Guide to conventions and packages for the HKNotes project

Mario Rossi

Luigi Bianchi

Anna Verdi

Giulia Neri

# Introduction

In this file, which has the same structure as the notes you will have to write, I will show you the basic usage of some packages and explain the structure of the project.

## Project Structure

The project contains several folders:

* chapters, where you will insert a .tex file for each chapter with the same name (you can also name them chapter 1, 2, but trust me, if you name them sensibly, it will be much easier to reorder them later);
* res, this folder will contain any source files of type .gbb from Geogebra and .py if you want to use Python for creating graphs. Every time you create a graph, you must save the source file in the corresponding folder. Additional folders will be added based on the future tools chosen for generating graphs or other resources.
  + gbb, contains the Geogebra source file. It must be saved to ensure you can modify the corresponding graph in the future.
  + py, I’ve prepared some .py scripts to evaluate the potential of using matplotlib for creating your graphs. Inside, you will also find a file named run\_all\_scripts.py, which allows you to run all other .py files in the folder and automatically generate all the graphs. Note that this solution avoids the issue of saving the graphs; in fact, the various examples you can take as base templates for your graphs automatically save in the ./res/svg folder, with the same name as the .py file and in svg format.
  + svg: this is where all the resources used within your notes will be placed, such as any svg files generated from Geogebra or Python or draw.io. draw.io is a powerful tool that allows you to intuitively and graphically create diagrams and electrical circuits. In this specific case, you don’t need to save both the source and the svg, just the file in .drawio.svg format, because it can be used both in LaTeX as svg and in draw.io for future modifications.
* template.tex, this is where the magic happens. Basically, you only need to focus on organizing the chapters in the order you prefer, and you may need to modify a few small things that will be indicated to you as the project takes shape, such as inserting your information if you want to be credited and a brief explanation of the changes made to the document.
* Other files you don’t need to worry about are generated automatically by the compiler. The only significant one will be main.pdf or whatever you named the main file, which will be the compiled .pdf file and and it is located in the build folder in a folder named the same as the one that contains the project you are compiling.

## Document Class Attributes

When creating a LaTeX document, you can specify various attributes in the \documentclass command to customize the appearance and behavior of your document. Here are the attributes you can use with the HKNdocument class:

### Language

You can set the language of the document to either Italian or English. The default language is Italian. To set the language, use one of the following options:

* italian (default)
* english

### Table of Contents (ToC) Depth

You can control the depth of the Table of Contents (ToC) by specifying one of the following options:

* toc=chapters: Shows only chapters in the ToC (tocdepth=0)
* toc=sections: Shows chapters and sections (tocdepth=1)
* toc=subsections (default): Shows up to subsections (tocdepth=2)
* toc=subsubsections: Shows up to sub-subsections (tocdepth=3)

### Font Size

You can set the base font size of the document using one of the following options:

* 10pt
* 11pt (default)
* 12pt

### Example Usage

Here is an example of how to use the \documentclass command with the HKNdocument class and some of the attributes mentioned above:

\documentclass[english, toc=sections, 12pt]{HKNdocument}

This command sets the document language to English, includes chapters and sections in the Table of Contents, and sets the base font size to 12pt.

# Graphs

Here, I will simply show you how to import graphs in .svg format, add captions to them, and resize them properly.

|  |
| --- |
|  |

This is the example graph I created with Geogebra, with a caption and an associated label. To import SVG graphs, you need to install Inkscape, add it to the system path (watch out for the path, nothing works if you don’t do this, it’s usually C:/Program Files/Inkscape/bin), and modify the compiler flag by adding -shell-escape. If you are on Overleaf, it does this automatically (lucky you who didn’t waste 1 hour figuring this out, as a revenge, I write the most important things in the captions xD).

|  |
| --- |
|  |

This is the 2d graph I created with matplotlib, see script.

|  |
| --- |
|  |

This is the continuous 3d graph I created with matplotlib, see script.

|  |
| --- |
|  |

This is the continuous 3d graph I created with matplotlib, see script.

|  |
| --- |
|  |

A dummy conceptual map created with the draw.io online editor.

|  |
| --- |
|  |

A basic circuit created with the draw.io online editor.

If you open the .tex file, you will notice that I have inserted the \href command between each graph. This is to prevent LaTeXfrom optimizing the space by fragmenting the bulleted list below between the graphs. Don’t believe me? Try it and see what chaos it creates.

Labels can be associated with many objects in Matlab, make good use of them! Especially when you need to refer to formulas, tables, or graphs in your text. Here are all the ways you can reference an object with an associated label:

1. \ref{graph:esempiografico}: To refer to the number associated with the label, such as a figure, table, section, etc. (example: Figure [2.1](#graph:esempiografico)).
2. \pageref{graph:esempiografico}: To refer to the page number where the labeled object appears (example: See page ).
3. \hyperref{graph:esempiografico}: If you use the hyperref package, you can click the reference to go directly to the figure, table, etc.
4. \eqref{graph:esempiografico}: To refer to an equation, if the label has been applied to an equation environment (example: as shown in equation [[graph:esempiografico]](#graph:esempiografico)).

# Assigning Labels to Equations in LaTeX and Citing Them Later

I don’t want to talk to you about how to write mathematics, there are millions of guides on this topic. Instead, I want to talk about the ability to assign labels to equations in LaTeX so that they can be cited later.

## Introduction

One of LaTeX’s most powerful features is the ability to assign labels to equations and then easily cite them within the document. This is particularly useful in scientific and technical documents, where it’s often necessary to refer to specific equations. In this chapter, we will see how to label equations and how to cite them automatically, ensuring that the equation number is updated correctly during the document compilation.

## Assigning a Label to an Equation

To label an equation, you need to use the \label{} command within the environment where the equation is written (e.g., equation, align, etc.). The argument of the \label{} command is the name of the label, which must be unique in the document.

Here’s an example of labeling an equation:

In this case, the equation is labeled with eqn:energy. Now, LaTeX will automatically assign a number to this equation, which can be cited later in the document.

## Citing an Equation

To reference the labeled equation, use the \ref{} command. The argument of the \ref{} command is the name of the label that was assigned to the equation.

Here’s how to cite the previous equation:

As shown in equation [[eqn:energy]](#eqn:energy), Einstein’s famous formula relates energy to mass.

The result will be:

As shown in equation (1), Einstein’s famous formula relates energy to mass.

LaTeX will automatically replace \ref{eqn:energy} with the equation number (e.g., ), which will update if other equations are added or removed from the document.

## Citing an Equation with a Prefix

If you want to add a prefix to the equation number (like "Eq." or "Equation"), you can do so manually. For example:

As shown in [[eqn:energy]](#eqn:energy), Einstein’s famous formula relates energy to mass.

The result will be:

As shown in (1), Einstein’s famous formula relates energy to mass.

## Citations with the align Environment

When using environments like align, which allow you to write multiple equations on separate lines, you can label each individual equation. Here’s an example:

To cite the individual equations:

As shown in [[eqn:sum]](#eqn:sum) and [[eqn:diff]](#eqn:diff), the operations of addition and subtraction are defined respectively.

The result will be:

As shown in (1) and (2), the operations of addition and subtraction are defined respectively.

## Citing an Equation with the \eqref Command

If you want to cite an equation including the parentheses around the equation number automatically, you can use the \eqref{} command instead of \ref{}. Here’s how:

As shown in [[eqn:energy]](#eqn:energy), Einstein’s formula expresses energy in terms of mass.

The result will be:

As shown in (1), Einstein’s formula expresses energy in terms of mass.

# Boxes

## Boxing examples

Additionally, the numbering between different types of boxes (such as Definitions, Theorems, Exercises, etc.) is independent. This means that the numbering for Definitions will not affect the numbering for Theorems, and so on. The numbering of the various boxes (such as Definitions, Theorems, Exercises, etc.) is automatically reset at the beginning of each chapter. This means that every time a new chapter starts, the box counter resets to 1.

An example of a definition This is an example of a colored box with the title "Definition" in English.

An example of a theorem This is an example of a colored box with the title "Theorem" in English.

An example of a corollary This is an example of a colored box with the title "Corollary" in English.

An example of an exercise This is an example of a colored box with the title "Exercise" in English.

An example of an observation This is an example of a colored box with the title "Observation" in English.

# Tables with longtables

## Longtable Example

Example of a Longtable with Caption and Label

| **Concetto** | **Tipo** | **Volume** | **Motivazione** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Concetto** | **Tipo** | **Volume** | **Motivazione** |
| Continua all pagina successiva | | | |
| Utente | E | 30.000.000 | Ipotizziamo una piattaforma in cui sono iscritte 30 milioni di utenti |
| Host | E | 150.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma si iscriveranno circa 150 mila host |
| Alloggio | E | 169.000 | Ipotizziamo che nella piattaforma verranno registrati circa 169 mila alloggi |
| Prenotazione | E | 36.000.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma siano state effettuate circa 36 milioni di prenotazioni |
| Soggiorno | E | 34.920.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma ci siano stati circa 35 milioni di soggiorni |
| Recensione | E | 12.000.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma vengano scritte circa 12 milioni di recensioni |
| Commento | E | 16.000.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma vengano scritti circa 16 milioni di commenti |
| Lista | E | 45.000.000 | Ipotizziamo che sulla piattaforma vengano create circa 45 milioni di liste di alloggi preferiti |
| Servizio | E | 20 | Ipotizziamo che sulla piattaforma vengano messi a disposizione circa 20 servizi differenti |
| Possedimento | R | 169.000 | Ipotizziamo che nella piattaforma ogni host abbia almeno un alloggio, e che 1 host su 8 abbia 2-3 alloggi |
| Richiesta | R | 36.000.000 | Ipotizziamo che nella piattaforma 4 utenti registrati su 5 abbiano fatto almeno una prenotazione, e 1 su 5 ne abbia fatto almeno 3 |
| Generazione | R | 34.920.000 | Ipotizziamo che sul totale delle prenotazioni, circa il 2% vengano cancellate. Tutte le altre diventano soggiorni effettivi |
| Elaborazione | R | 12.000.000 | Ipotizziamo che 1 utente su 3 che ha effettuato una prenotazione poi scriva una recensione |
| Contenuto | R | 16.000.000 | Ipotizziamo che circa 1 recensione su 3 abbia un thread con almeno 3 commenti e 1 su 3 abbia un solo commento |
| Creazione | R | 45.000.000 | Ipotizziamo che circa 6 utenti su 10 creino delle liste, con una media di 2-3 liste per ciascuno di questi utenti |
| Scritto | R | 16.000.000 | Ipotizziamo che circa 1 utente su 5 abbia scritto un commento, e di questi uno ne abbia scritto circa 2-3 |
| Correlazione | R | 12.000.000 | Ipotizziamo che circa 1 soggiorno su 6 riceva una recensione da parte dell’utente o dell’host, e che 1 su 6 la riceva da parte di entrambi |
| Riserva | R | 36.000.000 | Ipotizziamo che tutti gli alloggi vengano riservati circa 36 milioni di volte, una volta per ogni prenotazione |
| Offerto | R | 250.000 | Ipotizziamo che ogni alloggio offra più di una decina di servizi |
| Valutazione | R | 2.000.000 | Ipotizziamo che circa 1 recensione su 3 viene scritta verso un alloggio |

## Syntax exaplanation

The syntax used in LaTeX for the table [5.1](#tab:longtable_example) with the longtable package is as follows:

* **Table Declaration**:
* \begin{longtable}{|l|c|c|p{6.2cm}|}
* Here, a table is declared with 4 columns. The first column is left-aligned (l), the second and third columns are centered (c), while the fourth column has a width of 6.2 cm and adjusts to the content (p{6.2cm}).
* **Table Header**:
* \hline \textbf{Concept} & \textbf{Type} & \textbf{Volume}  
   & \textbf{Reason} \\\hline
* These lines are used to define the header of the table and separate it from the subsequent rows with a horizontal line.
* **Commands for Different Table Sections**:
  + endfirsthead: Defines the header to be used on the first page of the table.
  + endhead: Defines the header to be used on the following pages of the table.
  + endfoot: Defines the footer for each page of the table.
  + endlastfoot: Defines the final footer of the table.
* **Data Rows**: Each data row is separated by  
  and ends with hline to add a horizontal line after each row. The data in each cell is separated by &.
* Example:
* User & E & 30.000.000 & {Let’s assume a platform with 30  
   million users} \\\hline
* This structure allows the creation of tables that can span multiple pages and contains horizontal lines in both the headers and between the data, maintaining a clear and readable format.

# Interferenza e diffrazione

## Interferenza

A grande distanza da una sorgente di onde sferiche si pone uno schermo con fenditure allineate a reciproca distanza .

Ciascuna delle fenditure agisce come sorgente puntiforme di onde sferiche.

Poiché provengono dallo stesso fronte d’onda della stessa onda (che si approssima a onda piana data la grande distanza delle fenditure dalla sorgente), le nuove onde sferiche saranno **coerenti**, cioè:

* Stessa polarizzazione (i campi elettrici sono tutti paralleli al piano)
* Stessa ampiezza massima .
* Stessa pulsazione .
* Stessa fase iniziale .

Consideriamo i raggi dalle sorgenti allo stesso punto posto su un ulteriore schermo paralleo al primo e a distanza dalle fenditure.

I campi elettrici in sono, per :

In virtù del principio di sovrapposizione degli effetti, il campo elettrico totale in è

Si definiscono le fasi

Le differenze di fase (ad esempio, tra le prime due, ) sono costanti nel tempo. Inoltre, poiché le fenditure sono equispaziate, allora le differenze di fase tra onde successive sono approssimativamente uguali tra loro (e uguali a come appena definita).

I campi elettrici si possono rappresentare sul piano complesso e, visto che la differenza di fase è costante, si fissa in modo da mette sull’asse reale per semplicità.

Per sommare dei complessi, disponiamo i vettori in punta-coda e consideriamo il circocentro delle punte e code. Detto il raggio della circoscritta, si può ottenere l’ampiezza del campo elettrico risultante:

L’intensità, quindi, è

Inoltre, poiché , definendo come l’angolo a cui si trova rispetto alla perpendicolare allo schermo,

Quindi

Questa funzione quantifica quanta luce si vede sullo schermo in funzione di .

Va notato che il tempo non compare nell’equazione, quindi questa intensità si osserva fissa sullo schermo.

Inoltre, le figure di interferenza sono distinte per ogni lunghezza d’onda proveniente dalla sorgente: le lunghezze d’onda maggiori vengono deviate di più. Il prisma, invece, fa il contrario: devia maggiormente le lunghezze d’onda minori.

### Reticolo di interferenza

Si parla di reticolo di interferenza quando si hanno sorgenti separate da una distanza , ovvero esattamente il caso descritto dalla [[eq:reticolo]](#eq:reticolo).

Si osservano:

* Massimi principali in cui intervallati da regioni scure:
* Sono i punti in cui numeratore e denominatore si annullano a dare una forma indeterminata , che risulta essere un massimo.
* è detto **ordine del massimo**.
* minimi in cui tra ogni coppia di massimi principali:
* Sono i punti in cui si annulla il numeratore ma non il denominatore, poiché in quei casi si ha un massimo principale.
* massimi secondari tra ogni coppia di massimi principali:
* Vanno esclusi quelli che sarebbero in prossimità di un massimo principale.

Infine,

ovvero, esistono un numero finito di massimi e minimi.

### Doppia fenditura

Con e la distanza tra le fenditure, la [[eq:reticolo]](#eq:reticolo) si semplifica come

Si osservano:

* Massimi principali in cui :
* Si tratta dei punti in cui .
* Un minimo in cui tra ogni coppia di massimi principali:

L’**esperimento di Young** consiste nel mostrare la figura di interferenza a bande luminose dovuta a una doppia fenditura. Fu svolto all’inizio dell’Ottocento sulla base della teoria di Huygens (che risaliva al Seicento), poiché diventò possibile produrre onde coerenti. Per ottenere delle onde coerenti, il fronte d’onda proveniente da una singola fenditura veniva diviso in due fronti d’onda, che quindi erano coerenti tra loro. In questo modo si mostrava la natura ondulatoria della luce.

## Singola fenditura

Considerando una singola fenditura di ampiezza molto grande, un’onda piana che le vada contro passerebbe oltre. Diminuendo , inizialmente la zona illuminata diminuisce. Al di sotto di una certa dimensione (quando è confrontabile della lunghezza d’onda) la fenditura si comporta come una sorgente puntiforme e illumina tutto lo schermo.

Huygens aveva osservato questo fenomeno con le onde del mare.

**Principio di Huygens**: ogni fronte d’onda si propaga come se ogni tratto infinitesimo del fronte d’onda fosse una sorgente puntiforme.

Applicando questo principio a una piccola fenditura, ogni punto diventa sorgente di un’onda con ampiezza e differenza di fase con la sorgente successiva. Sommando i fasori come prima, la spezzata diventa un arco di circonferenza su cui insiste un angolo . Sia la lunghezza dell’arco di circonferenza:

Si osservano:

* Minimi in cui :
* Un massimo centrale in in cui . Questo massimo identifica una regione luminosa delimitata dai due minimi di ordine 1, cioè per
* Flebili massimi tra i minimi:

Questo fenomeno è detto **diffrazione** e si verifica sempre, anche per molto grande o molto piccolo.

* Se si vede solo e distintamente il massimo centrale e l’ombra intorno.
* Per , , cioè la fenditura tende a illuminare tutto lo schermo.
* Per , la fenditura tende a diventare una sorgente puntiforme.

Negli ultimi due casi non ci sono minimi. Per questo, solitamente, si parla di diffrazione solo per .

La diffrazione è la ragione per cui non vediamo oggetti troppo piccoli: la pupilla funge da fenditura e la retina rileva solo la figura di diffrazione. Esiste un limite alla capacità di risolvere i punti vicini, che si supera aumentando le dimensioni delle fenditure (siano queste pupille o lenti di telescopi).