

# Introduzione a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Lezione 2

Leonardo Bezzo, Giulia Morelli & Gianluca Nardon

AISF  
Comitato Locale di Trento

Anno Accademico 2021/2022

I pacchetti principali sono:

- ◇ Pacchetto `amsmath`
- ◇ Pacchetto `amssymb`
- ◇ Pacchetto `physics`



Il primo semplice esempio di ambiente `mathmode` è quello descritto fra due dollari "\$...\$".

Esso non manda a capo la formula, ma la scrive semplicemente all'interno del testo: chiameremo queste formule “in linea”.

## Inoltre:

Una formula in linea  
e' incorporata nel testo:  
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}.$   
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X modifica il meno  
possibile l'interlinea del  
capoverso.

Una formula in linea e'  
incorporata nel testo:  
 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}.$   
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X\ modifica il  
meno possibile  
l'interlinea del  
capoverso.

# Spaziatura Nelle Formule

Per impaginare manualmente le formule o il testo in ambiente matematico abbiamo a disposizione diversi comandi che permettono di spaziare ciò che scriviamo:

- ◇ `\` : crea uno spazio di un singolo carattere (N.B. aggiungere sempre uno spazio nel codice tra il `\` e il carattere che viene dopo)
- ◇ `\quad`: crea uno spazio intermedio
- ◇ `\qquad`: crea uno spazio doppio di `\quad`
- ◇ `~`: crea uno spazio di un carattere <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>(la tilde invece di creare semplicemente lo spazio funziona come carattere vuoto e questo è utile quando si vuole andare a capo più volte poiché  $\text{\LaTeX}$  vuole che `\\` sia preceduto da un carattere)

Per scrivere i pedici si usa l'underscore "\_", mentre per scrivere l'apice si usa il cappello "^". Quindi `$a^x_3$` darà come output  $a_3^x$ . Se vogliamo mettere più di un elemento come apice o pedice, o vogliamo far sì che l'apice/pedice abbia a sua volta un apice/pedice, dobbiamo usare le parentesi graffe: `$e^{-x^2_{a_2}}$` si traduce con  $e^{-x_{a_2}^2}$

I pacchetti matematici a nostra disposizione ci permettono di scrivere un grandissimo numero di simboli matematici. Non possiamo purtroppo elencarli tutti, ne vediamo alcuni raggruppati per tipologia. Nel link qui sotto potete trovare una lista di simboli, ma online è pieno di raccolte di simboli e di modi per fare simboli più strani e particolari

**Elenco dei simboli 1**

**Elenco dei simboli 2**

# Simboli e Funzioni base

Notate che i comandi per fare i vari simboli matematici sono abbastanza intuitivi dato che il nome richiama cosa il simbolo rappresenta o il nome stesso della funzione.

```
\sim \approx \simeq \cong \leq \ll \gg \geq \equiv \neq \propto \pm \mp
```

$\sim \approx \simeq \leq < \ll \gg \geq > \equiv \neq \propto \pm \mp$

```
\sin x + \ln y + \operatorname{sgn} z
```

$\sin x + \ln y + \operatorname{sgn} z$

```
\sin a \cos b \tan c \cot d \sec e \csc f
```

$\sin a \cos b \tan c \cot d \sec e \csc f$

```
\sinh g \cosh h \tanh i \coth j
```

$\sinh g \cosh h \tanh i \coth j$

```
\arcsin k \arccos l \arctan m
```

$\arcsin k \arccos l \arctan m$

```
\lim n \limsup o \liminf p
```

$\lim n \limsup o \liminf p$

```
\min q \max r \inf s \sup t
```

$\min q \max r \inf s \sup t$

```
\exp u \lg v \log w
```

$\exp u \lg v \log w$

```
\ker x \deg x \gcd x \Pr x \det x \hom x \arg x \dim x
```

$\ker x \deg x \gcd x \Pr x \det x \hom x \arg x \dim x$

Figure 1: tabella con i simboli più comunemente utilizzati



Una formula `in display`, invece, è un'espressione che  $\text{\LaTeX}$  compone separate dal contesto per *metterla in mostra* e farla risaltare sulla pagina.

La maniera più semplice per ottenere una formula staccata dal testo consiste nell'ambiente delimitato da `\[` e `\]`.

Un altro metodo, poco usato e sconsigliato, è l'inserimento del doppio dollaro (`$$...$$`). Questo potrebbe compromettere la corretta spaziatura delle formule. [Fairbairns, 2014 - pg. 228]

Una formula in display e' un'espressione che  $\text{\LaTeX}$  compone su linee a se' stanti:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

Una formula in display e'  
un'espressione che  
 $\text{\LaTeX}$  compone su  
linee a se' stanti:

```
\[  
\lim_{n \to \infty}  
  \sum_{k=1}^n  
  \frac{1}{k^2} =  
  \frac{\pi^2}{6}  
\]
```

# Ambiente equation

Un altro ambiente che permette di scrivere equazioni in display è l'ambiente `equation`.

```
\begin{equation}  
...< equazione >...  
\end{equation}
```

Tale ambiente, di *default* numera le equazioni. Questo non avviene se l'ambiente utilizzato contiene l'asterisco.

```
\begin{equation*}  
...< equazione >...  
\end{equation*}
```

Dalla formula (1)  
si deduce che...

$$e^{i\pi} + 1 = 0 \quad (1)$$

Dalla formula~\eqref{eqn:eulero}  
si deduce che\dots

```
\begin{equation}
  \label{eqn:eulero}
  e^{i\pi}+1=0
\end{equation}
```

L'ambiente `gather` serve per scrivere più formule di seguito, senza alcun allineamento

$$2x - 5y = 8 \quad (2)$$

$$3x^2 + 9y = 3a + c \quad (3)$$

```
\begin{gather}
2x - 5y = 8 \\
3x^2 + 9y = 3a + c
\end{gather}
```

All'interno di `equation` possiamo introdurre `split`, il quale divide l'equazione su più righe con `\\`, dando anche la possibilità di indentare una sola volta per riga con l'aiuto di `&`, che dirà a  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  cosa allineare nel testo.

$(a + b)^2 = (a + b)(a + b)$	<code>\begin{equation*}</code>
	<code>\begin{split}</code>
$= a^2 + 2ab + b^2$	<code>(a+b)^2&amp;=(a+b)(a+b)\\</code>
	<code>&amp;=a^2+2ab+b^2</code>
	<code>\end{split}</code>
	<code>\end{equation*}</code>

L'ambiente `align` incolonna gruppi di due o più formule mettendo e numerando ciascuna su una riga a sé, come mostra l'esempio seguente:

$$\begin{array}{rcl} a & = & b + c + d \quad (4) \\ e & = & f \\ x - 1 & = & y + z \quad (5) \end{array}$$

```
\begin{align}
  a &= b+c+d \\
  e &= f \notag \\
  x-1 &= y+z
\end{align}
```

# Ambiente cases

Per i sistemi o per le definizioni a tratti, l'ambiente consigliato è l'ambiente `cases`.

Anche in questo caso, esso viene definito nell'ambiente `equation`, & si può usare una sola volta per riga

$$\theta(t) = \begin{cases} 0 & \text{se } n < 0 \\ 1 & \text{se } n \geq 1 \end{cases} \quad (6)$$

```
\begin{equation}
  \theta(t)=
  \begin{cases}
    0 & \text{se } \$n<0\$} \\
    1 & \text{se } \$n\geq 1\$}
  \end{cases}
\end{equation}
```



# Ambiente `subequations`

A volte è utile poter riferirsi sia ad un'unica equazione sia ad un insieme di più equazioni.

Questo problema è risolto da `subequations`, che numera le diverse righe usando le lettere, lasciando all'ambiente un unico riferimento.

L'ambiente `equation` o l'ambiente `align` è richiamato all'interno dell'ambiente `subequations`.

# Ambiente subequations

Le formule (7), e in  
particolare la (7b),  
...

$$a = b + c \quad (7a)$$

$$c = d \quad (7b)$$

$$e = f + g \quad (7c)$$

Le formule~\eqref{eqn:schema},  
e in particolare  
la~\eqref{eqn:sub}, \dots  
`\begin{subequations}`  
    `\label{eqn:schema}`  
    `\begin{align}`  
        `a &= b+c \\`  
        `c &= d \label{eqn:sub}`  
    `\\`  
        `e &= f+g`  
    `\end{align}`  
`\end{subequations}`

La funzione `multline` è utile, ad esempio, se abbiamo a che fare con somme lunghe che vorremmo distribuire su più righe: la prima riga sarà allineata a sinistra, l'ultima a destra, mentre tutte le altre verranno centrate.

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{2^n} &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \\ &+ \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \dots = 1 \end{aligned} \tag{8}$$

```
\begin{multline}
\sum_{n=1}^{+\infty}
\frac{1}{2^n} =
\frac{1}{2} + \frac{1}{4}
+ \frac{1}{8} +
\frac{1}{16} + \backslash
+ \frac{1}{32} +
\frac{1}{64} + \dots = 1
\end{multline}
```

Per inserire del testo negli ambienti matematici possiamo usare il comando `\text{}`:

```
\begin{equation*}
  y=x^2\quad \text{equazione di una parabola}
\end{equation*}
```

$$y = x^2 \quad \text{equazione di una parabola}$$

Per fare le parentesi tonde e quadre basta usare il carattere da tastiera, mentre per le parentesi graffe, che vengono usate per delimitare gli argomenti dei comandi, dobbiamo usare `\{ \}`.

Tuttavia se usiamo solo il carattere da tastiera le parentesi non si adatteranno alla dimensione dell'equazione e spesso potremmo trovarci con orribili risultati come  $(\frac{t}{2})$ . Per ovviare al problema quando necessario dobbiamo mettere `\left[ \right]`:

`\left(\dfrac{t}{2}\right)`:  $\left(\frac{t}{2}\right)$ .

Una componente molto utile per le formule matematiche sono le lettere dell'alfabeto greco. Queste si scrivono chiamandole con il loro nome con la prima lettera maiuscola o minuscola a seconda se si vuole fare la lettera maiuscola o minuscola. Alcune lettere hanno anche delle varianti.

Elenco lettere greche

Vi sono diversi modi per scrivere le frazioni:

$$\frac{3}{4} \quad \frac{17}{16} \quad \frac{13}{8}$$

in line:  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{2}{3}$

`$$\frac{3}{4}\quad`  
`\tfrac{17}{16}\quad`  
`\dfrac{13}{8} $$`

in line:  `$\frac{1}{2}$ e`  
 `$\dfrac{2}{3}$`


$\backslash leftarrow$   $\backslash gets$   $\backslash rightharpoonup$   $\backslash to$   $\backslash leftrightarrow$ 
 $\leftarrow \leftarrow \rightarrow \rightarrow \leftrightarrow$ 
 $\backslash longleftarrow$   $\backslash longrightarrow$ 
 $\longleftrightarrow$ 
 $\backslash mapsto$   $\backslash longmapsto$   $\backslash hookrightarrow$   $\backslash hookleftarrow$ 
 $\mapsto \mapsto \hookrightarrow \hookleftarrow$ 
 $\backslash nearrow$   $\backslash searrow$   $\backslash swarrow$   $\backslash nwarrow$ 
 $\nearrow \searrow \swarrow \nwarrow$ 
 $\backslash uparrow$   $\backslash downarrow$   $\backslash updownarrow$   $\backslash leftrightarrows$ 
 $\uparrow \downarrow \updownarrow \rightleftharpoons$ 
 $\backslash rightharpoonup$   $\backslash rightharpoonupdown$   $\backslash leftharpoonup$   $\backslash leftharpoonupdown$ 
 $\rightarrow \rightarrow \leftarrow \leftarrow \uparrow \uparrow \downarrow \downarrow$ 
 $\backslash upharpoonleft$   $\backslash upharpoonright$   $\backslash downharpoonleft$   $\backslash downharpoonright$ 
 $\backslash Leftarrow$   $\backslash Rightarrow$   $\backslash Leftrightarrow$ 
 $\Leftrightarrow \Rightarrow \Leftrightarrow$ 
 $\backslash Longleftarrow$   $\backslash Longrightarrow$   $\backslash Longleftrightarrow$  (o  $\iff$ )

 $\Longleftarrow \Longrightarrow \Longleftrightarrow (o \iff)$ 
 $\backslash Uparrow$   $\backslash Downarrow$   $\backslash Updownarrow$ 
 $\Uparrow \Downarrow \Updownarrow$



Abbiamo diverse possibilità per scrivere le matrici, a seconda della parentesi che le racchiude, in qualunque caso & separa gli elementi di una riga e \\ separa le colonne<sup>2</sup>

<code>\begin{matrix} x &amp; y \\ z &amp; v \end{matrix}</code>	$\begin{matrix} x & y \\ z & v \end{matrix}$
<code>\begin{vmatrix} x &amp; y \\ z &amp; v \end{vmatrix}</code>	$\begin{vmatrix} x & y \\ z & v \end{vmatrix}$
<code>\begin{Vmatrix} x &amp; y \\ z &amp; v \end{Vmatrix}</code>	$\begin{Vmatrix} x & y \\ z & v \end{Vmatrix}$
<code>\begin{bmatrix} 0 &amp; \cdots &amp; 0 \\ \vdots &amp; \ddots &amp; \vdots \\ 0 &amp; \cdots &amp; 0 \end{bmatrix}</code>	$\begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$
<code>\begin{Bmatrix} x &amp; y \\ z &amp; v \end{Bmatrix}</code>	$\begin{Bmatrix} x & y \\ z & v \end{Bmatrix}$

<sup>2</sup>Come vedremo la prossima lezione con le tabelle. 

# Esempio: Limiti, Integrali e Somme

$$\lim_{t \rightarrow -\infty} \varphi(t)$$
$$\int_{-\Delta}^{\Delta} \frac{\sin x}{x} dx$$
$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n e^{-int}$$

```
\begin{gather*}
  \lim_{t \to -\infty}
  \varphi(t) \\\
  \int_{-\Delta}^{\Delta} \frac{\sin x}{x} dx \\\
  \sum_{n=-\infty}^{+\infty}
  c_n e^{-int}
\end{gather*}
```

# Derivate e differenziali

`\dd`  $\rightarrow d$

`\dd x`  $\rightarrow dx$

`\dd{x}`  $\rightarrow \mathrm{d}x$


`\dd[3]{x}`  $\rightarrow d^3x$

`\dd(\cos\theta)`  $\rightarrow d(\cos\theta)$

`\dv{x}`  $\rightarrow \frac{d}{dx}$

`\dv{f}{x}`  $\rightarrow \frac{df}{dx}$

`\dv[n]{f}{x}`  $\rightarrow \frac{d^n f}{dx^n}$

`\dv{x}(\grave{a})`  $\rightarrow \frac{d}{dx}$  

`\dv*{f}{x}`  $\rightarrow df/dx$

`\pderivative{x}`  $\rightarrow \frac{\partial}{\partial x}$

`\pdv{x}`  $\rightarrow \frac{\partial}{\partial x}$

`\pdv{f}{x}`  $\rightarrow \frac{\partial f}{\partial x}$

`\pdv[n]{f}{x}`  $\rightarrow \frac{\partial^n f}{\partial x^n}$

no spacing (not recommended)

automatic spacing based on neighbors

optional power

long-form; automatic braces

one argument

two arguments

optional power

long-form; automatic braces, spacing

inline form using `\flatfrac`

alternate name

shorthand name

two arguments

optional power