

\LaTeX : matematikai formulák

Vadon Viktória

2022/23/I. félév

Mik azok a módok?

- pszeudokódnál láttuk: matematikai szimbólumok csak \$ jelek között
- miért? \$ a váltás az ún. *matematikai mód*ba
- ettől több mód is létezik – összesen 6
- mik azok a *módok*? L^AT_EX belső „állapota”, a módtól függően dolgozza fel az inputot
- általában automatikusan vált köztük, vagy egyes parancsok implicit váltanak

A L^AT_EX módjai I

- 1 vízszintes (bekezdés) mód: leggyakoribb
 - szokásos szöveg/bekezdés feldolgozása, vízszintesen építi a sorokat, és ahol szükséges, sortöréseket tesz
- 2 LR mód (left-right: bal-jobb)
 - különbség a vízszinteshez képest, hogy *nem* tesz sortöréseket – ez történik pl. `\fbox`, `\colorbox`, `\reflectbox` stb. parancsok belsejében!
- 3 függőleges mód
 - az oldalt tölti fel sorokkal, ahol szükséges, oldaltörést tesz
- 4 belső függőleges mód
 - szintén függőlegesen építkezik, de nem tesz oldaltörést – pl. float-ok belsejében
 - analóg az LR móddal

A L^AT_EX módjai II

5 sorközi matematikai mód

- matematikai formulák beszúrása a szöveggel egy sorba (sorközi verbatim-hoz hasonlóan)
- például
 - szöveg $a^2 + b^2 = c^2$ még szöveg
 - szöveg $a^2 + b^2 = c^2$ még szöveg
- *kézi váltás* szöveg és matematika között
- váltás \$ jellel
- vagy nyitás \(. , zárás \)
- ekvivalens a kettő, de egy formulán belül ne keverjük

A L^AT_EX módjai III

6 kiemelt matematikai mód

- matematikai formulák külön sorba, középre zárva, (extra függőleges térközzel)
- ezek a formulák számozhatók, és lehetnek több sorosak
- például

szöveg

```
\[ a^2 + b^2 = c^2 \]
```

még szöveg

szöveg

$$a^2 + b^2 = c^2$$

még szöveg

- szintén kézi váltás
- váltás \$\$ jellel – régi plain T_EX szintaxis, nem stabil
- javasolt: nyitás \[, zárás \]
- *számozott* verzió: equation környezet (\begin{equation}, \end{equation})

Sorközi és kiemelt matematikai mód I

- formulák elhelyezésén kívül egyéb különbségek!
- törteket, bizonyos szimbólumokat és indexeiket másképp jeleníti meg:

sorközi

$$\Sigma, \Pi, \int, \cup$$

$$\sum_{i=1}^n, \prod_{i=1}^n, \int_0^{\infty}, \cup_{i=1}^n$$

$$\frac{a}{b}, \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

kiemelt

$$\Sigma, \Pi, \int, \cup$$

$$\sum_{i=1}^n, \prod_{i=1}^n, \int_0^{\infty}, \cup_{i=1}^n$$

$$\frac{a}{b}, \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Sorközi és kiemelt matematikai mód II

- figyeljük meg: a tört számlálójában ismét „kicsi” lett a szumma
- „becsapható”, vagy legalábbis kézzel befolyásolható, hogy az adott szimbólumokat vagy indexeket a sorközi vagy kiemelt mód „stílusában” írja ki:
 - sorközi „stílus”: `\textstyle`
 - kiemelt „stílus”: `\displaystyle`
 - létezik még `\scriptstyle` és `\scriptscriptstyle` – index (a^n) és index indexe/emeletes index (a^{n^k} , a^{n^k}) stílusa
- általános jó tanács: magas formulákat ne írjunk sorközi matematikai módba, mert megnöveli a sortávolságot – a `\displaystyle`-t is csak indokolt esetben tegyük sorközi formulába!

- 2 Szintaxis, formázás
 - Kis általános szintaxis
 - Ajánlott csomagok
 - Zárójelek méretezése
 - Szumma határai
 - Relációs jel alá, fölé...
 - Térköz hackelés
 - Szimbólum parancsok

Kis általános szintaxis

- a *teljes formulát együtt* tegyük matematikai módba:

```
\[ a^2 + b^2 = c^2 \]
```

- szöveg matematikai módban: `\text{szöveg}` paranccsal

- miért? alapvetően minden betűt változónak tekint, amit dőlt betűvel szed, és furcsa betűközöket hagy
- például

```
\[ y = ax+b, \quad \text{ahol } a,b \in \mathbb{R} \]
```

$$y = ax + b, \quad \text{ahol } a, b \in \mathbb{R}$$

- `\text`-en belül megtartja a szóközöket(!)
- térközöket alapértelmezésben \LaTeX kezeli automatikusan
 - formulában elhelyezett szóközök (legtöbbször) nem zavarják
 - tetszőlegesen formázható a kód, hogy ember számára átlátható legyen!

Ajánlott csomagok

- ha bármi matematikához kapcsolódót írunk, érdemes kapásból betölteni:
- `amsmath`
- `amsfont`, `amssymb`
- `mathtools`

Zárójelek méretezése I

- miért szükséges? például:

$$\backslash [2 (\frac{1}{a} + \frac{1}{b}) \backslash]$$
$$2\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right)$$

- nem csak csúnya, nehéz átlátni és értelmezni is!
- automatikus méretezés: `\left`, `\right` *parancspár*
- például

$$\backslash [2 \backslash \text{left} (\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \backslash \text{right}) \backslash]$$
$$2\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right)$$

Zárójelek méretezése II

- *mindig* párban kell lenniük
 - (többsoros formulában) egy soron belül
 - sőt, csoporton belül (színezéssel trükközni kellett)
- ha csak az egyik oldali zárójel szükséges: a másik helyére egy pont: .
- pl. függvényérték helyettesítése:

`\[\left. \frac{e^x}{x} \right|_{x=2} \]`

$$\left. \frac{e^x}{x} \right|_{x=2}$$

Zárójelek méretezése III

- kézi méretezés
 - miért?
 - nem feltétlen kell párban állniuk
 - több egymásba ágyazott zárójelnél **automatikus** méretezés egyforma méretet ad(hat) – szintén nem jól átlátható:

```
\[ F \left( 2 \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \right) \]
```

$$F \left(2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \right)$$

- ezzel szemben **kézzel**
- ```
\[F \biggl(2 \Bigl(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Bigr) \biggr) \]
```

$$F \left( 2 \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \right)$$

# Zárójelek méretezése IV

- parancsai – növekvő méretek:

- `\big` < `\Big` < `\bigg` < `\Bigg`
- normáltól `\Bigg`-ig:

`$)\biggr)\Biggr)\biggr)\Biggr)$`

)))

- **bal**, **közép** és **jobb** verziók, pl. `\bigl`, `\bigm` és `\bigr` – térközben különböznek

# Szumma és egyéb operátorok határai I

- operátorok:
  - műveleti jelek határokkal
  - szumma/összegzés  $\sum$
  - produktum/szorzás  $\prod$
  - integrál  $\int$ ,  $\oint$
  - unió  $\bigcup$
  - metszet  $\bigcap$
  - határérték:  $\lim$ ,  $\liminf$ ,  $\limsup$
  - stb.
- határok elhelyezése: indexként
  - $\lim_{n \rightarrow \infty}$
  - $\sum_{i=1}^n$



# Szumma és egyéb operátorok határai II

- sorközi és kiemelt matematikai módban más (az operátor jel méretezése és) a határok elhelyezése is:
  - `$ \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^n $`  
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n$$
  - `\[ \lim_{n\to\infty} \sum_{i=1}^n \]`

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n$$

- a `\displaystyle`, `\textstyle` parancsok a kettőt együtt változtatják

## Szumma és egyéb operátorok határai III

- `\limits`, `\nolimits` parancsok közvetlen az operátor után beszúrva csak a határok elhelyezését befolyásolják:
  - `\lim\limits_{n\to\infty} \sum\limits_{i=1}^n`
  - `\[ \lim\nolimits_{n\to\infty} \sum\nolimits_{i=1}^n \]`

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n$$

# Többsoros és hosszú index

- többsoros index: `\substack` parancs (`amsmath` csomag):

```
\[\sum_{\substack{n \in \mathbb{N} \\ n \text{ páros}}} \]
```

$$\sum_{\substack{n \in \mathbb{N} \\ n \text{ páros}}}$$

- sortörés benne `\\` paranccsal



# Relációs jel alá, fölé...

- kiegészítés relációs jel fölé és alá – amsmath csomaggal
- fölé: `\overset`
  - $\overset{d}{\longrightarrow}$
- alá: `\underset`
  - $\underset{n \rightarrow \infty}{\longrightarrow}$
- fölé és alá
  - $\overset{d}{\underset{n \rightarrow \infty}{\longrightarrow}}$

# Térköz hackelés I

hasznos parancsok:

- `\phantom`: „láthatatlanul szedett szöveg” – igazításhoz, helykitöltéshez
- `\vphantom`, `\hphantom`: függőlegesen, ill. vízszintesen felveszi a tartalom kiterjedését, a másik irányban viszont 0 a mérete – láthatatlan helykitöltés, méretezés hackeléséhez
- `\mathstrut`: tulajdonképpen `\vphantom{()}`, gyorsabb használathoz
- vedd össze:
  - $\bar{a} + \bar{b}$
  - $\bar{\mathstrut a} + \bar{\mathstrut b}$

# Szimbólum parancsok

- tipikusan: szerkesztőben szimbólum táblák és/vagy menük a beillesztéshez!
  - kivéve Overleaf, ott prémium funkció
- Detexify (link) – rajzolt szimbólum felismerése
- referencia a diasor végén, a 2. részben
  - szimbólumok (görög betűk, műveletek, nyilak, stb.)
  - zárójelek
  - matematikai „ékezetek”: aláhúzás, felülvonás, kalap, stb.
  - beépített függvények, lim, sin, stb.
  - matematikai térközök
  - matematikai betűstílusok

- 3 Formulák
  - „Alap” műveletek
  - Mátrix
  - Esetszétválasztás



## „Alap” műveletek I

- tört:  $\frac{a+c}{b}$ 
  - egymásba ágyazható:  $\frac{\frac{a}{b}}{c}$

$$\frac{\frac{a}{b}}{c}$$

- $\frac{d}{f}$ ,  $\frac{t}{f}$  variáns (amsmath csomag):  
`\displaystyle` ill. `\textstyle` stílus „beépítve”
- megspórolható a csoport `{ }`, ha az egyik argumentum egyetlen számjegy/betű
- lánctört: `\cfrac` variáns – nem csökken a mérete egymásba ágyazáskor

## „Alap”műveletek II

- index: felső index  $\wedge$ , alsó index  $_$ 
  - egy karakterre vagy csoportra ( $\{\}$ ) vonatkozik  $\$a_i\$$ :  $a_i$ , vagy  $\$a_{i,j}\$$ :  $a_{i,j}$
  - együtt is:  $\$a_i^2\$$   $a_i^2$
  - emeletes index: szintén csoporttal  $\$e^{x^2}\$$ :  $e^{x^2}$  (különben „double superscript” hiba)
- gyök:  $\$\sqrt{x+y}\$$   $\sqrt{x+y}$ 
  - n-dik gyök:  $\$\sqrt[3]{x+y}\$$   $\sqrt[3]{x+y}$
- binomiális együttható (amsmath csomag):  $\$\binom{n}{k}\$$ 
  - változó méretű „operátor”
  - $\$tbinom$ ,  $\$dbinom$  variánsok, fix „stílussal”

# Mátrix I

- amsmath csomaggal matrix környezet
  - tabular-hoz hasonlóan, cellák elválasztása & jellel, sor lezárása \\
  - de nem kell előre megadni az oszlopok számát és típusát(!)
  - alapértelmezésben középre igazít
  - nem zárójelez, csak táblázatba rendez(!)
  - `\[ \left( \begin{matrix}`  
1 & 2 & 0 \\ \\ 16 & -1 & 5 \\ \\ 1 & 1 & 4.5 \\ \\ \end{matrix} \right) \]

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 16 & -1 & 5 \\ 1 & 1 & 4.5 \end{pmatrix}$$

# Mátrix II

- `mathtools` csomaggal `matrix*` verzió: opcionális argumentumba az összes oszlop egységes igazítása, pl. `l`, `r`, `c` (bármilyen érvényes oszloptípus)

- `\[ \left( \begin{matrix*}` `[r]`

```
1 & 2 & \\
```

```
16 & -1 & 5 \\
```

```
1 & 1 & 4.5 \\
```

```
\end{matrix*} \right) \]
```

$$\left( \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 0 \\ 16 & -1 & 5 \\ 1 & 1 & 4.5 \end{array} \right)$$

# Mátrix III

- beépített zárójellel – amsmath csomag
  - \*-os verzió mindnél az igazítást engedélyezi – mathtools csomag
  - `pmatrix`, `pmatrix*` – parantheses ( )
  - `bmatrix`, `bmatrix*` – brackets [ ]
  - `Bmatrix`, `Bmatrix*` – braces { }
  - `vmatrix`, `vmatrix*` – vert |
  - `Vmatrix`, `Vmatrix*` – Vert ||
- nagyobb szabadság: array környezet
  - tabular matematikai verziója
  - analóg szintaxis, oszlopok deklarálása előre, különböző igazítással, rácsvonalak, stb.

## Mátrix IV

- kicsinyített mátrix: `smallmatrix` környezet – `mathtools` csomag
  - `psmallmatrix`, `psmallmatrix*`, stb. verziók is
    - \*-os verziónál csak `l`, `r`, `c` igazítás

- összehasonlítóképp:

```
\[\begin{psmallmatrix}
a & b \\
c & d \\
\end{psmallmatrix}
\quad
\begin{pmatrix}
a & b \\
c & d \\
\end{pmatrix}
\]
```

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

# Esetszétválasztás I

- esetszétválasztás: cases környezet – amsmath csomag
  - táblázathoz hasonló szintaxis: formula és feltétel közé &, sorok közé \\
  - környező formulákkal egy sorba kerül (ha nem törjük meg kézzel), függőlegesen középre igazít
  - $\left[ |x| = \begin{cases} x, & \text{ha } x \geq 0, \\ -x, & \text{ha } x < 0 \end{cases} \right]$ 

```
\begin{cases} x, & \text{\text{ha } } x \geq 0, \\ -x, & \text{\text{ha } } x < 0 \end{cases}
```

 $\llcorner$   $\text{\text{abszolútérték függvény}}$   $\llcorner$

$$|x| = \begin{cases} x, & \text{ha } x \geq 0, \\ -x, & \text{ha } x < 0. \end{cases} \quad \text{abszolútérték függvény}$$

- alapértelmezésben  $\text{\textstyle}$  stílusban formáz

# Esetszétválasztás II

- variánsai mathtools csomaggal
  - `dcases`: `\displaystyle` stílusban formáz
  - `rcases`: kapcsos zárójel (csak) jobb oldalon – pl. egyenletrendszerek összekapcsolására
  - `drcases`: `\displaystyle` és zárójel jobb oldalon
  - mindnek \*-os verziója, `cases*` stb.: a jobb oldali feltétel oszlop szöveg módban szedve



#### 4 Formulák számozása, igazítása

- Számozás
- Többsoros formulák
- Igazítatlan egyenletcsoport – `gather`
- Igazított egyenletcsoport – `align`
- Több oszlopos igazítás
- Igazítás több helyen
- Alszámozás
- Egy egyenlet több sorban

# Számozás

- emlékeztető: `equation` környezet, kb. a kiemelt matematikai mód `\[ \]` számozott verziója
  - számoz és matematikai módba vált
  - azaz, a `\begin{equation}`, `\end{equation}` *felváltják* a `\[`, `\]` parancsokat!
- alapértelmezés: formulák számozása folyamatos, szakaszcímetől független
  - `amsmath` csomaggal számozás pl. `section`-önként, `section`-ön belül alszámmal: `\numberwithin{equation}{section}`
- alapértelmezés: kiemelt formulák középre zárva
  - balra zárás `fleqn documentclass` opcióval (`flushleft equation`)
- alapértelmezés: formulák sorszáma jobb oldalon
  - bal oldalon `leqno documentclass` opcióval (`left equation numbers`)

# Többsoros formulák I

- alapértelmezésben kiemelt matematikai módban és equation-ben nem tehető sortörés!
- egyéb környezetekre lesz szükség
- két megközelítés:
  - equation-t és matematikai módot **felváltó** környezetek, ahol minden sor külön sorszámot kap
    - logikailag minden sor külön egyenlet
    - pl. egy egyenletrendszer
  - matematikai módba (vagy azt felváltó környezetbe) **beágyazható** környezetek, ami (ha van sorszám,) közös sorszámmal tesz sortörést
    - logikailag egyetlen összetartozó egyenlet, ami szimplán túl hosszú hogy kiferjen egy sorba
    - pl. egy hosszú Taylor-sorfejtés, szita-formula, stb.

# Többsoros formulák II

- közös parancsok:
  - sortörés, új egyenlet: `\\`
  - igazítási pontok kijelölése (ahol releváns): `&`
  - adott sorban egyenletsorszám elhagyása: `\nonumber` vagy `\notag` parancs
  - `\label`-t egy-egy számozott sornak érdemes adni
    - `amsmath` csomaggal `\eqref` parancs: tulajdonképpen (`\ref{...}`)
    - csak formázásban különbözik, bármilyen objektumtípusra használható
  - szöveg beszúrása egyenletek közé külön sorba: `\intertext`
    - miért jobb, mint lezárni a környezetet és simán szöveget írni?  
térközkezelés + igazítás megmarad!

# Igazítatlan egyenletcsoport I

- amsmath csomaggal gather környezet
- ha igazítatlan, miért jobb, mint több equation egymás után?  
a térközöket jobban kezeli!
- sortörés `\\`, számozatlan sor `\nonumber`

- `\begin{gather}`

$$a^2 + b^2 = c^2 \\$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$$

`\end{gather}`

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{1}$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45 \tag{2}$$

## Igazítatlan egyenletcsoport II

- ezzel szemben

```
\begin{equation}
```

$$a^2 + b^2 = c^2$$

```
\end{equation}
```

```
\begin{equation}
```

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45$$

```
\end{equation}
```

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{3}$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45 \tag{4}$$

- `gather*` variáns: számozatlan – ismételt `\[ \]`-hez képest szintén a jobb térközkezelés az előnye!

# Igazított egyenletcsoport

- amsmath csomaggal align környezet
- sortörés `\`, számozatlan sor `\nonumber`
- igazítási helyek `&` – tipikusan relációs jel (vagy műveleti jel) elé kerül

- `\begin{align}`

```
a^2 + b^2 &= c^2 \\
```

```
1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 &= 45
```

```
\end{align}
```

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (5)$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 = 45 \quad (6)$$

- számozatlan verzió: `align*`

# Több oszlopos igazítás I

- itt is használható amsmath csomag align környezete
- új sor `\`, számozatlan sor `\nonumber`
- `& oszlop igazítása` és `oszlopelválasztó` is (!)
- oszlopok közt egyenletesen osztja a térközt

- `\begin{align}`

```
(f_1)'_x &= \cdots & (f_1)'_y &= \cdots &
```

```
(f_1)'_z &= \cdots \ \
```

```
(f_2)'_x &= \cdots & (f_2)'_y &= \cdots &
```

```
(f_2)'_z &= \cdots
```

```
\end{align}
```

$$(f_1)'_x = \dots \quad (f_1)'_y = \dots \quad (f_1)'_z = \dots \quad (7)$$

$$(f_2)'_x = \dots \quad (f_2)'_y = \dots \quad (f_2)'_z = \dots \quad (8)$$



## Több oszlopos igazítás II

- flalign környezet (flush align) – szintén amsmath csomagból
- szintaxis és működés megegyezik az előzővel – egyetlen különbség, hogy a szélső oszlopokat a margóhoz igazítja
- számozatlan flalign\* variáns

• `\begin{flalign}`

```
(f_1)'_x &= \cdots & (f_1)'_y &= \cdots &
```

```
(f_1)'_z &= \cdots \ \
```

```
(f_2)'_x &= \cdots & (f_2)'_y &= \cdots &
```

```
(f_2)'_z &= \cdots
```

```
\end{flalign}
```

$$(f_1)'_x = \dots$$

$$(f_1)'_y = \dots$$

$$(f_1)'_z = \dots \quad (9)$$

$$(f_2)'_x = \dots$$

$$(f_2)'_y = \dots$$

$$(f_2)'_z = \dots \quad (10)$$

# Igazítás több helyen I

- `alignat` környezet (amsmath csomagból)
- használható a fentiekhez hasonlóan több oszlopos igazításhoz
- de az oszloptávolságot itt kézzel kell megadni(!)
- mivel nincs automatikus térköz, lineáris egyenletrendszer szépen rendezhető!
- új sor `\\`, számozatlan sor `\nonumber`
- oszlopok száma *kötelező argumentum*, pl.  
`\begin{alignat}{4}`
- & **oszlop igazítása** és **oszlopelválasztó** is(!)
- 4 oszlop esetén 4 **igazító** & jel és 3 **elválasztó** & jel (!)
- térköz opcionálisan az **elválasztó** & jel után illeszthető be – elég az első sorba

## Igazítás több helyen II

- használat lineáris egyenletrendszerhez

```
\begin{alignat}{4}
&+ x_1 &&+ 3 x_2 &&- x_3 &&= 5 \\
&+ 2 x_1 &&- x_2 &&&&= 2 \\
&- x_1 &&&&- 5x_3 &&= 0
\end{alignat}
```

$$+ x_1 + 3x_2 - x_3 = 5 \quad (11)$$

$$+ 2x_1 - x_2 = 2 \quad (12)$$

$$- x_1 - 5x_3 = 0 \quad (13)$$

## Igazítás több helyen III

- használat több oszlopos elrendezésre

```
\begin{alignat}{3}
(f_1)'_x &= \cdots && \&\! \! \! \quad (f_1)'_y &= \cdots \\
&&& \&\! \! \! \quad (f_1)'_z &= \cdots \\
(f_2)'_x &= \cdots && \& (f_2)'_y &= \cdots \\
&&& \& (f_2)'_z &= \cdots \\
\end{alignat}
```

$$(f_1)'_x = \cdots \quad (f_1)'_y = \cdots \quad (f_1)'_z = \cdots \quad (14)$$

$$(f_2)'_x = \cdots \quad (f_2)'_y = \cdots \quad (f_2)'_z = \cdots \quad (15)$$

# A számozás I

- cél: egy egyenletszámon belül betűzés
- `amsmath` csomagból `subequations` környezet
- érintett számozott környezet(ek)en **kívül** kell nyitni és zárni(!)
  - kerülhet bele több számozott matematikai környezet és egyenletrendszer
  - kerülhet közé szöveg is
- `\label` kerülhet
  - a `subequations` környezetbe – közös szám
  - következő oldali példával: `\eqref{eq: Pitag}` (16)
  - az egyes számozott sorokba – betűvel együtt
  - példánkban `\eqref{subeq: Pitag}` (16a)  
`\eqref{subeq: Pitag_trigon}` (16b)

## Alszámozás II

- ```
\begin{subequations}\label{eq:Pitag}  
\begin{equation}\label{subeq:Pitag}  
a^2 + b^2 = c^2  
\end{equation}  
És trigonometrikus formája  
\begin{equation}\label{subeq:Pitag_trigon}  
\sin^2 x + \cos^2 x = 1  
\end{equation}  
\end{subequations}
```

$$a^2 + b^2 = c^2 \tag{16a}$$

És trigonometrikus formája

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \tag{16b}$$

Egy egyenlet több sorban I

- emlékeztető: ld. 2. szakasz
- probléma: egyetlen, összetartozó egyenlet, ami nem fér ki egy sorba
- egyetlen sorszámmal – akár egy egyenletrendszer része
- megoldás: tördelés **beágyazható** környezettel
- beágyazható = ami matematikai módon vagy sorszámozott környezeten *belül* használható!
- a sorszámot függőlegesen középre igazítja

Egy egyenlet több sorban II

- példaul

```
\begin{align}
f(x) &= \cdots \\
\begin{split}
f(x) &\approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x-x_0) \\
&+ \frac{1}{2} f''(x_0) \cdot (x-x_0)^2 \\
&+ \frac{1}{6} f'''(x_0) \cdot (x-x_0)^3 + \cdots
\end{split}
\end{align}
```

$$f(x) = \dots \tag{17}$$

$$f(x) \approx f(x_0) + f'(x_0) \cdot (x - x_0) + \frac{1}{2} f''(x_0) \cdot (x - x_0)^2 + \frac{1}{6} f'''(x_0) \cdot (x - x_0)^3 + \dots \tag{18}$$

Egy egyenlet több sorban III

- beágyazható környezetek (mindhez `amsmath` csomag):
- `split`
 - sortörés `\\` paranccsal, igazítás `&` jellel
 - a teljes sorszélességet kitölti – ne kerüljön mellé semmi! (nem error, csak overfull box warning)
 - csak egyetlen `&` használható benne soronként
 - viszont: igazított egyenletrendszerben, pl. `align`-ban *kifelé* is látszanak a `&` igazítási helyek(!)
 - a példában ezért került egymás alá nem csak a `split`-en belül az \approx és $+$, hanem a másik egyenlet $=$ jele is!
- `gathered`, `aligned`, `alignedat`
 - a `gather`, `align`, `alignedat` beágyazható megfelelői
 - ennek megfelelő a belső szintaxis és viselkedés
 - szélességük a tartalomhoz igazodik
 - kívülről nézve a tartalmuk csak egy *fekete doboz*(!)
 - azaz a belső `&` jeleket nem igazítja a külsőkhöz

Egy egyenlet több sorban IV

- cserébe cases-hez hasonlóan kerülhet vele egy sorba egyéb tartalom, zárójelezhető az egész struktúra, stb.
- függőlegesen középre igazodnak

5 Szimbólum referencia

- Szimbólumok
- Függvények
- Matematikai betűstílusok
- Formulák alá, fölé...
- Matematikai térközök
- Zárójelek

Szimbólumok I

- görög betűk α , β , stb.
 - nagybetűk Γ , stb. – ami megegyezik a latin nagybetűvel, arra nincs parancs(!)
 - egyes betűknek két verziója ϕ , φ
- műveletek, relációk
 - $+$, $-$, $=$, $<$, $>$ szokásos – csak térköz változik
 - szorzás \cdot , \times
 - bennfoglalás \div
 - plusz-mínusz \pm , \mp
 - \leq , \geq
 - eleme \in , tükrözve (tartalmazás) \ni \ni
 - részhalmaz \subseteq , valódi részhalmaz \subset
 - tükrözve (tartalmazás) \supseteq , \supset
 - metszet \cap , unió \cup
 - vagy \vee , és \wedge
 - xor \oplus

Szimbólumok II

- kongruencia, ekvivalencia \backslashequiv \equiv
- közelítőleg \backslashapprox \approx
- aszimptotikusan \backslashasymp \asymp
- eloszlás \backslashsim \sim
- áthúzás/tagadás: \backslashnot , pl. \backslashnotin \notin , $\backslashnot=$ \neq
 - nem egyenlő \backslashneq \neq
 - sokra rövidítés: \backslashnparancs , pl. \backslashnleq \nleq
- operátorok
 - szumma/összegzés \backslashsum \sum
 - produktum/szorzás \backslashprod \prod
 - integrál \backslashint \int , \backslashoint \oint
 - unió \backslashbigcup \bigcup
 - metszet \backslashbigcap \bigcap
 - vagy \backslashbigvee \bigvee
 - és \backslashbigwedge \bigwedge

Szimbólumok III

● nyilak

- $\$ \backslash leftarrow \$ \leftarrow$, $\$ \backslash rightarrow \$ \rightarrow$, $\$ \backslash uparrow \$ \uparrow$,
 $\$ \backslash downarrow \$ \downarrow$
- duplán: nagybetűvel $\$ \backslash Rightarrow \$ \Rightarrow$, stb.
- oda-vissza: $\$ \backslash leftrightarrow \$ \leftrightarrow$, stb.
- hosszú: $\$ \backslash longrightarrow \$ \longrightarrow$, stb.
- „kombinálható”: $\$ \backslash Longlefttrightarrow \$ \Leftrightarrow$
- hozzárendelés (függvény): $\$ \backslash mapsto \$ \mapsto$, $\$ \backslash longmapsto \$ \longmapsto$
- akkor és csak akkor $\$ \backslash iff \$ \iff$ – térközzel együtt
- ferde nyilak: égtájak szerint (angol rövidítéssel): $\$ \backslash searrow \$ \searrow$, stb.
 - s – south, dél, le, e – east, kelet, jobbra; n – north, észak, fel,
w – west, nyugat, balra)

Szimbólumok IV

- kategorizálatlan szimbólumok
 - minden/bármely \forall
 - létezik \exists
 - végtelen ∞
 - konvergencia \rightarrow (rövidebb alias a \rightarrow -ra)
 - üres halmaz \emptyset , \varnothing
 - halmaz kivonás \setminus
 - deriválás $'$ (apoztróf) $'$, \prime , ∂ , ∇
 - negálás \neg
 - szög \angle
 - merőleges \perp , párhuzamos \parallel
 - zene \flat , \sharp , \natural
 - kártya \heartsuit , \diamondsuit , \clubsuit , \spadesuit
 - \vartriangle

Szimbólumok V

- \complement – többnyire felső indexben
- stb.
- pont-pont-pont:
 - középmagasan: \cdots – általánosan használt
 - alacsonyan: \ldots – szorzásjelek közt jobban áttekinthető
 - átlósan: \ddots
 - függőlegesen: \vdots

Függvények

Egyes függvénynevek beépítve:

- trigonometrikus: \sin , \cos , stb.
 - inverz trigonometrikus: \arcsin , stb.
 - hiperbolikus: \sinh , stb.
- határérték \lim , \liminf , stb.
- szélsőérték \min , \inf , stb.
- \exp , \log , \ln , \lg
- \det
- \mod mod – térköz is be van építve!
- stb.
- `\operatorname` paranccsal (amsmath csomag) tetszőleges szöveg függvénynévként formázva: sgn

Matematikai betűstílusok I

- alapértelmezés: $\backslash\mathnormal{abcABC}$ *abcABC*
- *néhány* szövegben használatos betűstílusnak megvan a matematikai párja
 - $\backslash\mathrm{abcABC}$ *abcABC*
 - $\backslash\mathsf{abcABC}$ *abcABC*
 - $\backslash\mathtt{abcABC}$ *abcABC*
 - $\backslash\mathbf{abcABC}$ **abcABC**
 - $\backslash\mathit{abcABC}$ *abcABC*
 - *nem* halmozhatók – egymásba ágyazáskor a legbelső érvényesül
- *extra* betűstílusok csak matematikai módban – általában csak nagybetűkre:
 - kalligrafikus betűk: $\backslash\mathcal{ABC}$ *ABC*

Matematikai betűstílusok II

- `amsfonts` csomaggal
 - dupla szárú („blackboard bold”) $\mathbb{N}\mathbb{Z}\mathbb{R}$
 - gótikus betűk \mathfrak{abcABC}
- `mathrsfs` csomaggal
 - kézirásos (extra kacskaringós) betűk \mathscr{ABC}
- vastagon szedett görög betűk (és szimbólumok): `amsmath` csomaggal `\boldsymbol` parancs
- indikátorhoz dupla szárú 1-es: `bbm` csomag, $\mathbb{1}$
- csínyján a sok betűstílussal, mert csak korlátos számú ábécét enged betölteni
 - szimbólumcsomagok is sokszor ábécétet definiálnak(!)

Matematikai betűstílusok III

- betűtípusok lecserélése: `mathalpha` csomaggal
 - dokumentáció (link), benne betűtípus-minták(!)
 - használat pl.

```
\usepackage[cal=pctx,scr=boondoxo]{mathalpha}
```


`\mathcal` parancs a `pctx`, `\mathscr` parancs a `boondoxo` betűtípust használja
 - átállítható még `bb`, `frak`
 - egy-egy típus átméretezése, ha nem illik a dokumentumba, pl. `calscaled=0.95`
 - mind átméretezése `scaled=`

Formulák alá, fölé... I

- egy változóra

- $\backslash\tilde{x}$ \tilde{x}
- $\backslash\bar{x}$ \bar{x}
- $\backslash\vec{x}$ \vec{x}
- $\backslash\hat{x}$ \hat{x}
- $\backslash\dot{x}$ \dot{x}
- stb.

- több változóra

- $\backslash\widetilde{abc}$ \widetilde{abc}
- $\backslash\widehat{abc}$ \widehat{abc}
- $\backslash\overline{abc}$ \overline{abc}
- $\backslash\underline{abc}$ \underline{abc}
- $\backslash\overrightarrow{abc}$ \overrightarrow{abc}
- $\backslash\overleftarrow{abc}$ \overleftarrow{abc}

Formulák alá, fölé... II

- kapocs formula alá

- $\$ \backslash \text{underbrace}\{abc\} \$$ \underbrace{abc}

- szöveg elhelyezése a kapocs alá: „alsó index”

- $\$ \backslash \text{underbrace}\{abc\} _ {\{=2\}} \$$

- $\underbrace{abc}_{=2}$

- kapocs formula fölé:

- $\$ \backslash \text{overbrace}\{abc\} \$$ \overbrace{abc}

- szöveg a felső kapocs fölé: felső index

- $\$ \backslash \text{overbrace}\{abc\} ^ {\{=2\}} \$$

- $\overbrace{abc}^{=2}$

- `mathtools` csomaggal jobb méretezés, `\underbracket` és `\overbracket` „szögletes zárójel” formájú kapocs

Matematikai térközök

- térköz nélkül ab
- kicsi $a\,b$
- közepes $a\ :b$
- nagy $a\ ;b$
- quad $a\ \text{quad}\ b$
- qquad $a\ \text{qquad}\ b$
- negatív térköz (halmazható:) $a\ !b$

Zárójelek

- kerek zárójel (a) (a)
- szögletes zárójel $[a]$ $[a]$
- kapcsos zárójel $\{a\}$ $\{a\}$ vagy $\lbrace a\rbrace$ $\lbrace a\rbrace$
- „hegyes” zárójel $\langle a \rangle$ $\langle a \rangle$
- abszolút érték $\vert a \vert$ $|a|$ vagy $|a|$ $|a|$
- norma $\|a\|$ $\|a\|$
- alsó egészrész $\lfloor a \rfloor$ $\lfloor a \rfloor$
- felső egészrész $\lceil a \rceil$ $\lceil a \rceil$