

Introduzione a L^AT_EX

Lezione 2

Elisabetta Ferri, Sebastiano Guaraldo,
Giorgio Micaglio, Gianluca Nardon

AISF
Comitato Locale di Trento

Anno Accademico 2024/2025

Un grande vantaggio di \LaTeX è quello di permettere di scrivere in modo semplice e professionale **formule ed espressioni matematiche**, che su altri editor risultano di difficile gestione.

I **pacchetti** principali per lavorare in ambiente matematico sono:

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

Come già suggerito nella lezione precedente, si consiglia di **aggiungere** ad ogni nuovo documento tutti e tre i pacchetti, indipendentemente dal loro effettivo utilizzo.

Il Dollaro \$ e le Formule “in linea”

Come già accennato nella Lezione 1, il dollaro \$ rientra nella categoria dei “caratteri speciali”, riservati a L^AT_EX per comandi specifici, in questo caso per delimitare un ambiente matematico.

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

In questo modo la formula non viene scritta capo, ma semplicemente inserita all'interno del testo: chiameremo queste formule “in linea”.

Inoltre:

Una formula in linea
e' incorporata nel testo:

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

Una formula in linea e'
incorporata nel testo:

`$\lim_{n \to \infty}`

`\sum_{k=1}^n`

`\frac{1}{k^2} =`

`\frac{\pi^2}{6}`\$

L^AT_EX modifica il meno possibile l'interlinea del capoverso, a costo di ridimensionare e gestire in maniera arbitraria la formula in linea. Se da un lato questo metodo permette di guadagnare spazio all'interno del testo e non interrompere la fluidità del discorso, d'altro canto la leggibilità della formula potrebbe essere messa seriamente in discussione.

Spaziatura in ambiente matematico

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 `\` e il carattere che viene dopo poiché anche `\` è considerato carattere speciale)
- ◇ `\enskip`: crea uno spazio di metà em¹
- ◇ `\quad`: crea uno spazio di un em
- ◇ `\qqquad`: crea uno spazio di due em
- ◇ `\~`: crea uno spazio di un singolo carattere²

¹Un “em” è una lunghezza che dipende dal font, tipicamente definita come la larghezza del carattere M nel font che si sta utilizzando

²La tilde invece di creare semplicemente lo spazio funziona come **carattere vuoto** e questo è utile quando si vuole andare a capo più volte poiché L^AT_EX 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^x_3 .

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**: $e^{-x^2_{a_n}}$ si traduce in $e^{-x^2_{a_n}}$.

Nulla vieta di utilizzare le parentesi graffe per scrivere un solo apice/pedice alla volta. Anzi, molto spesso è consigliato per tenere traccia dell'evoluzione di formule complesse da inserire nel documento. Pertanto, scrivere $e^{-x^2_{a_n}}$ oppure $e^{-x^{\{2\}}_{a_{\{n\}}}}$ produce lo stesso risultato!

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.

Nei link qui sotto potete trovare una lista abbastanza completa di simboli, ma online è pieno di raccolte più specifiche per soddisfare le vostre fantasie matematiche più sfrenate.

[Elenco dei simboli 1](#)

[Elenco dei simboli 2](#)

Pro tip: l'app Detexify può essere di grande aiuto. In alternativa, se siete proprio curiosi di conoscere tutti i 20323 simboli permessi, li potete trovare [qui](#).

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`
`\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 L^AT_EX compone separata 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 \displaystyle e \displaystyle .

Un altro metodo, poco usato e sconsigliato, è l'inserimento del doppio dollaro ($\$ \$ \dots \$ \$$). Questo potrebbe compromettere la corretta spaziatura delle formule.

Una formula in display e' un'espressione che L^AT_EX compone su linee a se' stanti, isolandola dalla riga di testo:

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

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

Il risultato è sicuramente una formula più leggibile rispetto a quella in linea, anche se la scorrevolezza del documento viene interrotta.

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 L^AT_EX cosa allineare nel testo.

$$\begin{aligned}(a+b)^2 &= (a+b)(a+b) \\ &= a^2 + 2ab + b^2\end{aligned}$$

```
\begin{equation*}
  \begin{split}
    (a+b)^2&=(a+b)(a+b)\\
    &=a^2+2ab+b^2
  \end{split}
\end{equation*}
```

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}
```

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}
```


A volte è utile poter *referirsi 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**.



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}`

Ambiente `multline`

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.

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{2^n} &= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \\ &+ \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \\ &+ \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \\ &+ \frac{1}{256} + \dots = 1 \end{aligned} \quad (8)$$

```
\begin{multline}
\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} +
\frac{1}{128} + \\
+ \frac{1}{256} + \dots = 1
\end{multline}
```

Testo in ambiente matematico

Per inserire del *testo* negli ambienti matematici possiamo usare il comando `\text{}` che ci permette temporaneamente di uscire dall'ambiente matematico:

```
\begin{equation*}  
  y=x^{2}\qquad \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 risultati orribili come $(\frac{t}{2})^4$.

Per ovviare al problema quando necessario possiamo utilizzare `\left[\right]`: `\left(\dfrac{t}{2}\right)^4`: $\left(\frac{t}{2}\right)^4$.

Molto utilizzate nelle 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 del tipo di carattere che si vuole stampare. 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 linea: $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$

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

In linea: `\frac{1}{2}` e
`\dfrac{2}{3}`

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡

Matrici

Abbiamo diverse possibilità per scrivere le matrici, a seconda del tipo di parentesi che vogliamo utilizzare per racchiuderle. La regola generale è quella di usare `&` per separare gli elementi di una riga e `\\` per passare alla colonna successiva³. Alcuni esempi con varie costruzioni sono riportati qua sotto:

`\begin{matrix} x & y \\ z & v \end{matrix}`

$$\begin{matrix} x & y \\ z & v \end{matrix}$$

`\begin{vmatrix} x & y \\ z & v \end{vmatrix}`

$$\begin{vmatrix} x & y \\ z & v \end{vmatrix}$$

`\begin{Vmatrix} x & y \\ z & v \end{Vmatrix}`

$$\begin{Vmatrix} x & y \\ z & v \end{Vmatrix}$$

`\begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}`

$$\begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

`\begin{Bmatrix} x & y \\ z & v \end{Bmatrix}`

$$\begin{Bmatrix} x & y \\ z & v \end{Bmatrix}$$

³Come 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\limits_{-\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