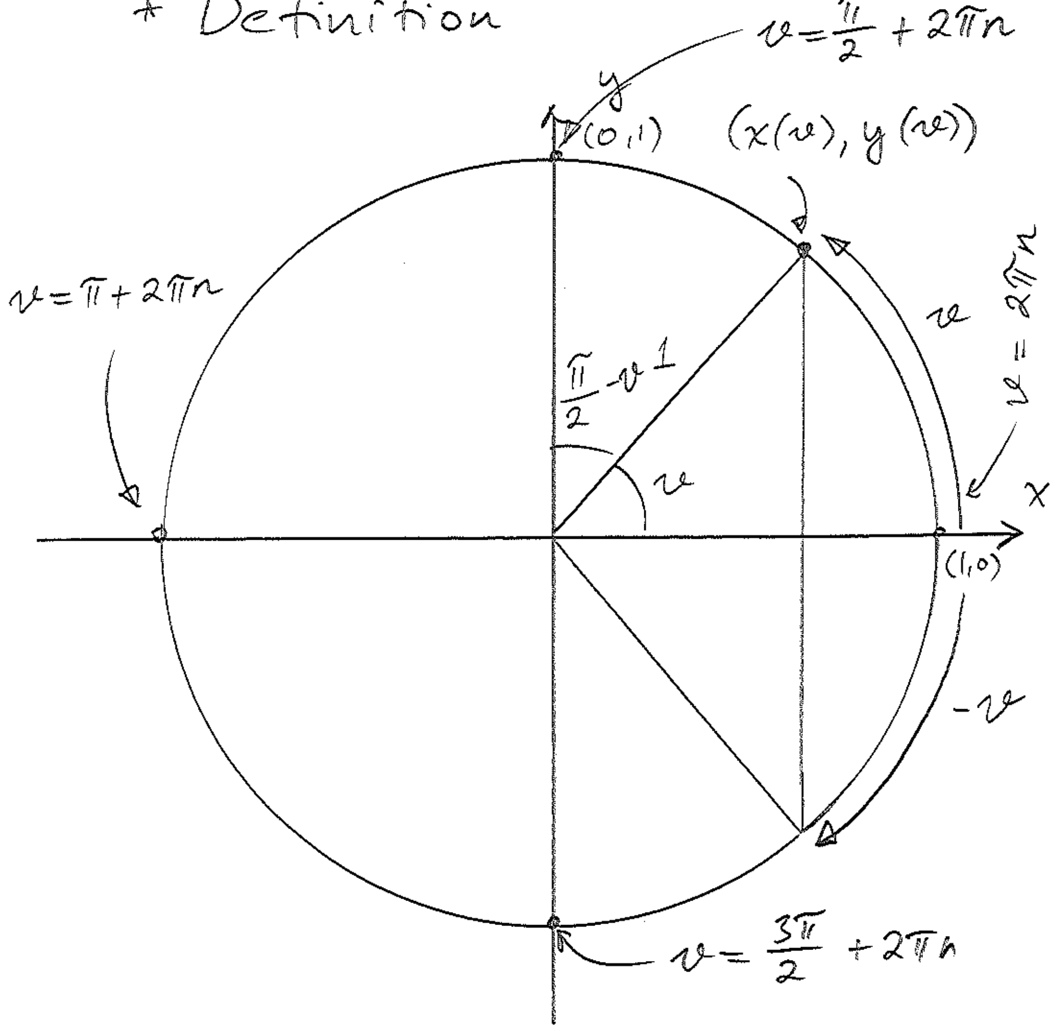
* <u>Idag</u>: Trigonometri

$\boxed{F2}$ (RP kap 2)

* Definition




$v$ = vinkel = båglängd

Vi definierar:

$$\begin{cases} \cos(v) = x(v) \\ \sin(v) = y(v) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tan v = \dfrac{\sin v}{\cos v}, & \cos v \neq 0 \\ \cot v = \dfrac{\cos v}{\sin v}, & \sin v \neq 0 \\ \left(\sec v = \dfrac{1}{\cos v}, \right. & \left. \cos v \neq 0 \right) \\ \left(\csc v = \dfrac{1}{\sin v}, \right. & \left. \sin v \neq 0 \right) \end{cases}$$

<u>Notera</u>:

1/4 varv (90°) : $v = \pi/2$ ("radianer°")

1/2 varv (180°) : $v = \pi$

3/4 varv (270°) : $v = 3\pi/2$

1 varv (360°) : $v = 2\pi$

## * Grundläggande egenskaper

- cos är jämn:

$$\cos(-v) = \cos(v)$$

- sin är udda:

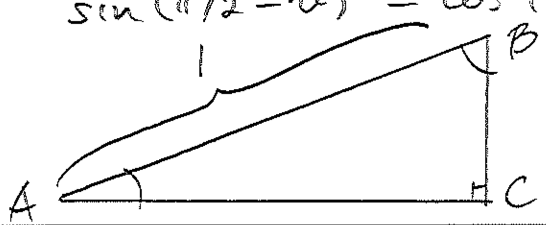
$$\sin(-v) = -\sin(v)$$

- sin, cos är $2\pi$-periodiska:

$$\begin{cases} \sin(v + 2\pi n) = \sin(v) & \forall n \in \mathbb{Z} \\ \cos(v + 2\pi n) = \cos(v) & \forall n \in \mathbb{Z} \end{cases}$$

- vinkelkomplementära identiteter

$$\cos(\pi/2 - v) = \sin(v)$$
$$\sin(\pi/2 - v) = \cos(v)$$




komplement-vinklar

$$A + C = \frac{\pi}{2}$$

$$\sin A = \cos B$$
$$\cos A = \sin B$$

- vinkelsupplementära identiteter

$$\begin{cases} \sin(\pi - v) = \sin(v) \\ \cos(\pi - v) = -\cos(v) \end{cases}$$

- trigonometriska ettan
$$\sin^2 v + \cos^2 v = 1$$

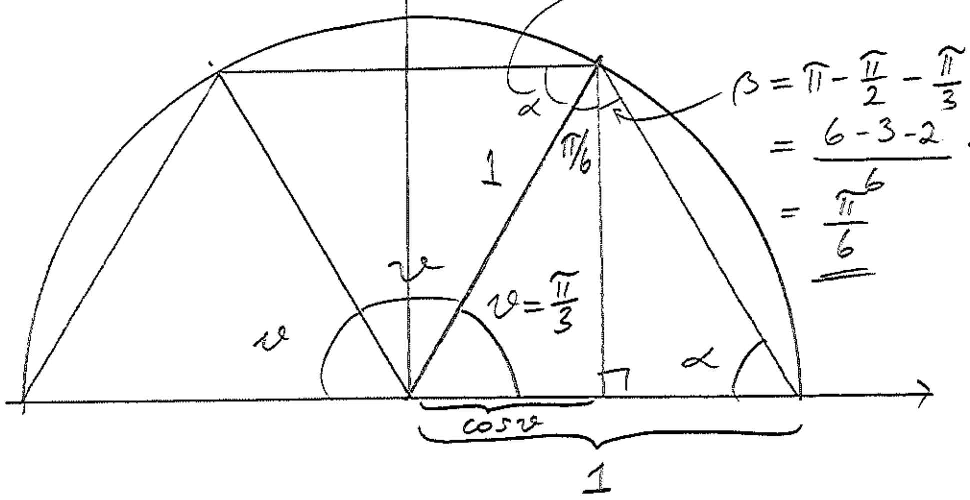
Samtliga dessa identiteter följer direkt ur figuren!

## * Några speciella vinklar

| $v$ | $\sin v$ | $\cos v$ |
|---|---|---|
| $0$ | $0$ | $1$ |
| $\pi/4$ | $1/\sqrt{2}$ | $1/\sqrt{2}$ |
| $\pi/2$ | $1$ | $0$ |
| $3\pi/4$ | $1/\sqrt{2}$ | $-1/\sqrt{2}$ |
| $\pi$ | $0$ | $-1$ |
| $\pi/6$ | $1/2$ | $\sqrt{3}/2$ |
| $\pi/3$ | $\sqrt{3}/2$ | $1/2$ |

Bör kunnas!

$$\alpha = \left(\pi - \frac{\pi}{3}\right)/2 = \frac{2\pi}{3}/2 = \pi/3$$




$$\beta = \pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{6-3-2}{6}\pi = \frac{\pi}{6}$$

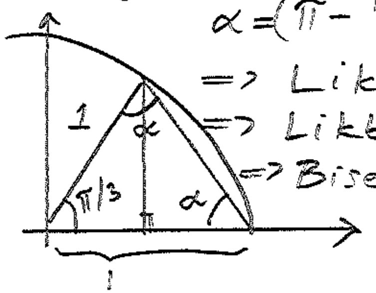
Från figuren följer att triangeln är likbent.

$$\Rightarrow \quad \cos v = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \sin v = \sqrt{1 - \left(\tfrac{1}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Enklare argument:

$$\alpha = (\pi - \pi/3)/2 = \pi/3$$

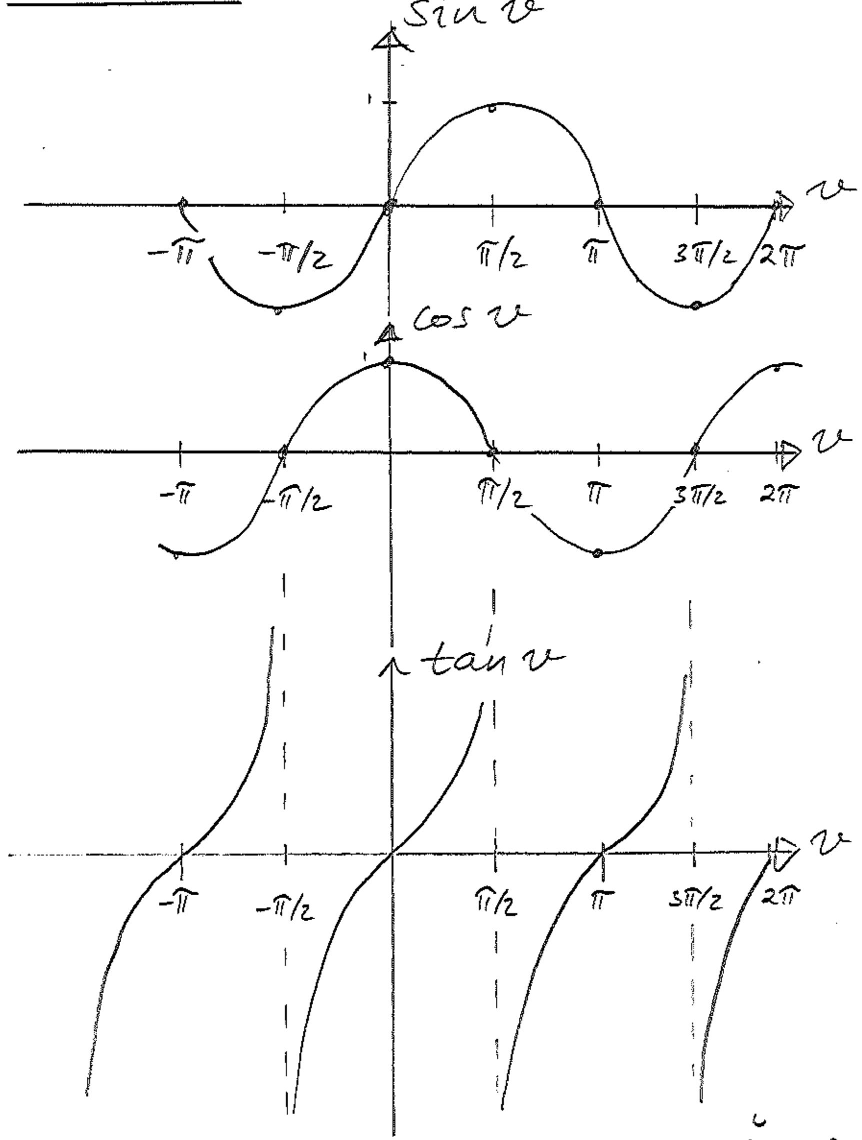



$\Rightarrow$ Liksidig triangel

$\Rightarrow$ Likbent med basen 1

$\Rightarrow$ Bisektris $\Rightarrow \cos v = \frac{1}{2}$

* Grafer




Notera: tan är udda

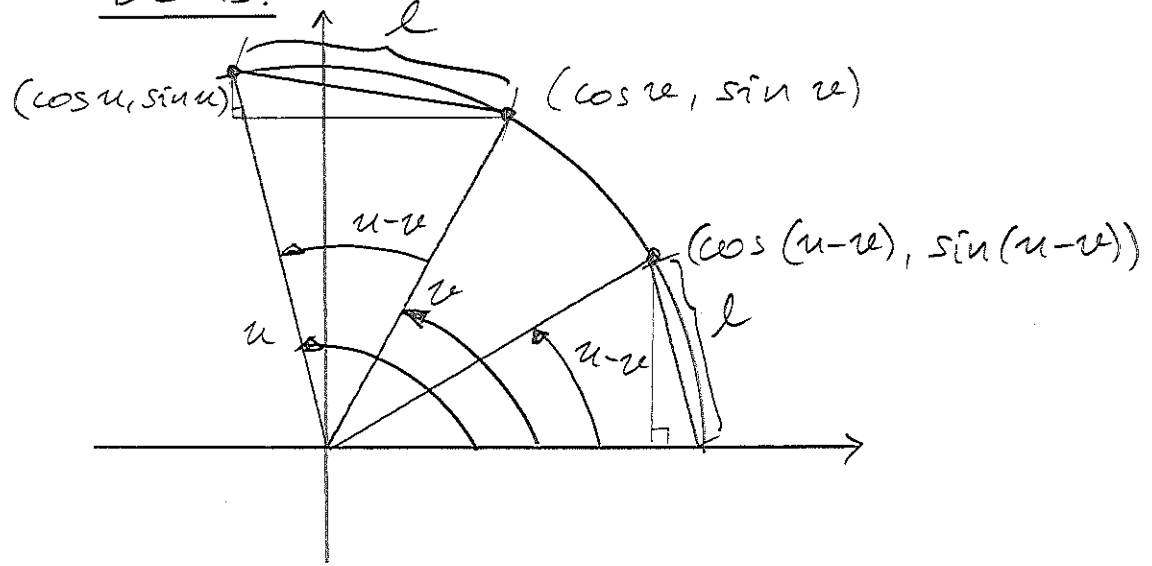
tan är π-periodisk

Övning: Visa detta!

* Additionsformler

Sats: $\cos(u-v) = \cos u \cdot \cos v + \sin u \cdot \sin v$

Bevis:




Avståndsformeln ger

$$\ell^2 = (\cos u - \cos v)^2 + (\sin u - \sin v)^2$$

$$\ell^2 = (\cos(u-v) - 1)^2 + (\sin(u-v) - 0)^2$$

$$\Rightarrow \cancel{\cos^2 u} + \cancel{\cos^2 v} - \cancel{2}\cos u \cdot \cos v + \cancel{\sin^2 u} + \cancel{\sin^2 v} - \cancel{2}\sin u \sin v = \cancel{\cos^2(u-v)} \cancel{+1} - \cancel{2}\cos(u-v) + \cancel{\sin^2(u-v)}$$

$$\Rightarrow \cos(u-v) = \cos u \cdot \cos v + \sin u \cdot \sin v$$

VSV
QED

$\blacksquare$

Från de grundläggande egenskaperna följer nu:

$$\begin{cases} \sin(u+v) = \sin u \cdot \cos v + \cos u \cdot \sin v \\ \sin(u-v) = \sin u \cdot \cos v - \cos u \sin v \\ \cos(u+v) = \cos u \cdot \cos v - \sin u \sin v \\ \cos(u-v) = \cos u \cdot \cos v + \sin u \sin v \end{cases}$$

<u>Övning:</u> Visa detta!

Memorera formeln för $\cos(u-v)$ och härled de övriga vid behov.

* Viktiga specialfall: dubbla vinkeln

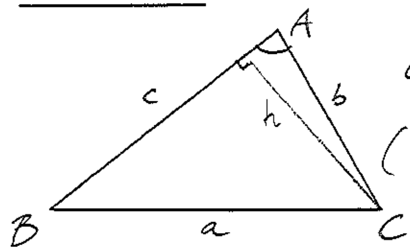
$$\begin{cases} \sin 2v = 2 \sin v \cdot \cos v \\ \cos 2v = \cos^2 v - \sin^2 v \end{cases}$$

Kunna!

* Triangelsolvering
(att "lösa" en triangel)

- För rätvinkliga trianglar:
  sin, cos, Pythagoras sats
- För allmänna trianglar:
  sinussatsen och cosinussatsen

* <u>Sats:</u> Cosinussatsen




$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

(Notera: Pythagoras sats för $A = \pi/2$)

<u>Bevis:</u>

$$a^2 = (\overbrace{b \cdot \sin A}^{h})^2 + (c - b\cos A)^2$$
$$= b^2 \sin^2 A + c^2 + b^2 \cos^2 A - 2bc \cos A$$
$$= b^2 \underbrace{(\sin^2 A + \cos^2 A)}_{=1} + c^2 - 2bc\cos A$$
$$= b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

* <u>Sats:</u> Sinussatsen

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

<u>Bevis:</u> (se figur på föregående blad)

$h = b \cdot \sin A$

$h = a \cdot \sin B$

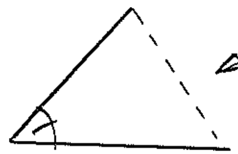
$\Rightarrow \quad b \cdot \sin A = a \cdot \sin B$

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

( $\frac{\sin C}{c}$ visas på samma sätt)

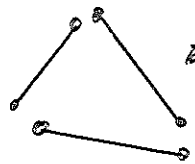
* Villkor för lösbarhet

- Två sidor + mellanliggande vinkel



drag linje

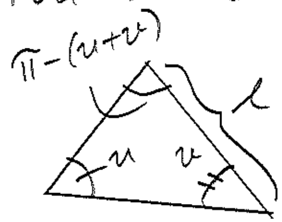
- Tre sidor



pussla ihop

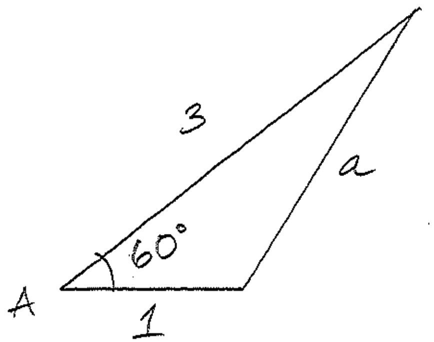
$(a < b + c)$

- Två vinklar och en sida




$l$ bestämmer skalning

Exempel:




Cosinussatsen ger

$$a^2 = 3^2 + 1^2 - 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot \cos 60^\circ$$

$$= 9 + 1 - 6 \cdot 1/2$$

$$= 10 - 3 = 7$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{a = \sqrt{7}}}$$