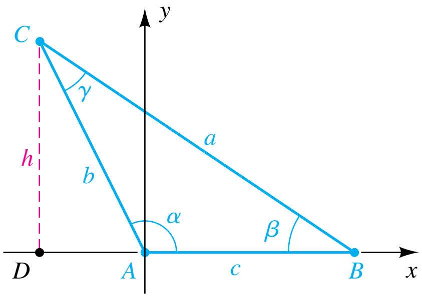
8.1

La ley de los senos

Figura 1



Un **triángulo oblicuo** es aquel que no contiene un ángulo recto. Usaremos las letras A, B, C, a, b, c, α, β y γ para partes de triángulos, como lo hicimos en el capítulo 6. Dado el triángulo ABC, pongamos el ángulo α en posición estándar para que B quede en el eje x positivo. El caso para α obtuso se ilustra en la figura 1, pero la siguiente exposición también es válida si α es agudo.

Considere la recta que pasa por C paralela al eje y y que cruza el eje x en el punto D. Si hacemos $d(C, D) = h$, entonces la coordenada y de C es h. De la definición de las funciones trigonométricas de cualquier ángulo

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{h}{b}, \quad \text{y} \quad h = b \operatorname{sen} \alpha.$$

Por consulta al triángulo rectángulo BDC, vemos que

$$\operatorname{sen} \beta = \frac{h}{a}, \quad \text{y} \quad h = a \operatorname{sen} \beta.$$

Igualando las dos expresiones para h nos dará

$$b \operatorname{sen} \alpha = a \operatorname{sen} \beta,$$

que podemos escribir como $\dfrac{\operatorname{sen} \alpha}{a} = \dfrac{\operatorname{sen} \beta}{b}$.

Si ponemos α en posición estándar con C en el eje x positivo, entonces por el mismo razonamiento

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha}{a} = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{c}.$$

Las dos igualdades finales nos dan el siguiente resultado.

La ley de los senos

Si ABC es un triángulo oblicuo en la forma usual (como en la figura 1), entonces

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha}{a} = \frac{\operatorname{sen} \beta}{b} = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{c}.$$

Observe que la ley de los senos está formada por las siguientes tres fórmulas:

$$\textbf{(1)}\ \frac{\operatorname{sen} \alpha}{a} = \frac{\operatorname{sen} \beta}{b} \qquad \textbf{(2)}\ \frac{\operatorname{sen} \alpha}{a} = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{c} \qquad \textbf{(3)}\ \frac{\operatorname{sen} \beta}{b} = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{c}$$

Para aplicar cualquiera de estas fórmulas a un triángulo específico, debemos conocer los valores de tres de las cuatro variables. Si sustituimos estos tres valores en la fórmula apropiada, podemos entonces despejar el valor de la cuarta variable. Se deduce que la ley de los senos se puede usar para hallar las partes restantes de un triángulo oblicuo, siempre que conozcamos cualquiera de lo siguiente (las tres letras en paréntesis se usan para denotar las partes conocidas, con L representando un lado y A un ángulo):

(1) dos lados y un ángulo *opuesto* a uno de ellos (LLA)

(2) dos ángulos y cualquier lado (AAL o ALA)

En la siguiente sección estudiaremos la ley de los cosenos y demostraremos cómo se puede usar para hallar las partes restantes de un triángulo oblicuo cuando se da lo siguiente:

(1) dos lados y el ángulo *entre* ellos (LAL)

(2) tres lados (LLL)

La ley de senos no se puede aplicar directamente a los últimos dos casos.

La ley de senos también se puede escribir en la siguiente forma

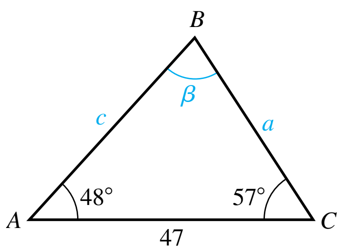
$$\frac{a}{\operatorname{sen} \alpha} = \frac{b}{\operatorname{sen} \beta} = \frac{c}{\operatorname{sen} \gamma}.$$

En lugar de memorizar las tres fórmulas asociadas con la ley de senos, puede ser mejor recordar el siguiente enunciado que las toma en cuenta a todas.

La ley de senos (forma general)	En cualquier triángulo, la razón entre el seno de un ángulo y el lado opuesto a ese ángulo es igual a la razón entre el seno de otro ángulo y el lado opuesto a ese ángulo.

En ejemplos y ejercicios referentes a triángulos, supondremos que las longitudes conocidas de lados, así como de ángulos, se han obtenido por mediciones y por tanto son aproximaciones a valores exactos. A menos que se indique de otro modo, cuando hallemos partes de triángulos redondearemos respuestas de acuerdo a la regla siguiente: *Si los ángulos o lados conocidos se expresan a cierta precisión, entonces los ángulos o lados desconocidos deben calcularse a la misma precisión.* Para ilustrar, si los lados conocidos se expresan al 0.1 más cercano, entonces los lados desconocidos deben calcularse al 0.1 más cercano. Si los ángulos conocidos se expresan a los 10′ más cercanos, entonces los ángulos desconocidos deben calcularse a los 10′ más cercanos. Observaciones similares se cumplen también para precisión al más cercano 0.01, 0.1°, y así sucesivamente.

Figura 2



EJEMPLO 1 **Usar la ley de los senos (ALA)**

Resuelva $\triangle ABC$, dados $\alpha = 48°$, $\gamma = 57°$, y $b = 47$.

SOLUCIÓN El triángulo está trazado en la figura 2. Como la suma de los ángulos de un triángulo es 180°,

$$\beta = 180° - 57° - 48° = 75°.$$

(continúa)

Como el lado b y los tres ángulos se conocen, podemos hallar a usando una forma de la ley de los senos que contenga a, α, b y β:

$$\frac{a}{\operatorname{sen} \alpha} = \frac{b}{\operatorname{sen} \beta} \qquad \text{ley de los senos}$$

$$a = \frac{b \operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \beta} \qquad \text{despeje } a$$

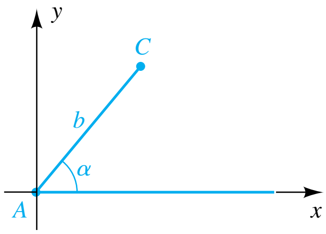
$$= \frac{47 \operatorname{sen} 48^\circ}{\operatorname{sen} 75^\circ} \qquad \text{sustituya por } b,\ \alpha \text{ y } \beta$$

$$\approx 36 \qquad \text{calcule al entero más cercano}$$

Para hallar c, simplemente sustituimos $\dfrac{a}{\operatorname{sen} \alpha}$ con $\dfrac{c}{\operatorname{sen} \gamma}$ en la solución precedente para a, obteniendo

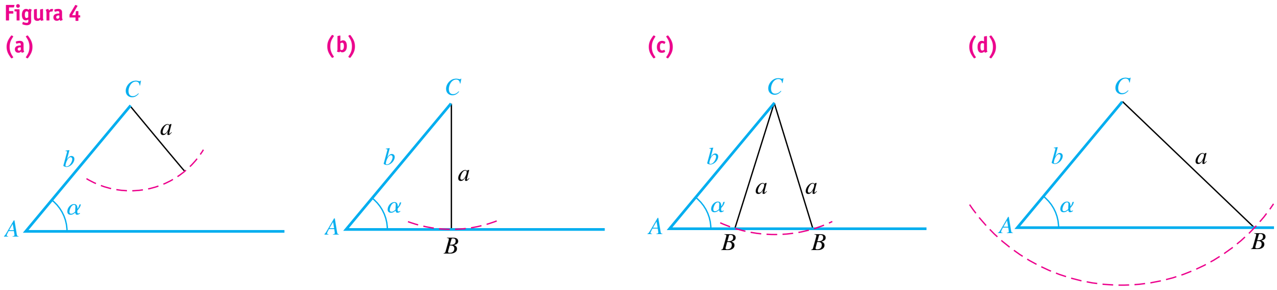
$$c = \frac{b \operatorname{sen} \gamma}{\operatorname{sen} \beta} = \frac{47 \operatorname{sen} 57^\circ}{\operatorname{sen} 75^\circ} \approx 41.$$

Figura 3



Datos como los del ejemplo 1 llevan a exactamente un triángulo ABC, pero si se dan dos lados y un ángulo *opuesto* a uno de ellos, no siempre se determina un triángulo único. Para ilustrar, suponga que a y b han de ser las longitudes de lados del triángulo ABC y que un ángulo α dado ha de ser opuesto al lado de longitud a. Examinemos el caso para α agudo. Ponga α en posición estándar y considere el segmento de recta AC de longitud b en el lado terminal de α, como se ve en la figura 3. El tercer vértice, B, debe estar en algún punto en el eje x. Como nos dan la longitud a del lado opuesto a α, podemos hallar B al trazar un arco circular de longitud a con centro en C. Los cuatro posibles resultados se ilustran en la figura 4 (sin los ejes de coordenadas).

Figura 4



Las cuatro posibilidades en la figura se pueden describir como sigue:

(a) El arco no interseca al eje x y no se forma triángulo.

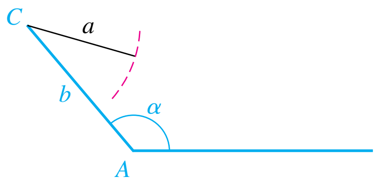
(b) El arco es tangente al eje x, y se forma un triángulo rectángulo.

(c) El arco interseca el eje x positivo en dos puntos distintos, y se forman dos triángulos.

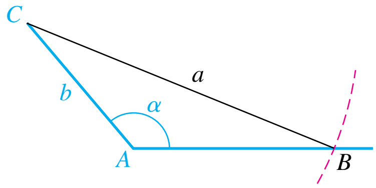
(d) El arco interseca las partes positivas y no positivas del eje x, y se forma un triángulo.

Figura 5

(a) $a < b$



(b) $a > b$



El caso particular que ocurre en un problema dado se hará evidente cuando tratemos de hallar la solución. Por ejemplo, si resolvemos la ecuación

$$\frac{\text{sen }\alpha}{a} = \frac{\text{sen }\beta}{b}$$

y obtenemos sen $\beta > 1$, entonces no existe triángulo y tenemos el caso (a). Si obtenemos sen $\beta = 1$, entonces $\beta = 90°$ y por tanto ocurrirá (b). Si sen $\beta < 1$, entonces hay dos posibles opciones para el ángulo β. Al comprobar ambas posibilidades, podemos determinar si ocurre (c) o (d).

Si la medida de α es mayor a 90°, entonces existe un triángulo si y sólo si $a > b$ (vea figura 5). Como podemos tener más de una posibilidad cuando se dan dos lados y un ángulo opuesto a uno de ellos, esta situación en ocasiones recibe el nombre de **caso ambiguo.**

EJEMPLO 2 Usar la ley de los senos (LLA)

Resuelva $\triangle ABC$, dados $\alpha = 67°$, $a = 100$ y $c = 125$.

SOLUCIÓN En vista que conocemos α, a y c, podemos hallar γ al emplear una forma de la ley de senos que contenga a, α, c y γ.

$$\begin{aligned} \frac{\text{sen }\gamma}{c} &= \frac{\text{sen }\alpha}{a} && \text{ley de senos} \\ \text{sen }\gamma &= \frac{c \text{ sen }\alpha}{a} && \text{despeje sen } \gamma \\ &= \frac{125 \text{ sen } 67°}{100} && \text{sustituya por } c,\ \alpha\text{ , y } a \\ &\approx 1.1506 && \text{calcule} \end{aligned}$$

Como sen γ *no puede* ser mayor a 1, no se puede construir un triángulo con las partes dadas.

EJEMPLO 3 Usar la ley de los senos (LLA)

Resuelva $\triangle ABC$, dadas $a = 12.4$, $b = 8.7$ y $\beta = 36.7°$.

SOLUCIÓN Para hallar α, procedemos como sigue:

$$\begin{aligned} \frac{\text{sen }\alpha}{a} &= \frac{\text{sen }\beta}{b} && \text{ley de los senos} \\ \text{sen }\alpha &= \frac{a \text{ sen }\beta}{b} && \text{despeje sen } \alpha \\ &= \frac{12.4 \text{ sen } 36.7°}{8.7} && \text{sustituya por } a,\ \beta\text{ , y } b \\ &\approx 0.8518 && \text{calcule} \end{aligned}$$

(continúa)

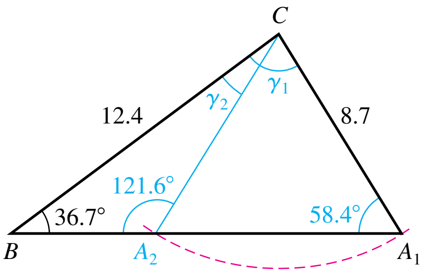
Hay dos posibles ángulos α entre 0° y 180° tales que sen α es aproximadamente 0.8518. El ángulo de referencia α_R es

$$\alpha_R \approx \operatorname{sen}^{-1}(0.8518) \approx 58.4°.$$

En consecuencia, las dos posibilidades para α son

$$\alpha_1 \approx 58.4° \qquad \text{y} \qquad \alpha_2 = 180° - \alpha_1 \approx 121.6°.$$

Figura 6



El ángulo $\alpha_1 \approx 58.4°$ nos da un triángulo A_1BC en la figura 6 y $\alpha_2 \approx 121.6°$ nos da el triángulo A_2BC.

Si con γ_1 y γ_2 denotamos los terceros ángulos de los triángulos A_1BC y A_2BC correspondientes a los ángulos α_1 y α_2, respectivamente, entonces

$$\gamma_1 = 180° - \alpha_1 - \beta \approx 180° - 58.4° - 36.7° \approx 84.9°$$
$$\gamma_2 = 180° - \alpha_2 - \beta \approx 180° - 121.6° - 36.7° \approx 21.7°.$$

Si $c_1 = \overline{BA_1}$ es el lado opuesto a γ_1 en el triángulo A_1BC, entonces

$$\frac{c_1}{\operatorname{sen}\gamma_1} = \frac{a}{\operatorname{sen}\alpha_1} \qquad \text{ley de los senos}$$

$$c_1 = \frac{a \operatorname{sen}\gamma_1}{\operatorname{sen}\alpha_1} \qquad \text{despeje } c_1$$

$$\approx \frac{12.4 \operatorname{sen} 84.9°}{\operatorname{sen} 58.4°} \approx 14.5. \qquad \text{sustituya y calcule}$$

Entonces, las partes restantes del triángulo A_1BC son

$$\alpha_1 \approx 58.4°, \quad \gamma_1 \approx 84.9°, \quad \text{y} \quad c_1 \approx 14.5.$$

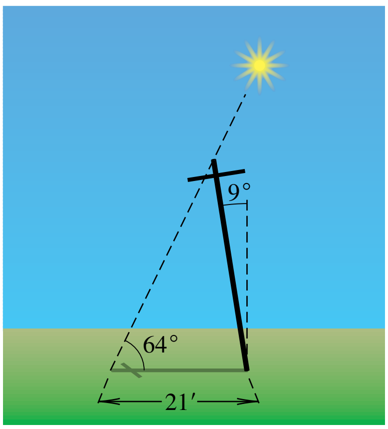
Del mismo modo, si $c_2 = \overline{BA_2}$ es el lado opuesto a γ_2 en $\triangle A_2BC$, entonces

$$c_2 = \frac{a \operatorname{sen}\gamma_2}{\operatorname{sen}\alpha_2} \approx \frac{12.4 \operatorname{sen} 21.7°}{\operatorname{sen} 121.6°} \approx 5.4,$$

y las partes restantes del triángulo A_2BC son

$$\alpha_2 \approx 121.6°, \quad \gamma_2 \approx 21.7°, \quad \text{y} \quad c_2 \approx 5.4.$$

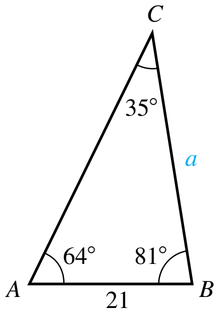
Figura 7



EJEMPLO 4 Usar un ángulo de elevación

Cuando el ángulo de elevación del Sol es 64°, un poste de teléfono que está inclinado a un ángulo de 9° directamente alejándose del Sol proyecta una sombra de 21 pies de largo en un terreno nivelado. Calcule la longitud del poste.

Figura 8



SOLUCIÓN El problema está ilustrado en la figura 7. El triángulo ABC de la figura 8 también muestra los datos dados. Nótese que en la figura 8 hemos calculado los ángulos siguientes:

$$\beta = 90° - 9° = 81°$$
$$\gamma = 180° - 64° - 81° = 35°$$

Para hallar la longitud del poste, es decir, el lado a del triángulo ABC, procedemos como sigue:

$$\frac{a}{\text{sen } 64°} = \frac{21}{\text{sen } 35°} \qquad \text{ley de los senos}$$

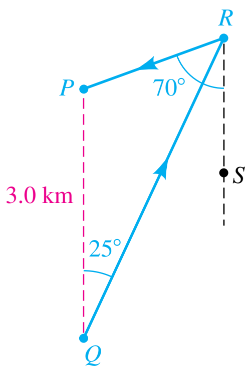
$$a = \frac{21 \text{ sen } 64°}{\text{sen } 35°} \approx 33 \qquad \text{despeje } a \text{ y calcule}$$

Así, el poste de teléfono mide aproximadamente 33 pies de largo.

EJEMPLO 5 **Usar rumbos**

Un punto P a nivel del suelo está a 3.0 kilómetros al norte de un punto Q. Un corredor avanza en la dirección N25°E de Q al punto R y luego de R a P en la dirección S70°W. Calcule la distancia recorrida.

Figura 9



SOLUCIÓN La notación empleada para especificar direcciones se presentó en la sección 6.7. Las flechas de la figura 9 muestran la trayectoria del corredor, junto con una recta de norte a sur (interrumpida) de R a otro punto S.

Como las rectas que pasan por PQ y RS son paralelas, se deduce de geometría que los ángulos alternos internos PQR y QRS tienen medida de 25° cada uno. Por lo tanto,

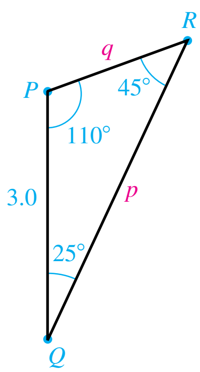
$$\angle PRQ = \angle PRS - \angle QRS = 70° - 25° = 45°.$$

Estas observaciones nos dan el triángulo PQR de la figura 10 con

$$\angle QPR = 180° - 25° - 45° = 110°.$$

Aplicamos la ley de los senos para hallar q y p:

Figura 10



$$\frac{q}{\text{sen } 25°} = \frac{3.0}{\text{sen } 45°} \quad \text{y} \quad \frac{p}{\text{sen } 110°} = \frac{3.0}{\text{sen } 45°}$$

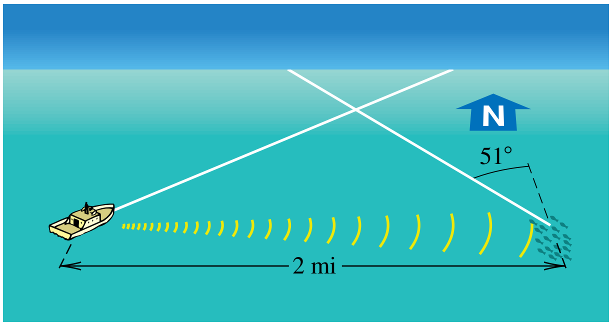
$$q = \frac{3.0 \text{ sen } 25°}{\text{sen } 45°} \approx 1.8 \quad \text{y} \quad p = \frac{3.0 \text{ sen } 110°}{\text{sen } 45°} \approx 4.0$$

La distancia recorrida, $p + q$, es aproximadamente $4.0 + 1.8 = 5.8$ km.

EJEMPLO 6 **Localizar un banco (o cardumen) de peces**

Un bote pesquero mercante utiliza un equipo de sonar para detectar un banco de peces a 2 millas al este del bote y que se desplaza en la dirección N51°W a razón de 8 mi/h (vea la figura 11 en la página siguiente).

Figura 11

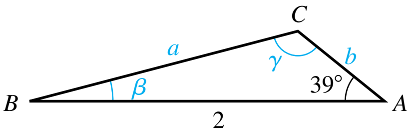


(a) Si el bote navega a 20 mi/h, calcule, al 0.1° más cercano, la dirección a la que debe dirigirse para interceptar el banco de peces.

(b) Encuentre, al minuto más cercano, el tiempo que tardará el bote en llegar a los peces.

SOLUCIÓN

Figura 12



(a) El problema está ilustrado por el triángulo de la figura 12, con el banco de peces en A, el bote en B y el punto de intercepción en C. Observe que el ángulo $\alpha = 90° - 51° = 39°$. Para obtener β, empezamos como sigue:

$$\frac{\text{sen}\ \beta}{b} = \frac{\text{sen}\ 39°}{a} \qquad \text{ley de los senos}$$

$$\text{sen}\ \beta = \frac{b}{a}\ \text{sen}\ 39° \qquad \text{despeje sen}\ \beta \qquad (*)$$

A continuación hallamos b/a, con t denotando el tiempo necesario para que el bote y los peces se encuentren en C:

$$a = 20t, \qquad b = 8t \qquad \text{(distancia) = (velocidad)(tiempo)}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{8t}{20t} = \frac{2}{5} \qquad \text{divida } b \text{ entre } a$$

$$\text{sen}\ \beta = \tfrac{2}{5}\ \text{sen}\ 39° \qquad \text{sustituya por } b/a \text{ en } (*)$$

$$\beta = \text{sen}^{-1}\left(\tfrac{2}{5}\ \text{sen}\ 39°\right) \approx 14.6° \qquad \text{aproximar}$$

Como $90° - 14.6° = 75.4°$, el bote debe avanzar en la dirección (aproximada) de N75.4°E.

(b) Podemos hallar t usando la relación $a = 20t$. Encontraremos primero la distancia a de B a C. Como el único lado conocido es 2, necesitamos hallar el ángulo γ opuesto al lado de longitud 2 para usar la ley de los senos. Empezamos por observar que

$$\gamma \approx 180° - 39° - 14.6° = 126.4°.$$

Para hallar el lado a, tenemos

$$\frac{a}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{c}{\operatorname{sen}\gamma} \qquad \text{ley de los senos}$$

$$a = \frac{c \operatorname{sen}\alpha}{\operatorname{sen}\gamma} \qquad \text{despeje } a$$

$$\approx \frac{2 \operatorname{sen} 39^\circ}{\operatorname{sen} 126.4^\circ} \approx 1.56 \text{ mi.} \qquad \text{sustituya y calcule}$$

Usando $a = 20t$, encontramos el tiempo t para que el bote llegue a C:

$$t = \frac{a}{20} \approx \frac{1.56}{20} \approx 0.08 \text{ h} \approx 5 \text{ min}$$

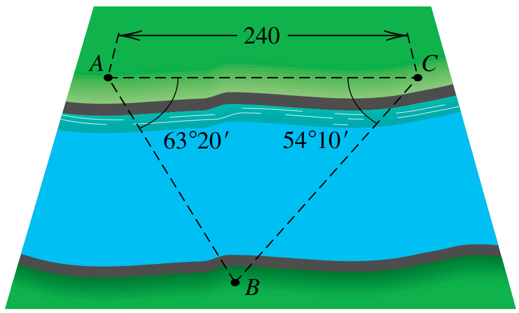
8.1 *Ejercicios*

Ejer. 1-16: Resuelva el $\triangle ABC$.

1	$\alpha = 41^\circ$,	$\gamma = 77^\circ$,	$a = 10.5$
2	$\beta = 20^\circ$,	$\gamma = 31^\circ$,	$b = 210$
3	$\alpha = 27^\circ 40'$,	$\beta = 52^\circ 10'$,	$a = 32.4$
4	$\beta = 50^\circ 50'$,	$\gamma = 70^\circ 30'$,	$c = 537$
5	$\alpha = 42^\circ 10'$,	$\gamma = 61^\circ 20'$,	$b = 19.7$
6	$\alpha = 103.45^\circ$,	$\gamma = 27.19^\circ$,	$b = 38.84$
7	$\gamma = 81^\circ$,	$c = 11$,	$b = 12$
8	$\alpha = 32.32^\circ$,	$c = 574.3$,	$a = 263.6$
9	$\gamma = 53^\circ 20'$,	$a = 140$,	$c = 115$
10	$\alpha = 27^\circ 30'$,	$c = 52.8$,	$a = 28.1$
11	$\gamma = 47.74^\circ$,	$a = 131.08$,	$c = 97.84$
12	$\alpha = 42.17^\circ$,	$a = 5.01$,	$b = 6.12$
13	$\alpha = 65^\circ 10'$,	$a = 21.3$,	$b = 18.9$
14	$\beta = 113^\circ 10'$,	$b = 248$,	$c = 195$
15	$\beta = 121.624^\circ$,	$b = 0.283$,	$c = 0.178$
16	$\gamma = 73.01^\circ$,	$a = 17.31$,	$c = 20.24$

17 Topografía Para hallar la distancia entre dos puntos A y B que se encuentran en márgenes opuestas de un río, un topógrafo traza un segmento de recta AC de 240 yardas de longitud a lo largo de una de las márgenes y determina que las medidas del $\angle BAC$ y $\angle ACB$ son $63^\circ 20'$ y $54^\circ 10'$, respectivamente (vea la figura). Calcule la distancia entre A y B.

Ejercicio 17



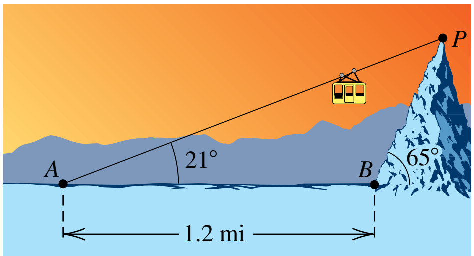
18 Topografía Para determinar la distancia entre dos puntos A y B, un topógrafo selecciona un punto C que está a 375 yardas de A y 530 yardas de B. Si $\angle BAC$ tiene medida de $49^\circ 30'$, calcule la distancia entre A y B.

19 Ruta de un funicular Como se ilustra en la figura de la página siguiente, un funicular lleva pasajeros de un punto A, que está a 1.2 millas de un punto B en la base de una montaña, a un punto P en la cima de la montaña. Los ángulos de elevación de P de A y B son 21° y 65°, respectivamente.

(a) Calcule la distancia entre A y P.

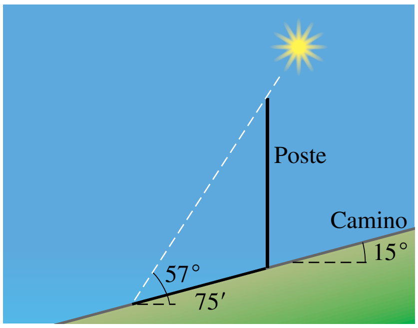
(b) Calcule la altura de la montaña.

Ejercicio 19



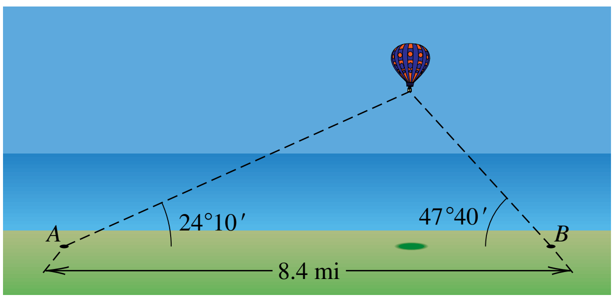
20 Longitud de una sombra Un camino recto forma un ángulo de 15° con la horizontal. Cuando el ángulo de elevación del Sol es 57°, un poste vertical al lado del camino proyecta una sombra de 75 pies de largo directamente en el camino, como se muestra en la figura. Calcule la longitud del poste.

Ejercicio 20



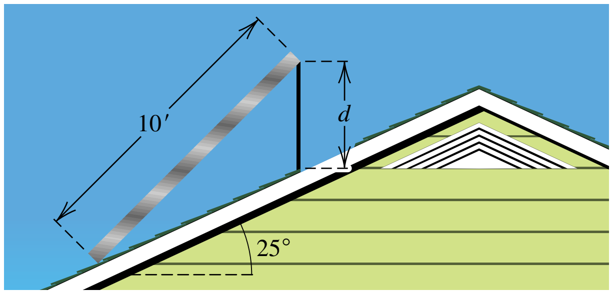
21 Altura de un globo de aire caliente Los ángulos de elevación de un globo desde dos puntos A y B al nivel del suelo son 24°10′ y 47°40′, respectivamente. Como se muestra en la figura, los puntos A y B están a 8.4 millas entre sí, y el globo está entre los puntos, en el mismo plano vertical. Calcule la altura del globo sobre el suelo.

Ejercicio 21



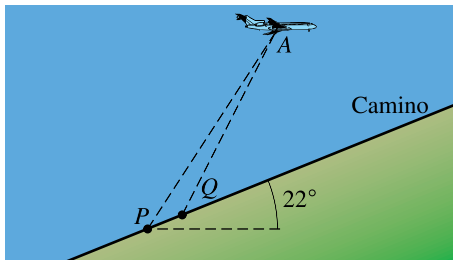
22 Instalación de un panel solar En la figura se muestra un panel solar de 10 pies de ancho, que se va a unir a un techo que forma un ángulo de 25° con la horizontal. Calcule la longitud d del puntal que es necesario para que el panel forme un ángulo de 45° con la horizontal.

Ejercicio 22



23 Distancia a un avión Un camino recto forma un ángulo de 22° con la horizontal. De un cierto punto P en el camino, el ángulo de elevación de un avión en el punto A es 57°. En el mismo instante, desde otro punto Q, a 100 metros más arriba en el camino, el ángulo de elevación es 63°. Como se indica en la figura, los puntos P, Q y A se encuentran en el mismo plano vertical. Calcule la distancia de P al avión.

Ejercicio 23



24 Topografía Un topógrafo observa que la dirección del punto A al B es S63°W y la dirección de A a C es S38°W. La distancia de A a B es 239 yardas y la distancia de B a C es 374 yardas. Calcule la distancia de A a C.

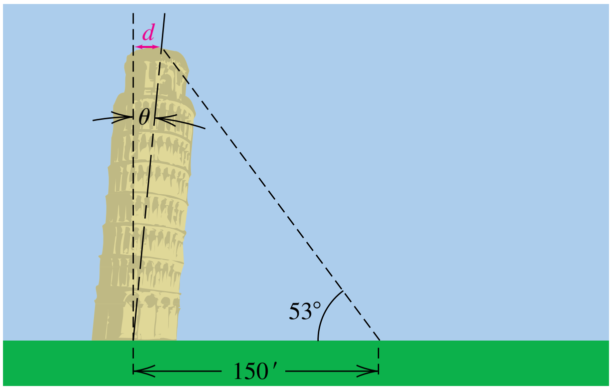
25 Avistar un incendio forestal Un guardabosque que se encuentra en un punto de observación A avista un incendio en la dirección N27°10′E. Otro guardabosque que está en un punto de observación B, a 6.0 millas al este de A avista el mismo incendio en N52°40′W. Calcule la distancia de cada uno de los puntos de observación al incendio.

26 La torre inclinada de Pisa La torre inclinada de Pisa originalmente estaba perpendicular al suelo y tenía 179 pies de altura. Debido al hundimiento de la tierra, ahora está inclinada a un cierto ángulo θ con respecto a la perpendicular, como se ve en la figura. Cuando la cima de la torre se ve desde un punto a 150 pies del centro de su base, el ángulo de elevación es 53°.

(a) Calcule el ángulo θ.

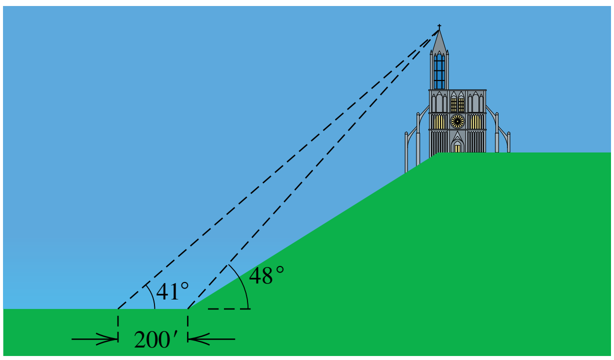
(b) Calcule la distancia d que el centro de la cima de la torre se ha movido de la perpendicular.

Ejercicio 26



27 **Altura de una catedral** Una catedral está situada en una colina, como se ve en la figura. Cuando la cima de la torre se ve desde la base de la colina, el ángulo de elevación es 48°; cuando se ve a una distancia de 200 pies de la base de la colina, el ángulo de elevación es 41°. La colina sube a un ángulo de 32°. Calcule la altura de la catedral.

Ejercicio 27

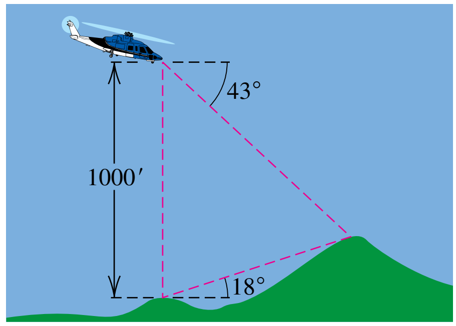


28 **Avistamiento desde un helicóptero** Un helicóptero permanece en posición fija a una altitud que es de 1000 pies sobre el pico de una montaña de 5210 pies, como se ve en la figura; un segundo pico más alto se ve desde la cima de la montaña y el helicóptero. De este último, el ángulo de depresión es 43° y desde la cima de la montaña el ángulo de elevación es 18°.

(a) Calcule la distancia de pico a pico.

(b) Calcule la altitud del pico más alto.

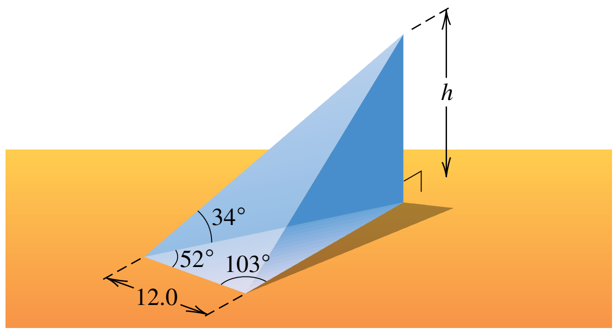
Ejercicio 28



29 El volumen V del prisma triangular recto que se muestra en la figura es $\frac{1}{3}Bh$, donde B es el área de la base y h es la altura del prisma.

(a) Calcule h. (b) Calcule V.

Ejercicio 29



30 **Diseño de un avión caza a reacción** En la figura se muestra, en la página siguiente, un plano para la parte superior del ala de un avión caza a reacción.

(a) Calcule el ángulo ϕ.

(b) Si el fuselaje es de 4.80 pies de ancho, calcule la envergadura del ala CC'.

(c) Calcule el área del triángulo ABC.