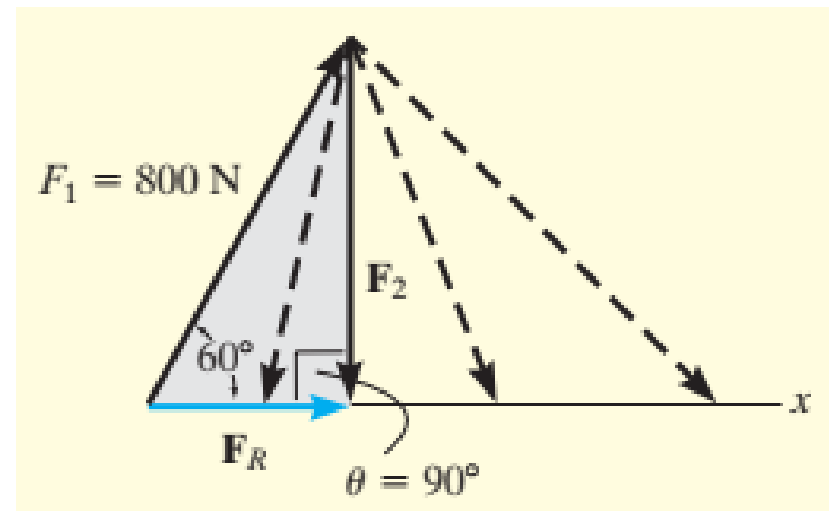


## Ví dụ áp dụng

Các trường hợp xảy ra đối với  $F_2$  như hình vẽ. Độ lớn  $F_2$  nhỏ nhất ứng với phương của nó vuông góc với trục  $x$ . Suy ra  $\theta = 90^\circ$ . Khi đó, độ lớn  $F_2$  và độ lớn hợp lực được tính:

$$F_R = (800 \text{ N})\cos 60^\circ = 400 \text{ N}$$

$$F_2 = (800 \text{ N})\sin 60^\circ = 693 \text{ N}$$



Có thể sử dụng định lý hàm sin cũng tìm ra kết quả.

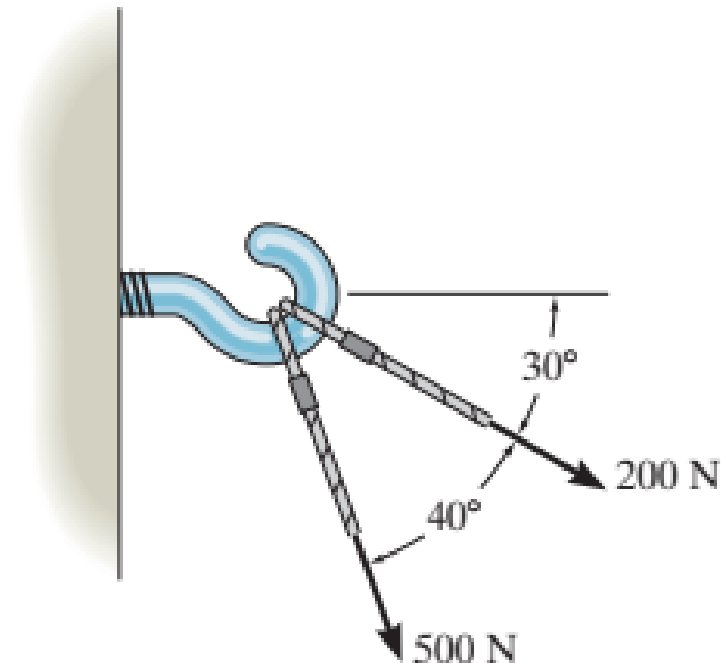


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 1:** Cho hai lực tác dụng lên móc treo như hình vẽ. Xác định độ lớn của hợp lực. Xác định hướng của hợp lực thông qua góc giữa hợp lực và phương ngang.

Đáp số:  $F_R = 666 \text{ N}$

Góc = sinh viên  
tự tính



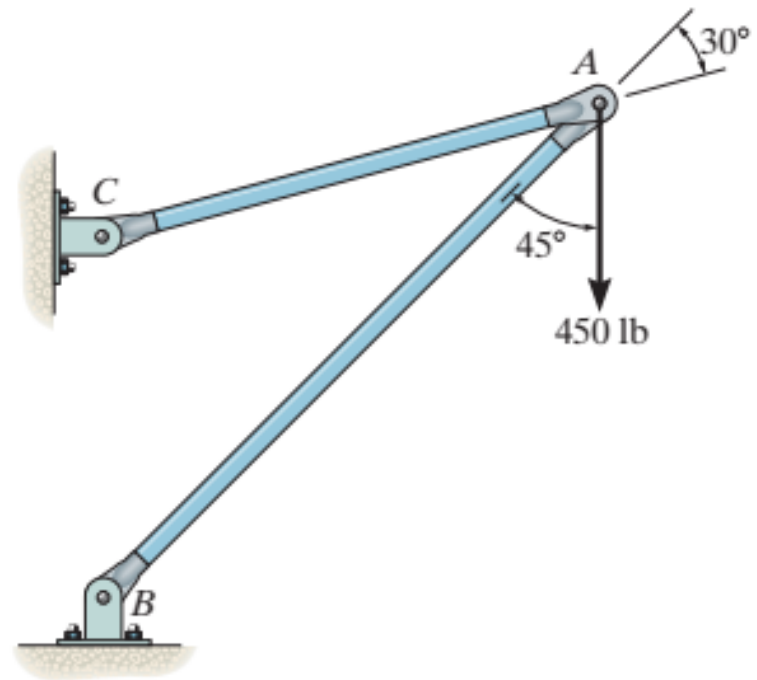
## Các bài tập tương tự

**Bài tập 2:** Cho lực có độ lớn 450 lb tác dụng lên kết cấu gồm hai thanh như hình vẽ. Hãy chia lực này theo hai phương AB và AC. Xác định độ lớn của các lực thành phần. Cho biết thanh nào chịu kéo và thanh nào chịu nén? Giải thích tại sao?

Đáp số:  $F_{AB} = 869 \text{ lb}$

$F_{AC} = 636 \text{ lb}$

AB chịu nén, AC  
chịu kéo

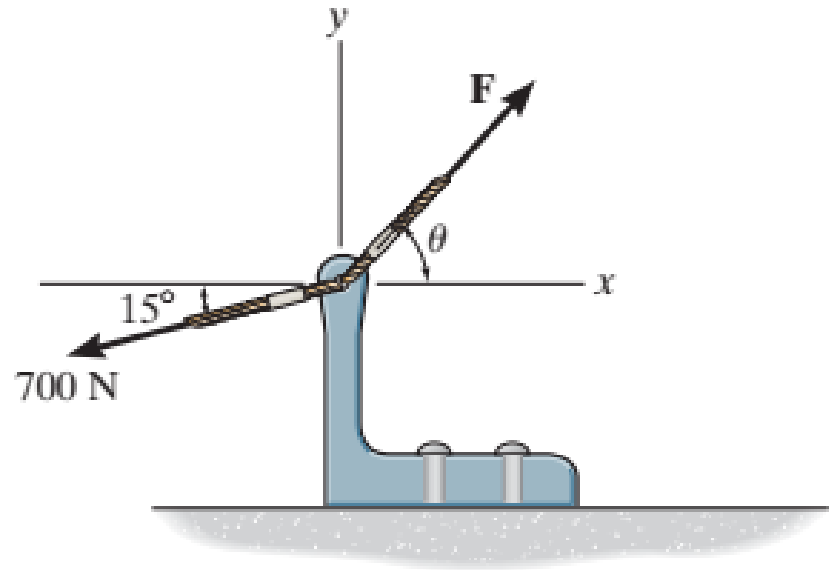


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 3:** Cho biết độ lớn của hợp lực là 500 N và hướng dọc theo chiều dương trục  $y$ . Hãy xác định độ lớn của lực  $F$  và giá trị góc  $\theta$ .

Đáp số:  $F = 960 \text{ N}$

$\theta = 45,2^\circ$





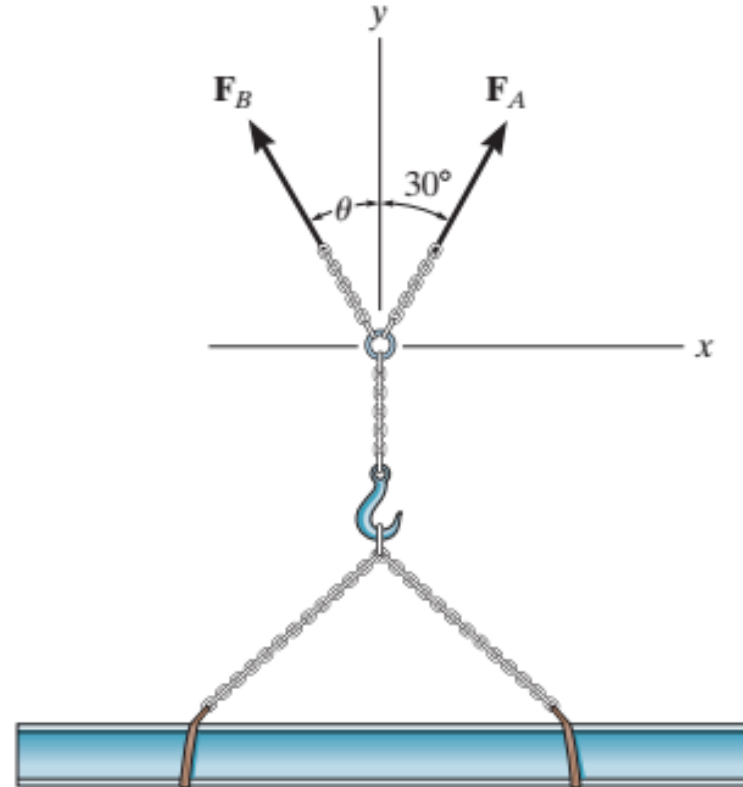
## Các bài tập tương tự

**Bài tập 4:** Một dầm thép được treo nhờ hai dây xích. Cho hợp lực của hai lực tác dụng lên hai dây xích có độ lớn 600 N và hướng theo chiều dương trục  $y$ . Hãy xác định góc  $\theta$  sao cho độ lớn  $F_B$  là nhỏ nhất. Khi đó xác định độ lớn  $F_A$  và độ lớn  $F_B$ .

Đáp số:  $\theta = 60^\circ$

$$F_A = 520 \text{ N}$$

$$F_B = 300 \text{ N}$$

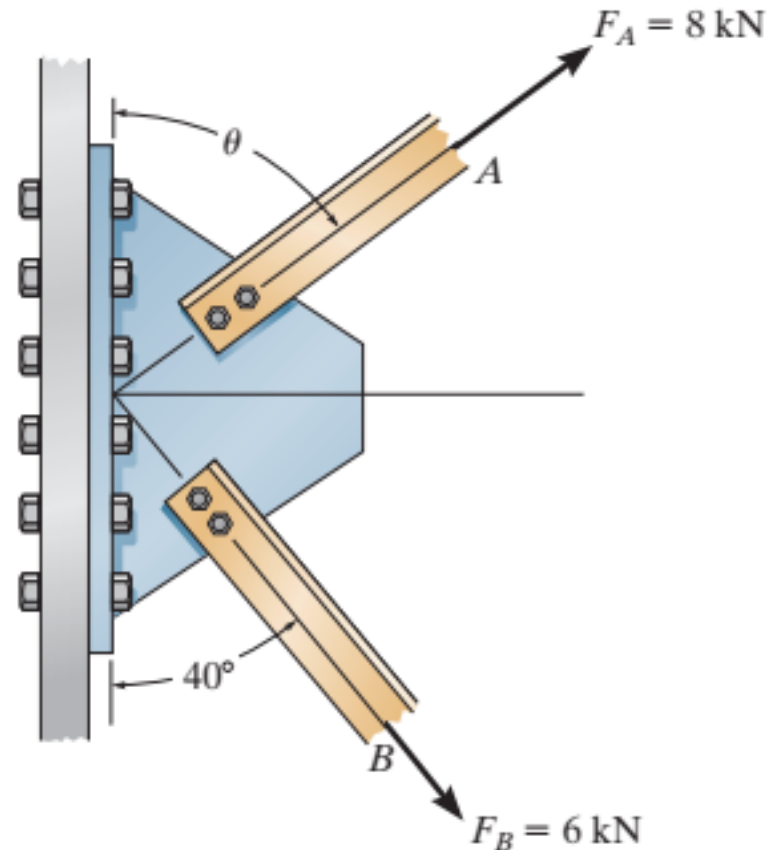


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 5:** *Xác định góc  $\theta$  của dầm thép A trong kết cấu cho lực cho như hình vẽ sao cho hợp lực của hai lực  $F_A$  và  $F_B$  hướng theo phương ngang sang phải. Tính trị số của hợp lực trong trường hợp này.*

Đáp số:  $\theta = 54,9^\circ$

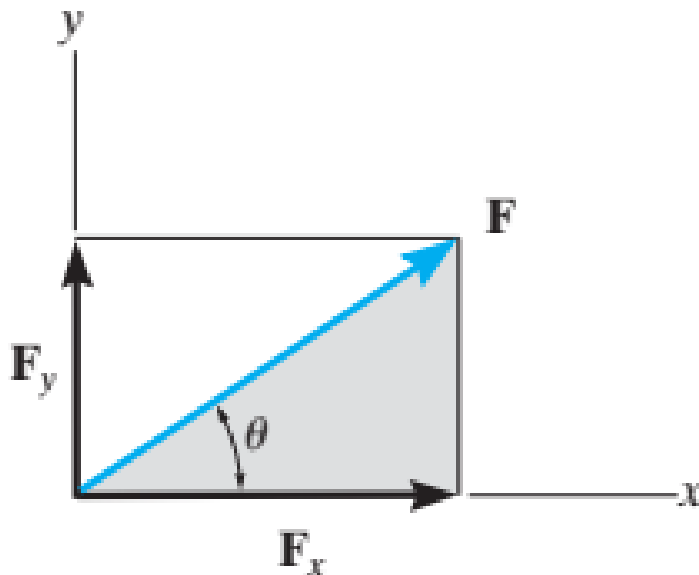
$F_R = 10,4 \text{ kN}$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Chia một lực ra hai thành phần theo hai trục tọa độ:**

*Trường hợp biết độ lớn và góc nghiêng của lực với trục x:*



$$F_x = F \cos \theta$$

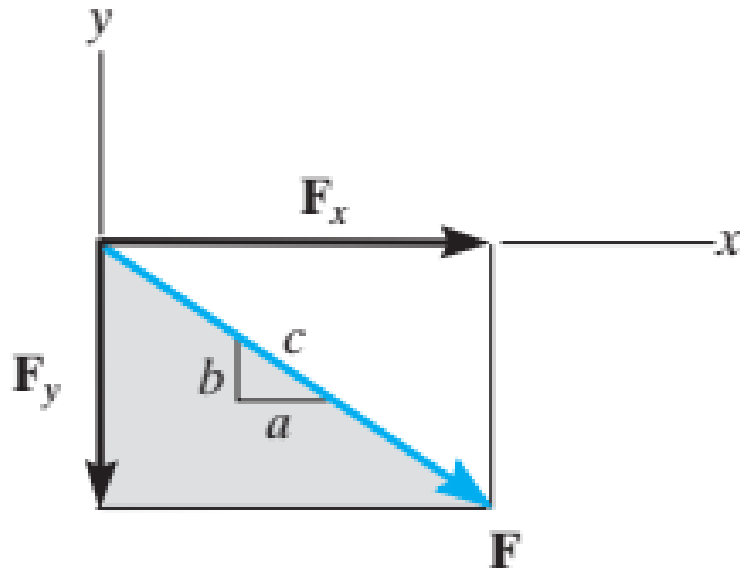
$$F_y = F \sin \theta$$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Chia một lực ra hai thành phần theo hai trục tọa độ:**

*Trường hợp biết độ lớn và tam giác góc nghiêng của lực:*



$$\frac{F_x}{F} = \frac{a}{c} \quad F_x = F \left( \frac{a}{c} \right)$$

$$\frac{F_y}{F} = \frac{b}{c} \quad F_y = -F \left( \frac{b}{c} \right)$$

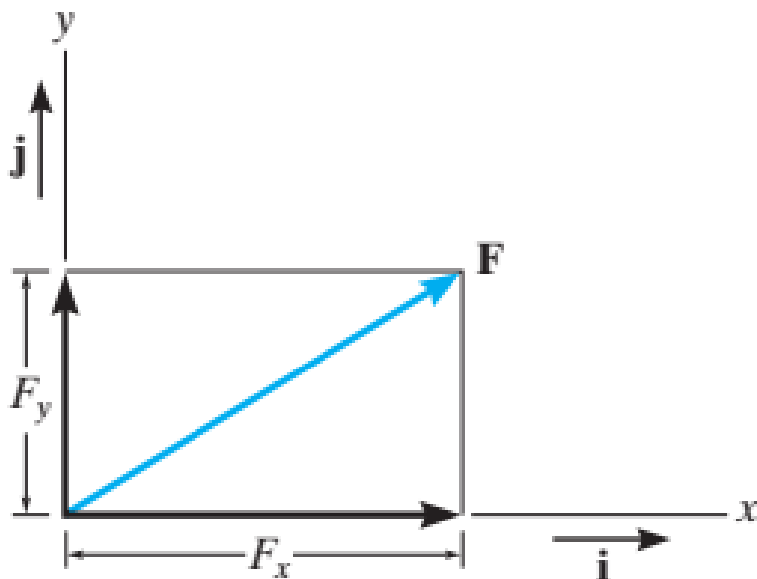
Dấu “-” do  $F_y$  ngược với chiều dương trục  $y$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Biểu diễn vec tơ lực trong mặt phẳng tọa độ Descartes:**

*Gọi  $\mathbf{i}$  và  $\mathbf{j}$  là vec tơ đơn vị của trục  $x$  và  $y$*



$$\mathbf{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j}$$

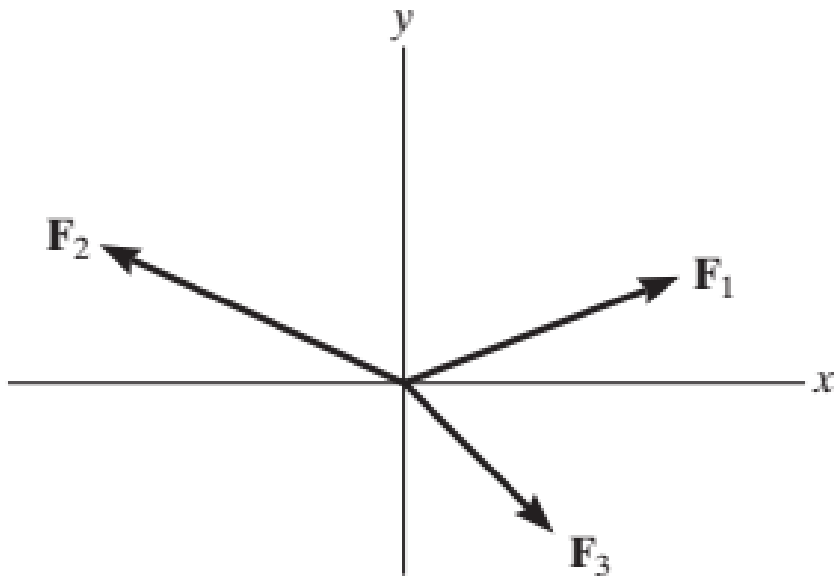
$F_x$  và  $F_y$  mang dấu + khi cùng chiều dương trục  $x$  và  $y$

$F_x$  và  $F_y$  mang dấu - khi ngược chiều dương trục  $x$  và  $y$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Xác định hợp lực trong mặt phẳng tọa độ Descartes:**

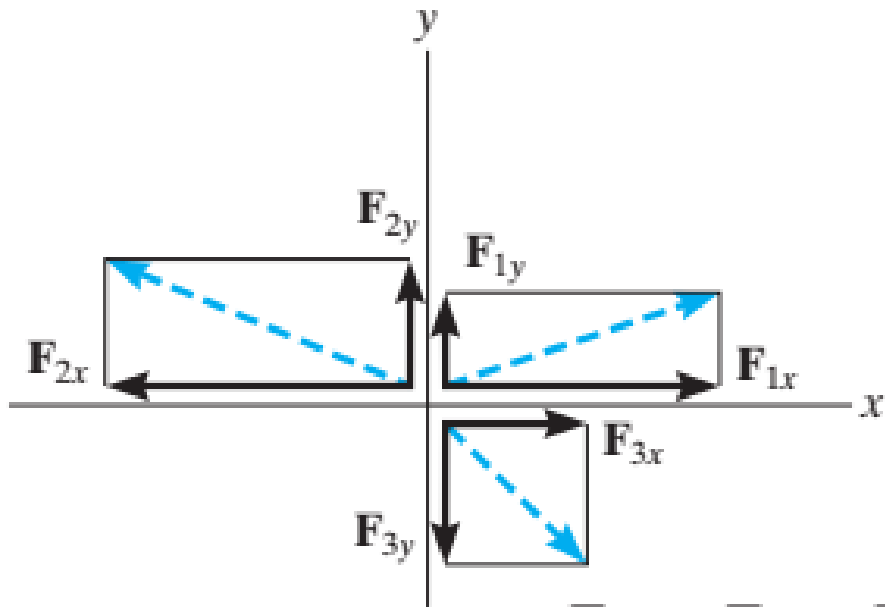


$$\mathbf{F}_R = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3$$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Xác định hợp lực trong mặt phẳng tọa độ Descartes:**



$$\mathbf{F}_1 = F_{1x}\mathbf{i} + F_{1y}\mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_2 = -F_{2x}\mathbf{i} + F_{2y}\mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_3 = F_{3x}\mathbf{i} - F_{3y}\mathbf{j}$$

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

$$= F_{1x}\mathbf{i} + F_{1y}\mathbf{j} - F_{2x}\mathbf{i} + F_{2y}\mathbf{j} + F_{3x}\mathbf{i} - F_{3y}\mathbf{j}$$

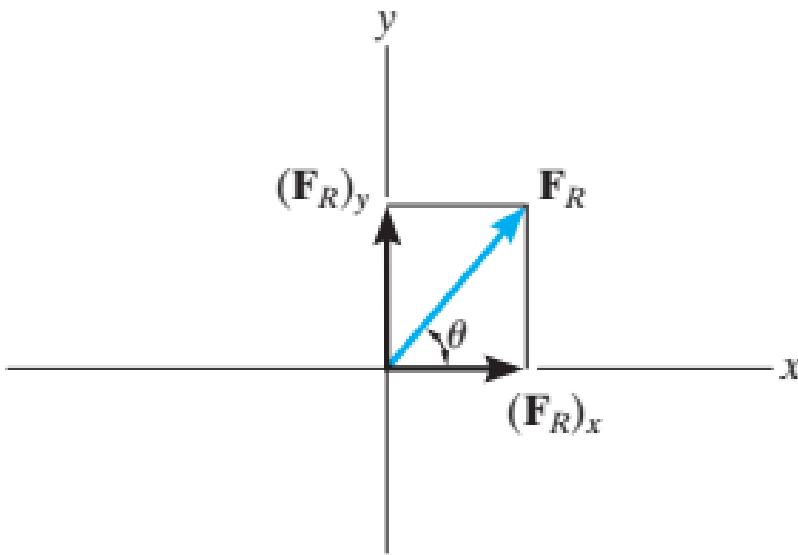
$$= (F_{1x} - F_{2x} + F_{3x})\mathbf{i} + (F_{1y} + F_{2y} - F_{3y})\mathbf{j}$$

$$= (F_{Rx})\mathbf{i} + (F_{Ry})\mathbf{j}$$



# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Xác định hợp lực trong mặt phẳng tọa độ Descartes:**



Với:

( $\rightarrow$ )

( $\uparrow$ )

$$(F_R)_x = F_{1x} - F_{2x} + F_{3x}$$

$$(F_R)_y = F_{1y} + F_{2y} - F_{3y}$$

Tổng quát:

$$(F_R)_x = \sum F_x$$

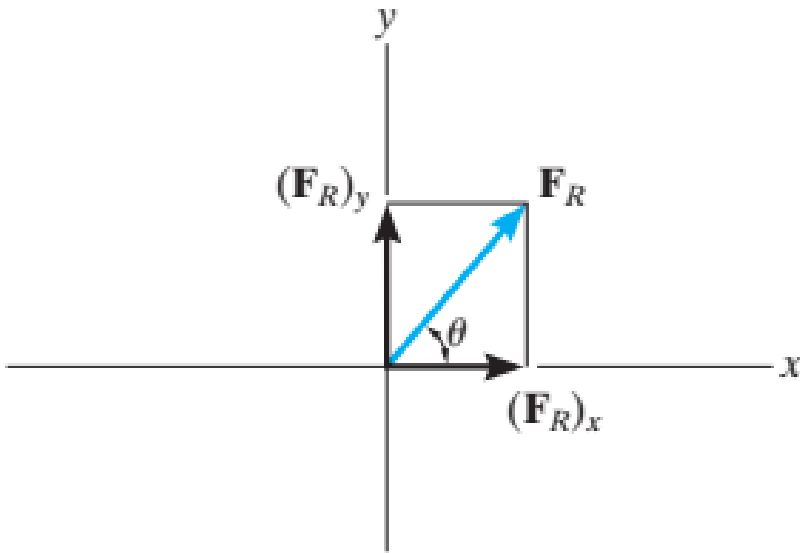
$$(F_R)_y = \sum F_y$$





# Phép cộng vec tơ lực phẳng trong hệ tọa độ Descartes

**Xác định hợp lực trong mặt phẳng tọa độ Descartes:**



Độ lớn của hợp lực:

$$F_R = \sqrt{(F_R)_x^2 + (F_R)_y^2}$$

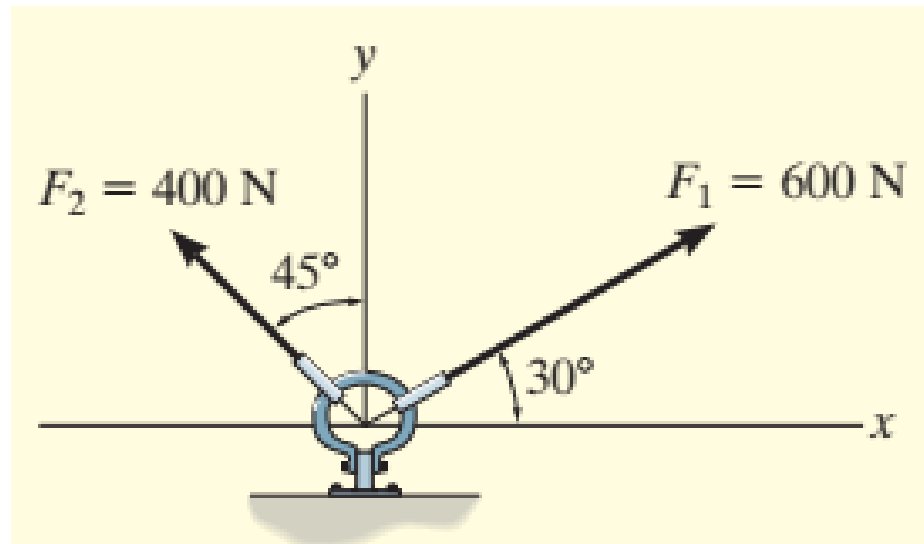
Hướng của hợp lực:

$$\theta = \tan^{-1} \left| \frac{(F_R)_y}{(F_R)_x} \right|$$



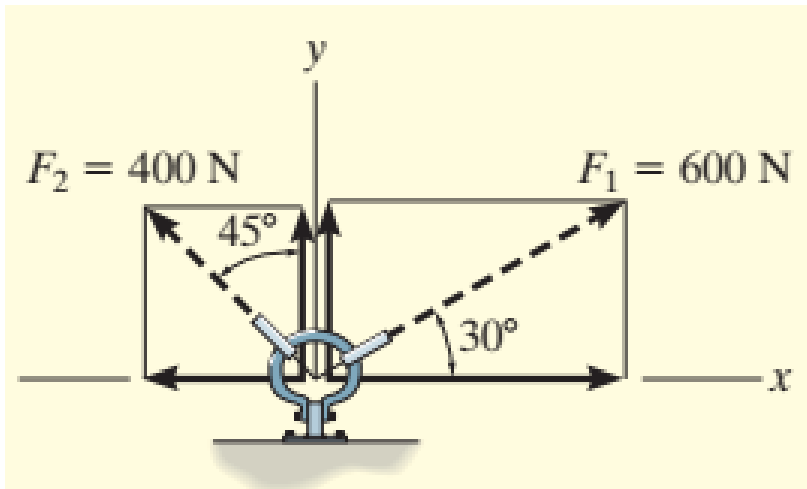
## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 5:** *Móc tròn chịu tác dụng của hai lực  $F_1$  và  $F_2$  như hình vẽ. Xác định độ lớn và hướng của hợp lực.*



## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 5:** *Móc tròn chịu tác dụng của hai lực  $F_1$  và  $F_2$  như hình vẽ. Xác định độ lớn và hướng của hợp lực.*



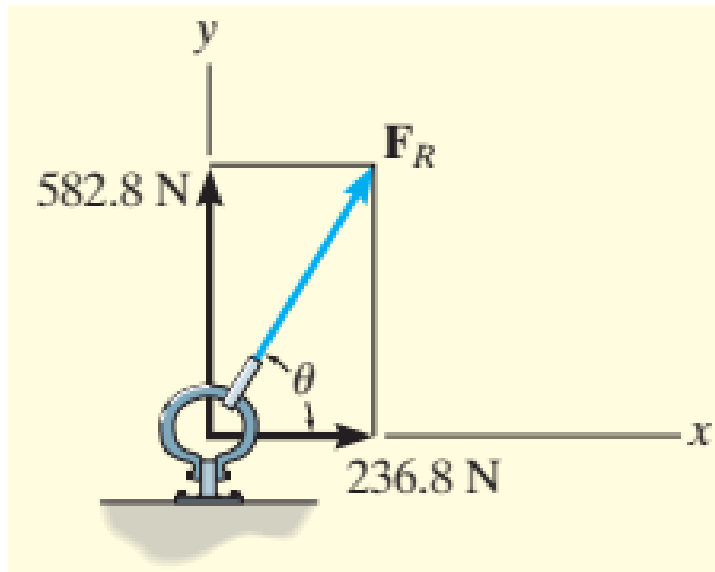
Chia các lực ra các thành phần theo phương x và y như hình vẽ.

$$\begin{aligned} \rightarrow (F_R)_x &= \sum F_x; & (F_R)_x &= 600 \cos 30^\circ \text{ N} - 400 \sin 45^\circ \text{ N} \\ & & &= 236.8 \text{ N} \rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +\uparrow (F_R)_y &= \sum F_y; & (F_R)_y &= 600 \sin 30^\circ \text{ N} + 400 \cos 45^\circ \text{ N} \\ & & &= 582.8 \text{ N} \uparrow \end{aligned}$$



## Ví dụ áp dụng



Độ lớn hợp lực:

$$F_R = \sqrt{(236.8 \text{ N})^2 + (582.8 \text{ N})^2} \\ = 629 \text{ N}$$

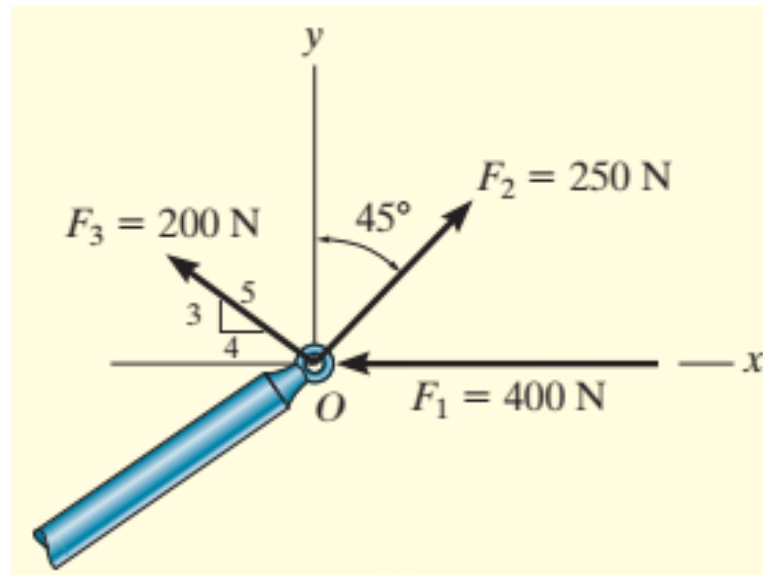
Hướng của hợp lực:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{582.8 \text{ N}}{236.8 \text{ N}}\right) = 67.9^\circ$$



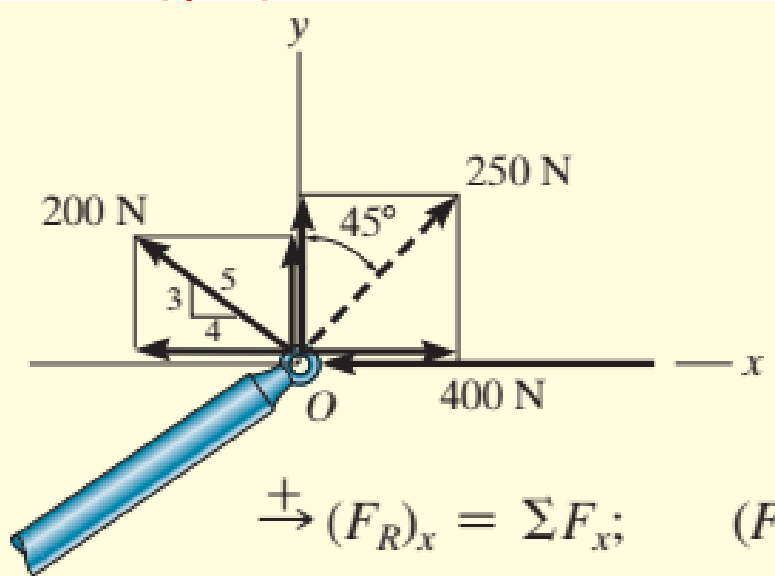
## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 6:** *Tại đầu  $O$  của cần trục chịu tác dụng của ba lực đồng phẳng như hình vẽ. Xác định độ lớn và hướng của hợp lực*



## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 6:** *Tại đầu O của cần trục chịu tác dụng của ba lực đồng phẳng như hình vẽ. Xác định độ lớn và hướng của hợp lực*



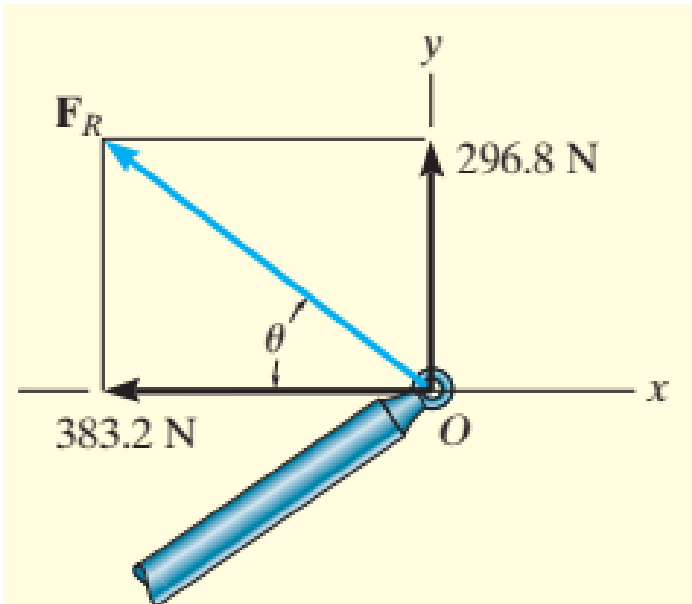
Chia các lực ra các thành phần theo phương x và y như hình vẽ.

$$\begin{aligned} \rightarrow (F_R)_x &= \sum F_x; & (F_R)_x &= -400 \text{ N} + 250 \sin 45^\circ \text{ N} - 200\left(\frac{4}{5}\right) \text{ N} \\ & & &= -383.2 \text{ N} = 383.2 \text{ N} \leftarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +\uparrow (F_R)_y &= \sum F_y; & (F_R)_y &= 250 \cos 45^\circ \text{ N} + 200\left(\frac{3}{5}\right) \text{ N} \\ & & &= 296.8 \text{ N} \uparrow \end{aligned}$$



## Ví dụ áp dụng



Độ lớn hợp lực:

$$F_R = \sqrt{(-383.2 \text{ N})^2 + (296.8 \text{ N})^2} \\ = 485 \text{ N}$$

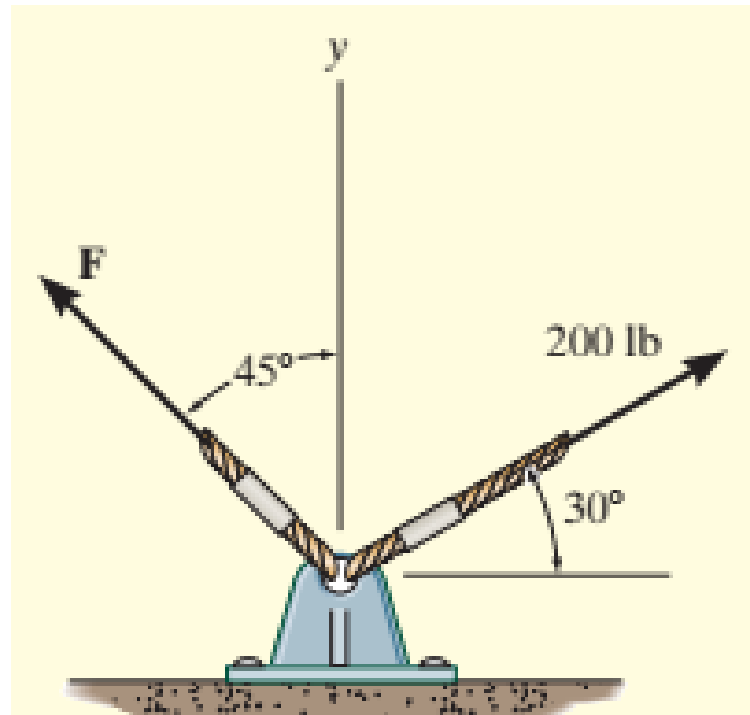
Hướng của hợp lực:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{296.8}{383.2}\right) = 37.8^\circ$$



## Ví dụ áp dụng

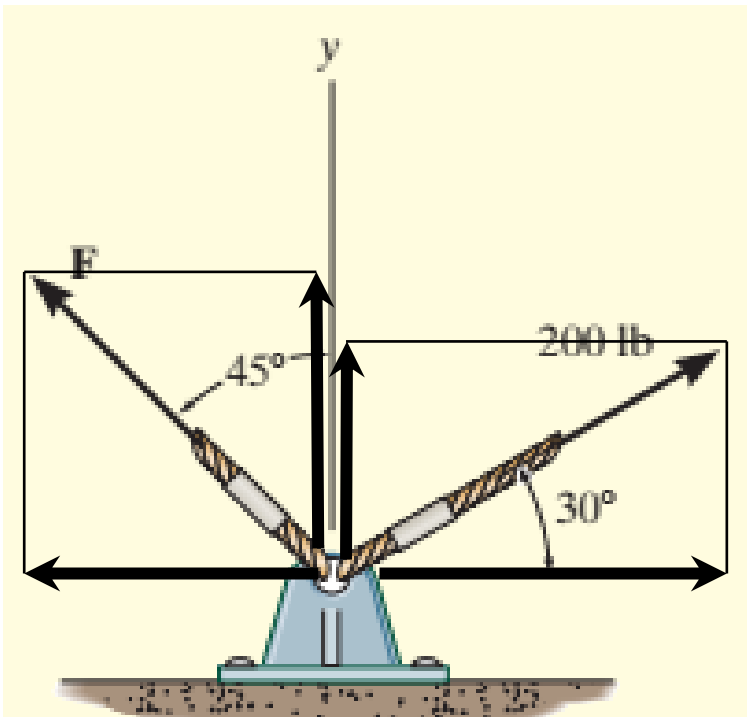
**Ví dụ 7:** *Xác định độ lớn của lực thành phần  $F$  sao cho hợp lực của hai lực trên hình vẽ hướng theo chiều dương trục  $y$ . Tính độ lớn của hợp lực. (Giải lại **Ví dụ 3**. Yêu cầu sử dụng phương pháp tọa độ Descartes)*





## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 7:** *Xác định độ lớn của lực thành phần  $F$  sao cho hợp lực của hai lực trên hình vẽ hướng theo chiều dương trục  $y$ . Tính độ lớn của hợp lực. (Giải lại **Ví dụ 3**. Yêu cầu sử dụng phương pháp tọa độ Descartes)*



Chia các lực ra các thành phần theo phương  $x$  và  $y$  như hình vẽ.

$$\rightarrow (F_R)_x = \Sigma F_x; \quad +\uparrow (F_R)_y = \Sigma F_y;$$

$$(F_R)_x = 200 \cos 30^\circ \text{ lb} - F \sin 45^\circ \text{ lb}$$

$$(F_R)_y = 200 \sin 30^\circ \text{ lb} + F \cos 45^\circ \text{ lb}$$



## Ví dụ áp dụng

Để hợp lực hướng theo chiều dương trục y thì:

$$(F_R)_x = 200 \cos 30^\circ \text{ lb} - F \sin 45^\circ \text{ lb} = 0$$

$$(F_R)_y = 200 \sin 30^\circ \text{ lb} + F \cos 45^\circ \text{ lb} > 0$$

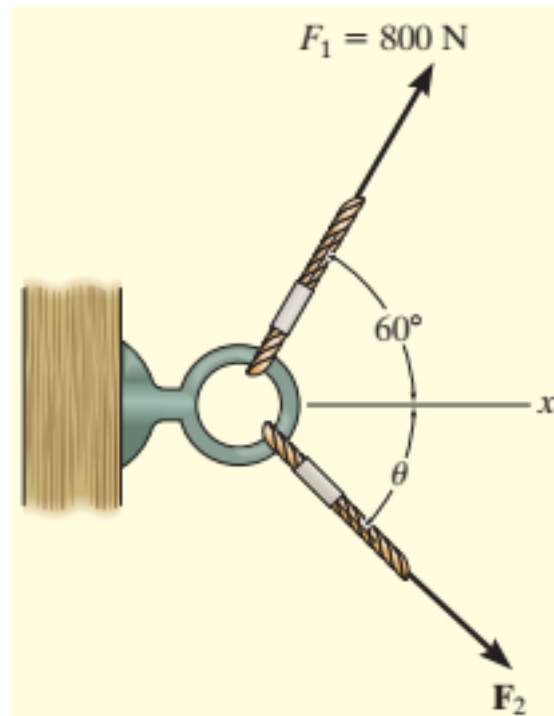
Suy ra:  $F = 200 \cos 30^\circ / \sin 45^\circ = 245 \text{ lb}$

$$F_R = (F_R)_y = 200 \sin 30^\circ \text{ lb} + 245 \cos 45^\circ \text{ lb} = 273 \text{ lb}$$

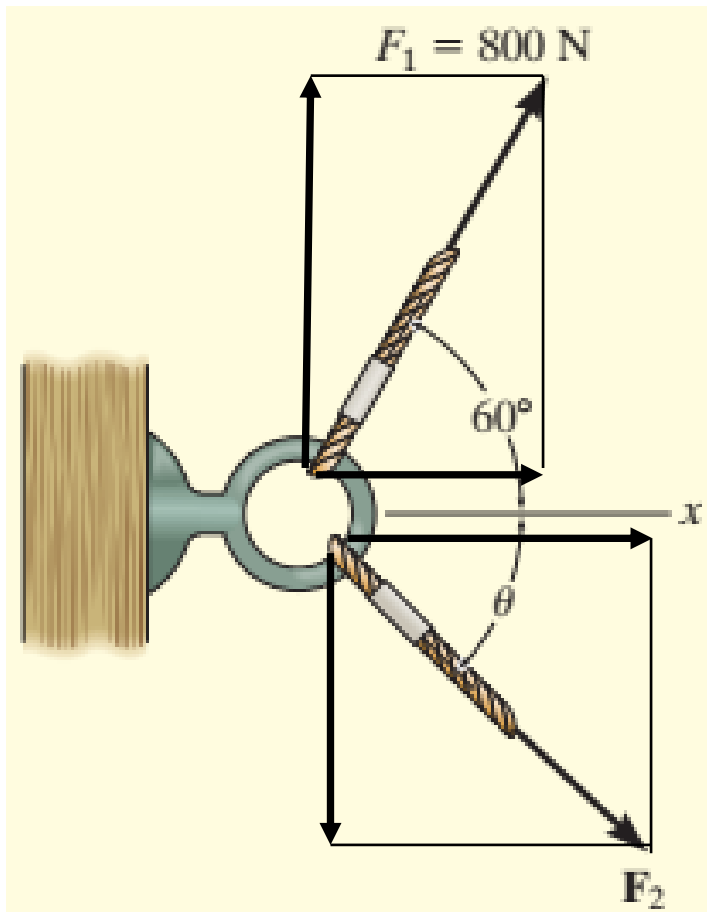


## Ví dụ áp dụng

**Ví dụ 8:** Cho biết hợp lực của hai lực tác dụng lên móc hướng dọc theo chiều dương trục  $x$  như hình vẽ. Hãy xác định giá trị góc  $\theta$  sao cho độ lớn  $F_2$  có giá trị nhỏ nhất. Tính độ lớn của hợp lực trong trường hợp này. Giải lại **Ví dụ 4** theo phương pháp tọa độ Descartes



## Ví dụ áp dụng



Chia các lực ra các thành phần theo phương x và y như hình vẽ.

$$\rightarrow (F_R)_x = \sum F_x; \quad +\uparrow (F_R)_y = \sum F_y;$$

$$(F_R)_x = 800 \cos 60^\circ \text{ N} + F_2 \cos \theta \text{ N}$$

$$(F_R)_y = 800 \sin 60^\circ \text{ N} - F_2 \sin \theta \text{ N}$$



## Ví dụ áp dụng

Vì hợp lực hướng theo chiều dương trục x nên:

$$(F_R)_y = 800 \sin 60^\circ \text{ N} - F_2 \sin \theta \text{ N} = 0$$

Suy ra:  $F_2 = 800 \sin 60^\circ / \sin \theta$

$F_2$  đạt giá trị min khi  $\sin \theta = 1$ . Suy ra  $\theta = 90^\circ$  và:

$$F_2 = 800 \sin 60^\circ = 693 \text{ N}$$

$$F_R = (F_R)_y = 800 \cos 60^\circ \text{ N} + 693 \cos 90^\circ \text{ N} = 400 \text{ N}$$

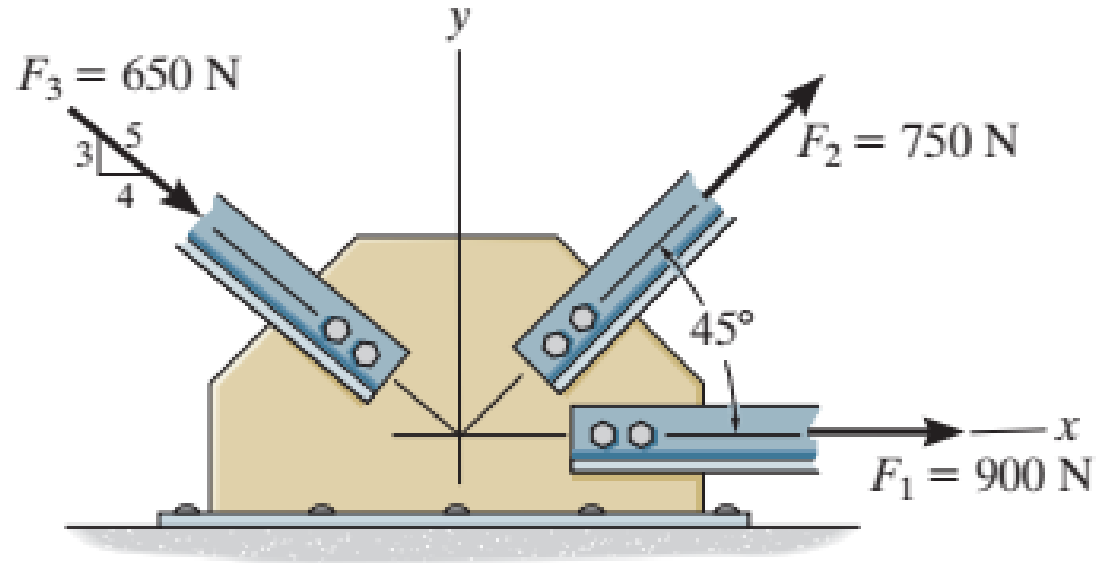


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 6:** *Xác định độ lớn và hướng hợp lực của ba lực tác dụng lên tấm nối như hình vẽ*

Đáp số:  $\theta = 4,12^\circ$

$F_R = 1,96 \text{ kN}$

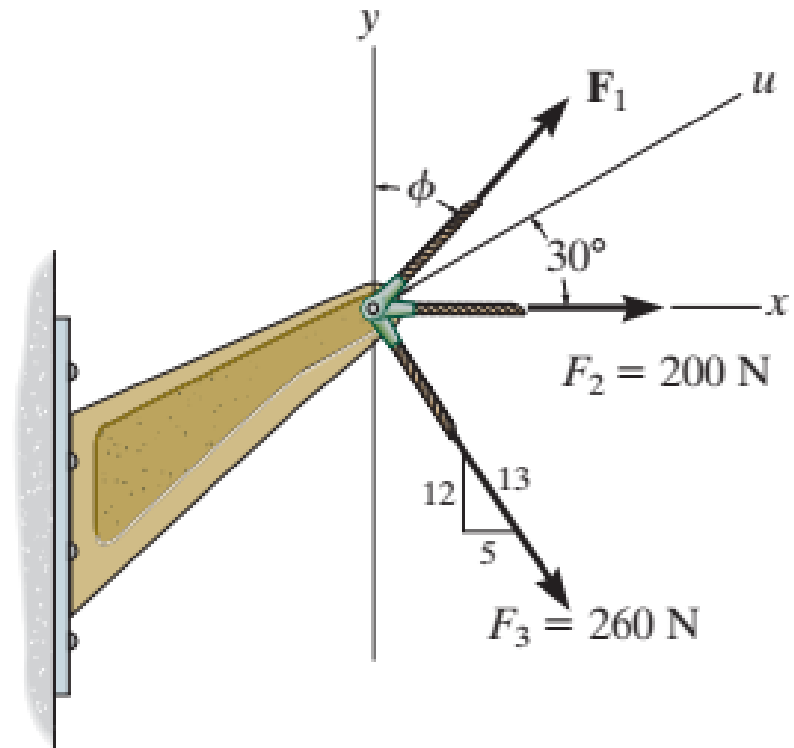


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 7:** Cho biết hợp lực của ba lực tác dụng lên giá treo như hình vẽ có độ lớn 450 N và hướng theo chiều dương trục  $u$ . Hãy xác định độ lớn  $F_1$  và giá trị góc  $\phi$ .

Đáp số:  $\phi = 10,9^\circ$

$$F_1 = 474 \text{ N}$$

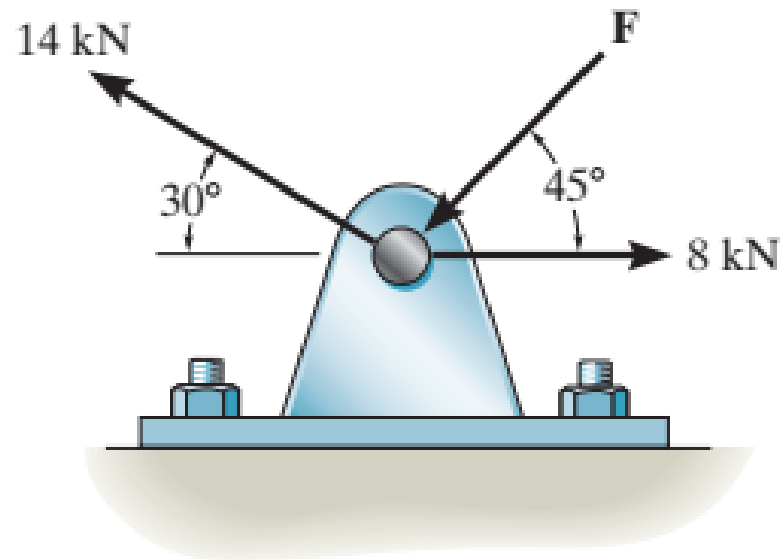


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 8:** *Xác định độ lớn của lực  $F$  sao cho hợp lực của ba lực đã cho như hình vẽ đạt giá trị nhỏ nhất. Xác định giá trị nhỏ nhất của hợp lực.*

Đáp số:  $F = 2,03 \text{ kN}$

$F_R = 7,87 \text{ kN}$



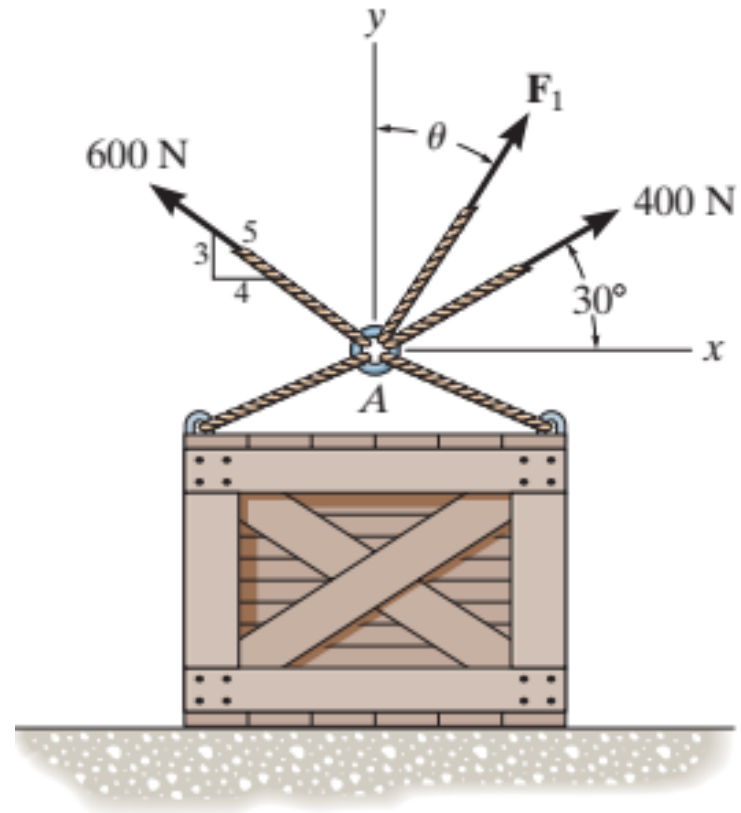


## Các bài tập tương tự

**Bài tập 9:** *Xác định độ lớn của lực  $F_1$  và góc  $\theta$  sao cho hợp lực của ba lực đã cho có hướng thẳng đứng lên trên và có độ lớn 800 N.*

Đáp số:  $\theta = 29,1^\circ$

$F_1 = 275 \text{ N}$



**End of the Lecture**

Let Learning Continue

