Tabla 2-3

Fuerza	θ_x	Componente x	componente y
A = 20 lb	0°	A_x = 20 lb	A_y = 0
B = 15 lb	60	B_x = (15 lb)(cos 60) = 7.5 lb	B_y = (15 lb)(sen 60) = 13.0 lb
C = 16 lb	45	C_x = (−16 lb)(cos 45) = 11.3 lb	C_y = (16 lb)(sen 45) = 11.3 lb
D = 10 lb	30	D_x = (−10 lb)(cos 30) = −8.66 lb	D_y = (−10 lb)(sen 30) = −5 lb
E = 14 lb	90	E_x = 0	E_y = −14 lb
		$R_x = \sum F_x$ = 7.54 lb	$R_y = \sum F_y$ = 5.3 lb

A = (20 lb, 0°), **B** = (15 lb, 60°), **C** = (16 lb, 135°), **D** = (10 lb, 210°), y **E** = (14 lb, 270°). ¿En qué dirección y con qué fuerza deberá tirar un solo caballo para poder tener el mismo efecto sobre el entrenador?

Solución Síganse los pasos descritos anteriormente.

1. Dibújese un diagrama que represente todas las fuerzas (Fig. 2-9).
   Dos cosas deben notarse de la figura: (1) todos los ángulos se miden a partir del eje x, y (2) las componentes de cada vector se marcan y se colocan adyacentes u opuestas a los ángulos conocidos.
2. Resuélvase cada fuerza en sus componentes x y y y tabúlense como se muestra en la tabla 2-3. (Nótese que la fuerza **A** no tiene componente y y la fuerza **E** no tiene componente x.) Obténgase con mucho cuidado los signos de cada componente a partir de la figura. Por ejemplo, C_x, D_x, D_y y E_y son todos negativos y sus valores deben ser precedidos de un signo negativo.
3. Súmense las componentes x y y separadamente para obtener R_x y R_y.
   Dado que R_x y R_y ya se conocen, de la figura 2-10 obtenemos

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{5.3\ \text{lb}}{7.54\ \text{lb}} = 0.703$$

o sea

$$\theta = 35.1$$

Usando este valor de θ, obtenemos

$$R = \frac{R_y}{\text{sen}\ \theta} = \frac{5.3\ \text{lb}}{\text{sen}\ 35.1}$$

o sea

$$R = \frac{5.3\ \text{lb}}{0.575} = 9.22\ \text{lb}$$

Por lo tanto, un solo caballo debe ejercer una fuerza de 9.22 lb a un ángulo de 35.1°. La magnitud de **R** también puede obtenerse por el teorema de Pitágoras.

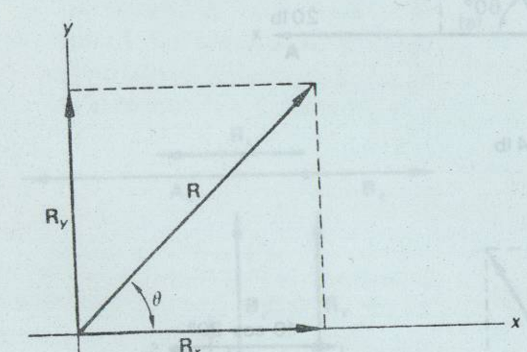


Fig. 2-10 Encontrando la resultante **R** a partir de sus componentes.

Fuerza Equilibrante. Fuerza que posee la misma magnitud y dirección que la fuerza resultante pero sentido opuesto.

Resuelve los siguientes problemas:

1. Encuentre los componentes horizontal y vertical de las siguientes fuerzas:
   a) F_1 = (260 lb, 60°)   b) F_2 = (320 lb, 210°)

2. Encuentre las componentes x y y del vector. R = 670 m, 330°.

3. Un cable arrastra un carro de mina con una fuerza de 120 N en una dirección de 37° sobre la horizontal. Encuentre las componentes horizontal y vertical de esta fuerza.

4. Un aeroplano vuela 60 km en una dirección 40° noreste. ¿Cuál es la componente hacia el este del desplazamiento del avión? ¿Cuál es su componente hacia el norte?

5. Un automóvil viaja 16 m al este y después 24 m al norte. Encuentra la magnitud y dirección del desplazamiento resultante desde el punto de partida.

6. Una fuerza de 610 N y otra de 220 N, perpendiculares entre sí, actúa simultaneamente sobre el mismo objeto.
   a) ¿Cuál es la fuerza resultante?
   b) ¿Qué ángulo forma la fuerza resultante con la fuerza de 610 N?

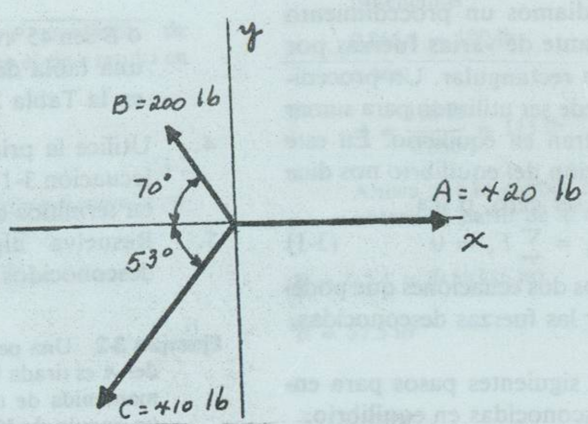
7. Un empuje de 200 lb hacia el norte y otro empuje de 500 lb hacia el oeste actúan sobre un objeto. Determine la magnitud y dirección de la fuerza resultante.

8. Las siguientes dos fuerzas actúan sobre un objeto pequeño: 100 N horizontalmente hacia la izquierda y 200 N hacia la derecha a un ángulo de 37° sobre la horizontal. Encuentre la magnitud y dirección de la fuerza resultante por resolución rectangular.

9. Las siguientes tres fuerzas actúan sobre un objeto: 2,000 lb horizontalmente a la derecha, 1,500 lb hacia abajo y a la izquierda a un ángulo de 30° bajo la horizontal, y 500 lb hacia arriba y a la derecha a un ángulo de 53° sobre la horizontal. Encuentre la fuerza resultante.

10. Una lancha viaja primero 26 km al noreste, luego 22 km al sur y finalmente 18 km en una dirección 30° noroeste.

11. Determine la fuerza resultante por la información dada en la figura



12. Una mesa de fuerzas es un dispositivo de laboratorio que consiste en una carátula circular graduada en grados del cero al 360. Los pesos A, B y C se suspenden de poleas que forman diferentes ángulos sobre el borde de la mesa Calcule la ΣF_x, ΣF_y, R, y θ para cada uno de los siguientes pasos.

a)	A = 10N a 0°	B = 30N a 120°	C = 20N a 323°
b)	A = 20N a 0°	B = 30N a 225°	C = 10N a 300°
c)	A = 20N a 0°	B = 10N a 127°	C = 30N a 225°
d)	A = 20N a 0°	B = 30N a 150°	C = 15N a 233°

Objetivo 3.3 Estático. Parte de la Dinámica que estudia los cuerpos en equilibrio.

Objetivo 3.4 Equilibrio Estático. Lo posee un cuerpo cuando permanece en reposo y no muestra la tendencia a moverse (F = 0).

Equilibrio Dinámico. Lo posee un cuerpo cuando se mueve a velocidad constante (F = 0).

Equilibrio Estable. Un sistema estará en equilibrio estable si, al ser perturbado, las fuerzas o momentos de torsión hacen que regrese al estado original.

Equilibrio Inestable. Un sistema estara en equilibrio inestable si, al ser perturbado, las fuerzas o momentos de torción hacen que se apor te de su estado original.

Equilibrio Indiferente. Un sistema se encontrará en equilibrio indiferente si, al ser perturbado, no se generan fuerzas ni momentos de torsión adicionales.

Objetivo 3.8 Fuerzas Concurrentes. Fuerzas que intersectan en un punto común o tienen el mismo punto de aplicación.

Objetivo 3.9 Primera Condición de Equilibrio. Un cuerpo se encuentra en estado de equilibrio traslacional si y solo si la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre él es igual a cero.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE EQUILIBRIO

En el capítulo 2 estudiamos un procedimiento para calcular la resultante de varias fuerzas por medio de la resolución rectangular. Un procedimiento muy similar puede ser utilizado para sumar fuerzas que se encuentran en equilibrio. En este caso la primera condición del equilibrio nos dice que la resultante debe ser cero, o sea

$$R_x = \sum F_x = 0 \qquad R_y = \sum F_y = 0 \qquad (3\text{-}1)$$

De esta manera tenemos dos ecuaciones que podemos usar para calcular las fuerzas desconocidas.

Se deben seguir los siguientes pasos para encontrar las fuerzas desconocidas en equilibrio:

1. Dibújense y márquense las condiciones del problema.
2. Trácese un diagrama de cuerpo libre
3. Resuélvanse todas las fuerzas en sus componentes x y y aun cuando puedan contener factores desconocidos, tal como A cos 30° o B sen 45°. (Quizá usted prefiera construir una tabla de fuerzas como la que aparece en la Tabla 2-3).
4. Utilice la primera condición del equilibrio [ecuación 3-1] para plantear dos ecuaciones en términos de las fuerzas desconocidas.
5. Resuelva algebraicamente los factores desconocidos.

Ejemplo 3-2 Una pelota de 100 lb suspendida del cordel A es tirada hacia un lado por otro cordel B y mantenida de tal forma que el cordel A forme un ángulo de 30° con la pared vertical. (véase la figura 3-7). Encuentre las tensiones de los cordeles A y B.

Solución Resolvemos siguiendo los pasos anteriormente descritos y que se ilustran en la figura 3-7.

1. Dibújese un bosquejo. (Figura 3-7*a*.)
2. Dibújese un diagrama de cuerpo libre. (Figura 3-7b.)

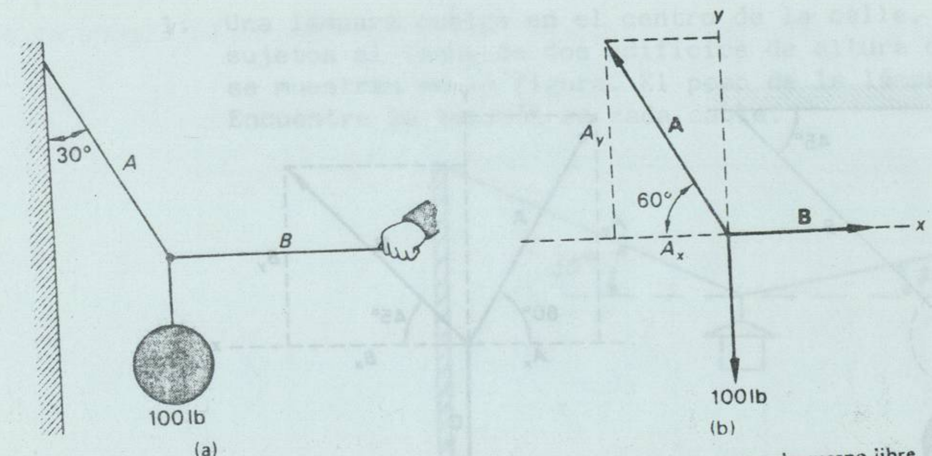


Fig. 3-7 Las fuerzas que actúan sobre el nudo se representan en el diagrama de cuerpo libre.

Tabla 3-1

Fuerza	θ_x	componente en x	componente en y
A	60°	$A_x = -A\cos 60$	$A_y = A\,\text{sen}\,60°$
B	0°	$B_x = B$	$B_y = 0$
W	−90°	$W_x = 0$	$W_y = -100$ lb
		$\sum F_x = B - A\cos 60$	$\sum F_y = A\,\text{sen}\,60 - 100$ lb

3. Resuélvanse todas las fuerzas en sus componentes (tabla 3-1). Nótese en la figura que A_x y W_y son negativos.
4. Aplíquese ahora la primera condición de equilibrio. La suma de fuerzas en el eje x resulta en

$$\sum F_x = B - A\cos 60° = 0$$

de lo que obtenemos

$$B = A\cos 60° = 0.5A \qquad (3\text{-}2)$$

y que cos 60° = 0.5. La segunda ecuación resulta de sumar las componentes en y.

$$\sum F_y = A\,\text{sen}\,60° - 100\text{ lb} = 0$$

de lo cual

$$A\,\text{sen}\,60° = 100\text{ lb} \qquad (3\text{-}3)$$

5. Finalmente, resuélvanse las fuerzas desconocidas. Dado que sen 60° = 0.866, de la ecuación 3-3 obtenemos

$$0.866A = 100\text{ lb}$$

o sea

$$A = \frac{100\text{ lb}}{0.866} = 115\text{ lb}$$

Ahora que se conoce el valor de A, B se puede obtener a partir de la ecuación 3-2 como sigue:

$$B = 0.5A = (0.5)(115\text{ lb})$$

$$B = 57.5\text{ lb}$$

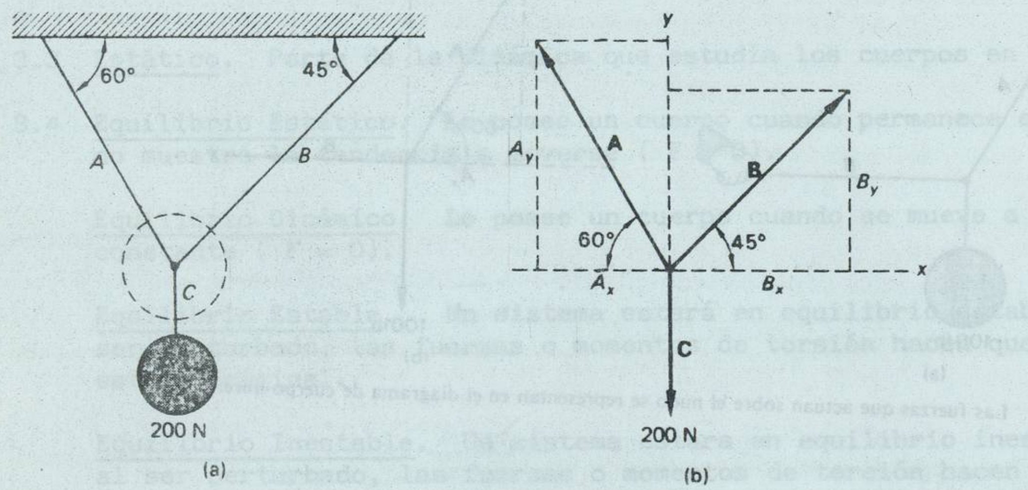


Fig. 3-8

Ejemplo 3-3 Una pelota de 200 N cuelga de un cordel anudado a otros dos cordeles, como se muestra en la figura 3-8. Encuentre las tensiones en los cordeles *A, B y C.*

Solución Dado que ya se nos proporciona el bosquejo, el primer paso es trazar el diagrama de cuerpo libre, como se hizo en la figura 3-8b. Las componentes x y y de cada vector calculadas a partir de la figura son las siguientes:

componente en x	componente en y
$A_x = -A\cos 60°$	$A_y = A \operatorname{sen} 60$
$B_x = B\cos 45°$	$B_y = B \operatorname{sen} 45°$
$C_x = 0$	$C_y = -200$ N

Sumando todas las fuerzas a lo largo del eje x, obtenemos

$$\sum F_x = -A\cos 60° + B\cos 45° = 0$$

que puede ser simplificada por sustitución de funciones trigonométricas conocidas. Así,

$$-0.5A + 0.707B = 0 \qquad (3\text{-}4)$$

Se requiere más información para resolver esta ecuación. Obtenemos una segunda ecuación al sumar las fuerzas a lo largo del eje y, resultando

$$\sum F_y = A \operatorname{sen} 60° + B \operatorname{sen} 45° - 200 \text{ N} = 0$$

la cual se simplifica para tener

$$0.866A + 0.707B = 200 \text{ N} \qquad (3\text{-}5)$$

Resolvemos ahora el sistema de ecuaciones 3-4 y 3-5 para obtener A y B. Al multiplicar la primera por -1, podemos usar el método de suma y resta para

$$\begin{array}{rr} -1 \times \text{Ec. (3-4)} & 0.5A - 0.707B = 0 \\ \text{Ec. (3-5)} & 0.866A + 0.707B = 200 \text{ N} \\ \hline \text{Addition:} & (0.5 + 0.866)A = 200 \text{ N} \end{array}$$

de lo cual

$$1.37A = 200 \text{ N}$$

o sea

$$A = \frac{200 \text{ N}}{1.37} = 146 \text{ N}$$

Sustituyendo $A = 146$ N en la ecuación 3-4, obtenemos

$$(-0.5)(146 \text{ N}) + 0.707B = 0$$

al trasponer tenemos

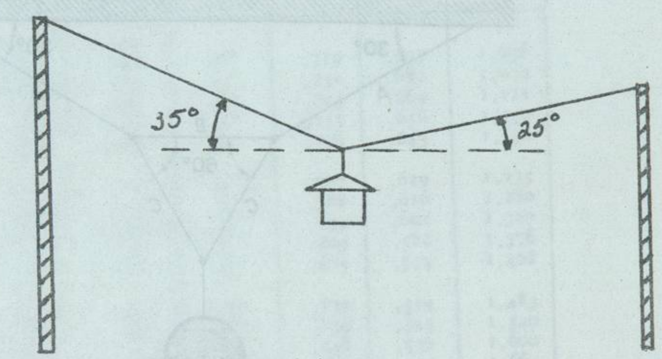
$$0.707B = (0.5)(146 \text{ N})$$

Y dividiendo entre 0.707 resulta

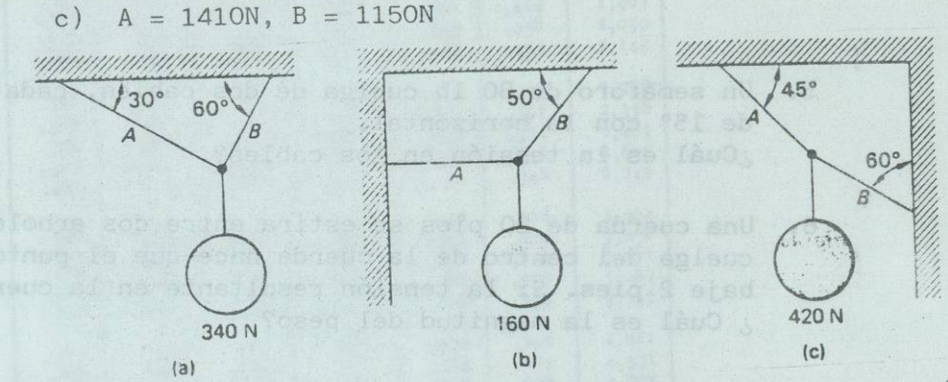
$$B = \frac{(0.5)(146 \text{ N})}{0.707} = 103 \text{ N}$$

Objetivo 3.9

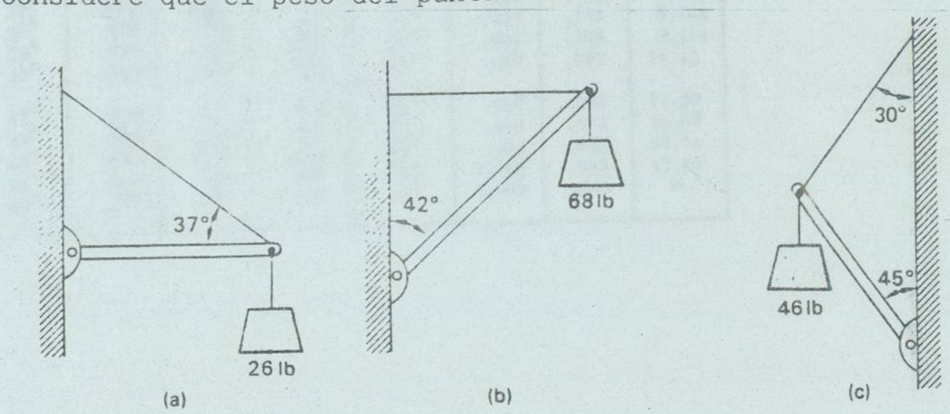
1. Una lámpara cuelga en el centro de la calle, sostenida por cables sujetos al techo de dos edificios de altura diferente; los ángulos se muestran en la figura. El peso de la lámpara es de 500N. Encuentre la tensión en cada cable.



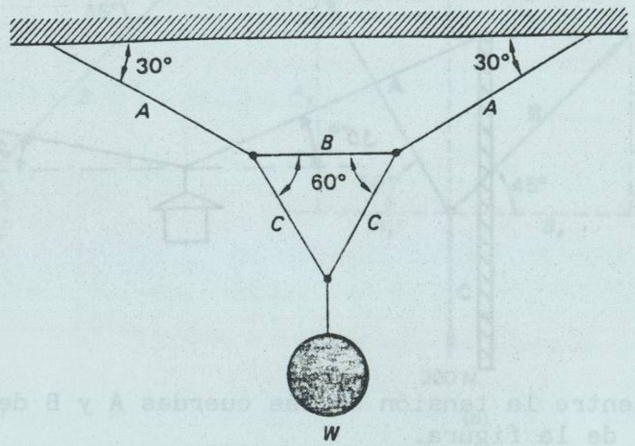
2. Encuentre la tensión en las cuerdas A y B de cada uno de los ejemplos de la figura.
Resp. a) A = 170N, B = 294; b) A = 134N, B = 209N;
c) A = 1410N, B = 1150N



3. Encuentre la tensión T del cable y la fuerza F que ejerce el pivote sobre el puntal en cada uno de losarreglos de la figura. Considere que el peso del puntal es despreciable.



4. Encuentre la tensión en cada uno de las cuerdas de la figura si el peso del cuerpo que cuelga es de 476 N.
Resp. A = 476N, B= c = 275N.



5. Un semáforo de 80 lb cuelga de dos cables, cada uno con un ángulo de 15° con la horizontal.
¿Cuál es la tensión en los cables?.

6. Una cuerda de 20 pies se estira entre dos arboles. Un peso W que - cuelga del centro de la cuerda hace que el punto medio de la misma baje 2 pies. Si la tensión resultante en la cuerda es de 200 lb, ¿ Cuál es la magnitud del peso?

FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS *(Naturales)*

Angulo	Seno	Coseno	Tangente	Angulo	Seno	Coseno	Tangente
0°	0,000	1,000	0,000				
1°	,018	1,000	,018	46°	,719	,695	1,036
2°	,035	0,999	,035	47°	,731	,682	1,072
3°	,052	,999	,052	48°	,743	,669	1,111
4°	,070	,998	,070	49°	,755	,656	1,150
5°	,087	,996	,088	50°	,766	,643	1,192
6°	,105	,995	,105	51°	,777	,629	1,235
7°	,122	,993	,123	52°	,788	,616	1,280
8°	,139	,990	,141	53°	,799	,602	1,327
9°	,156	,988	,158	54°	,809	,588	1,376
10°	,174	,985	,176	55°	,819	,574	1,428
11°	,191	,982	,194	56°	,829	,559	1,483
12°	,208	,978	,213	57°	,839	,545	1,540
13°	,225	,974	,231	58°	,848	,530	1,600
14°	,242	,970	,249	59°	,857	,515	1,664
15°	,259	,966	,268	60°	,866	,500	1,732
16°	,276	,961	,287	61°	,875	,485	1,804
17°	,292	,956	,306	62°	,883	,470	1,881
18°	,309	,951	,325	63°	,891	,454	1,963
19°	,326	,946	,344	64°	,899	,438	2,050
20°	,342	,940	,364	65°	,906	,423	2,145
21°	,358	,934	,384	66°	,914	,407	2,246
22°	,375	,927	,404	67°	,921	,391	2,356
23°	,391	,921	.425	68°	,927	,375	2,475
24°	,407	,914	,445	69°	,934	,358	2,605
25°	,423	,906	,466	70°	,940	,342	2,747
26°	,438	,899	,488	71°	,946	,326	2,904
27°	,454	,891	,510	72°	,951	,309	3,078
28°	,470	,883	,532	73°	,956	,292	3,271
29°	,485	,875	,554	74°	,961	,276	3,487
30°	,500	,866	,577	75°	,966	,259	3,732
31°	,515	,857	,601	76°	,970	,242	4,011
32°	,530	,848	,625	77°	,974	,225	4,331
33°	,545	,839	,649	78°	,978	,208	4,705
34°	,559	,829	,675	79°	,982	,191	5,145
35°	,574	,819	,700	80°	,985	,174	5,671
36°	,588	,809	,727	81°	,988	,156	6,314
37°	,602	,799	,754	82°	,990	,139	7,115
38°	,616	,788	,781	83°	,993	,122	8,144
39°	,629	,777	,810	84°	,995	,105	9,514
40°	,643	,766	,839	85°	,996	,087	11,43
41°	,656	,755	,869	86°	,998	,070	14,30
42°	,669	,743	,900	87°	,999	,052	19,08
43°	,682	,731	,933	88°	,999	,035	28,64
44°	,695	,719	,966	89°	1,000	,018	57,29
45°	,707	,707	1,000	90°	1,000	,000	∞

Velloc no editor