

Εισαγωγή στο L^AT_EX - X_EL^AT_EX

Παναγή Αντρέας

Τμήμα Μαθηματικών
Εθνικόν και Καποδιστριακόν Πανεπιστήμιον Αθηνών
Αθήνα, Ελλάδα *

Νοέμβριος 2024



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Σημειώσεις για τα εργαστήρια του υποχρεωτικού μαθήματος Πληροφορική Ι,

Περιεχόμενα

I	ΠΡΩΤΗ ΕΠΑΦΗ	1
1	Εισαγωγή	1
1.1	Τι είναι το LaTeX	1
1.2	Τι είναι το XeLaTeX	1
1.3	Διαδεσιμότητα	1
1.4	Προτεινόμενη βιβλιογραφία	1
2	Οδηγίες Εγκατάστασης	2
2.1	LaTeX στο διαδίκτυο	2
2.2	MikTeX	2
2.3	TexMaker	2
2.4	Ρύθμιση TexMaker	2
II	ΠΡΟΟΙΜΙΟ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	4
3	Ρυθμίσεις Εγγράφου	4
3.1	Η εντολή documentclass	4
3.2	Πρότυπα - Templates	4
4	Πακέτα	5
5	Γραμματοσειρές	6
5.1	XeLaTeX αντί LaTeX	6
5.2	Εισαγωγή γραμματοσειρών	6
III	ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΡΟΣ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	7
6	Βασικές Εντολές και Χαρακτήρες	7
6.1	Χρήσιμες Εντολές	7
6.2	Δεσμευμένοι χαρακτήρες	7
7	Σύνδεση και Οργάνωση Κυρίως Μέρους	7
7.1	Περιβάλλοντα	7
7.2	Τίτλος	7
7.3	Ενότητες, Υπο-ενότητες, Υπο-υπο-ενότητες	8
8	Συγγραφή Μαθηματικού Κειμένου	8
8.1	Σύμβολα	8
8.2	Μαθηματικά Περιβάλλοντα	9
8.2.1	Έτοιμα Μαθηματικά Περιβάλλοντα	9
8.2.2	Δημιουργία Απλών Μαθηματικών Περιβαλλόντων	9
8.2.3	Πίνακες, Μαθηματικοί Πίνακες και Λίστες Στοιχείων	10
9	Μορφοποίηση Κειμένου	10
9.1	Εμφάνιση κειμένου	10
9.2	Εισαγωγή και χειρισμός κενών	10
9.3	Ελληνικά γράμματα σε μαθηματικό περιβάλλον	11

IV Εφαρμογές	12
10 Παραδείγματα	12
11 Ασκήσεις	13
11.1 Εισαγωγικές ασκήσεις	13
11.2 Προχωρημένες ασκήσεις	13
12 Λύσεις	14
12.1 Εισαγωγικές ασκήσεις	14
12.2 Προχωρημένες ασκήσεις	14

ΠΡΩΤΗ ΕΠΑΦΗ

1 Εισαγωγή

1.1 Τι είναι το LaTeX

Το LaTeX είναι ένα υψηλής ποιότητας σύστημα στοιχειοθεσίας, το οποίο περιλαμβάνει χαρακτηριστικά, σχεδιασμένα για την παραγωγή τεχνικών και επιστημονικών εγγράφων. Το LaTeX αποτελεί το κατά κανόνα σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται για έκδοση επιστημονικών εγγράφων.

Αρχικά, το 1978 ο Donald E. Knuth σχεδίασε το TeX, ένα επίσης ισχυρό σύστημα στοιχειοθεσίας. Το LaTeX δημιουργήθηκε αργότερα από τον Leslie Lamport και βασίστηκε στο TeX.

1.2 Τι είναι το XeLaTeX

Το LaTeX αρχικά σχεδιάστηκε ως ένα σύστημα προετοιμασίας εγγράφων (π.χ. άρθρων, βιβλίων κ.λπ.) τα οποία όμως θα γράφονταν στην αγγλική γλώσσα. Αυτή η αδυναμία του LaTeX ήταν ουσιαστικά αδυναμία του TeX. Κατ' επέκταση ήταν αδυναμία του συνόλου των χαρακτήρων ASCII.

Η εισαγωγή του προτύπου Unicode, το οποίο αποτελεί μια επέκταση του ASCII, επέτρεψε στα υπολογιστικά συστήματα να εμφανίζουν κείμενα σε διάφορες γλώσσες.

Έτσι το 2005 ο Jonathan Kew παρουσίασε μια επέκταση του TeX την οποία ονόμασε XeLaTeX, η οποία επεξεργαζόταν αρχεία κωδικοποιημένα σε UTF-8, την πιο γνωστή κωδικοποίηση του Unicode.

Με κάποιο κόπο και τη συνεισφορά αρκετών χρηστών, αλλά κυρίως του Will Robertson, του Khaled Hosny κ.ά., έγινε δυνατή η δημιουργία του XeLaTeX.

1.3 Διαδεσιμότητα

Το LaTeX, αποτελεί δωρεάν λογισμικό.

Περισσότερες πληροφορίες μπορεί κάποιος να βρει στην επίσημη ιστοσελίδα του LaTeX Project, στην διεύθυνση: <https://www.latex-project.org/>.

1.4 Προτεινόμενη βιβλιογραφία

Ένα πάρα πολύ καλό σύγγραμμα για το XeLaTeX, μπορείτε να το βρείτε δωρεάν εδώ:

<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/9115>

Προσοχή! Όταν ψάχνετε για οδηγούς εκμάθησης του LaTeX, ή οποιασδήποτε άλλης επέκτασής (flavor) του, να προτιμάτε όσο πιο επίκαιρες εκδοχές γίνεται, διότι τόσο το LaTeX όσο και τα πακέτα συνεχώς ενημερώνονται και βελτιώνονται.

Σημείωση!

Από εδώ και πέρα θα επικεντρωθούμε στο XeLaTeX την επέκταση (των δυνατοτήτων) του pdfLaTeX. Όποτε βρισκόμαστε σε σημαντική ενότητα και υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ των λειτουργιών των δυο αυτών

“flavors”, θα γίνεται συγκεκριμένη αναφορά στο κάθε ένα και πως να διαχειριζόμαστε ξεχωριστά (αναλόγως με ποιο χρησιμοποιούμε) την εκάστοτε λειτουργία για την οποία αναφερόμαστε.

2 Οδηγίες Εγκατάστασης

2.1 L^AT_EX στο διαδίκτυο

Υπάρχουν πάρα πολλές εκδόσεις του L^AT_EX, οι οποίες βρίσκονται στο διαδίκτυο, με μεγάλα πλεονεκτήματα, όπως η δυνατότητα ταυτόχρονης συνεργασίας μεταξύ χρηστών και ύπαρξη πολλών έτοιμων προτύπων (templates).

Η πιο ευρέως γνωστή ιστοσελίδα ονομάζεται [Overleaf](#).

2.2 MikTeX

Αρχικά θα πρέπει να γίνει η εγκατάσταση του Mik-TeX.

Το MiKTeX είναι μια σύγχρονη διανομή του TeX για Windows, Linux και macOS

Ο ενσωματωμένος διαχειριστής πακέτων του MiKTeX εγκαθιστά τα πακέτα που λείπουν, από το Διαδίκτυο, εάν απαιτείται. Αυτό δίνει την δυνατότητα ώστε, η εγκατάσταση TeX, να είναι όσο το δυνατόν ελάχιστη (“Just enough TeX”).

Η επίσημη ιστοσελίδα είναι η εξής: <https://miktex.org/>.

Σημείωση: Εναλλακτικά θα μπορούσαμε να εγκαταστήσουμε το TeX Live το οποίο εκτελεί μια πλήρη εγκατάσταση του L^AT_EX η οποία περιέχει εξ αρχής όλα τα πακέτα (χρειάζεται πολύ μεγαλύτερο ελεύθερο αποθηκευτικό χώρο).

2.3 TexMaker

Έπειτα προτείνεται η εγκατάσταση του TexMaker.

Το Texmaker είναι ένα δωρεάν, σύγχρονο και πολλαπλών πλατφορμών πρόγραμμα επεξεργασίας L^AT_EX για συστήματα Linux, macOS και Windows που ενσωματώνει πολλά εργαλεία που απαιτούνται για την ανάπτυξη εγγράφων με L^AT_EX, σε μία μόνο εφαρμογή.

Το Texmaker περιλαμβάνει υποστήριξη unicode, ορθογραφικό έλεγχο, αυτόματη συμπλήρωση, δίπλωμα κώδικα και ενσωματωμένο πρόγραμμα προβολής pdf με υποστήριξη synctex και λειτουργία συνεχούς προβολής.

Η επίσημη ιστοσελίδα είναι η εξής: <https://www.xmlmath.net/texmaker/index.html>.

Σημείωση: Υπάρχουν και άλλοι κειμενογράφοι (editors) όπως το TeXstudio, VS Code, Vim κ.α. ανάλογα με τις προτιμήσεις (και τις ανάγκες) του κάθε ενός.

2.4 Ρύθμιση TexMaker

Αφού ανοίξουμε την εφαρμογή TexMaker, κάνουμε:

Κλικ στο Options (Επιλογές)

Κλικ στο Configure TexMaker (Προσαρμογή TexMaker)

Στην καρτέλα Quick Build (Γρήγορη μεταγλώττιση) εκτελούμε τα ακόλουθα:

1. Κάνουμε κλικ (βάζουμε ·) στο XeLaTeX + View Pdf (XeLaTeX + προβολή PDF)

Στην καρτέλα Commands (Εντολές) εκτελούμε τα ακόλουθα:

1. Βάζουμε ✓ στο Use a “Build” subdirectory for output files (Επιλέξτε ένα ριζικό φάκελο για εξαγωγή)
2. Στο κουτάκι δίπλα από το XeLaTeX γράφουμε:
`xelatex -synctex=1 -interaction=nonstopmode -output-directory=build %.tex`
3. Αν θέλουμε σε ένα παράθυρο δίπλα απο τον κώδικα να βλέπουμε το pdf που αντιστοιχεί στον κώδικα που γράψαμε κάνουμε τα εξής (στην ίδια καρτέλα Commands):
 - (α΄) Στο PDF Viewer (Προβολέας PDF) κάνουμε κλικ στο Build-in Viewer (Ενσωματωμένος Προβολέας) (βάζουμε .)
 - (β΄) και κλικ στο embed (Ενσωμάτωση) (βάζουμε ✓)

ΠΡΟΟΙΜΙΟ ΕΓΓΡΑΦΟΥ

3 Ρυθμίσεις Εγγράφου

Αφού εγκαταστήσαμε και ρυθμίσαμε την κονσόλα και τον κειμενογράφο, είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε να γράφουμε το \LaTeX αρχείο μας!

Κάθε έγγραφο \LaTeX - $X\LaTeX$ αποτελείται από δύο μέρη.

Το πρώτο μέρος αποτελεί το προοίμιο (preamble) και το δεύτερο, το κυρίως μέρος, όπου ό,τι πληκτρολογείται θα εμφανιστεί στο παραγόμενο PDF.

Το προοίμιο αποτελείται από:

- Την εντολή `\documentclass[optional parameters]{document type}`
- Την εισαγωγή πακέτων
- Τον ορισμό εντολών κ.λ.π.
- Τον ορισμό γραμματοσειρών εγγράφου

3.1 Η εντολή `documentclass`

Αρχικά, ας δούμε την εντολή `\documentclass`.

Με την χρήση αυτής της εντολής, θέτουμε τα χαρακτηριστικά και τον τύπο που θέλουμε να έχει το έγγραφο.

Οι πιο βασικοί τύποι εγγράφου είναι το `article` και το `book`.

Αν θέλουμε να γράψουμε μια εργασία ή ένα απλό έγγραφο σαν και αυτό προτιμάμε το `article`, ενώ όταν θέλουμε να γράψουμε ένα βιβλίο προτιμάμε το `book`.

Μέσα στις [] βάζουμε τις παραμέτρους που αφορούν: το μέγεθος της σελίδας π.χ. `a4paper`, `a5paper`, το μέγεθος των γραμμάτων π.χ. `10pt` (default), `12pt` καθώς και άλλες εξατομικεύσεις που παρέχει το $X\LaTeX$.

Κάποια παραδείγματα είναι:

```
\documentclass[a4paper, 10pt]{article}
```

```
\documentclass[a4paper, 12pt, oneside, xelatex, final]{article}
```

3.2 Πρότυπα - Templates

Το $X\LaTeX$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πάρα πολλούς σκοπούς, συγγραφή βιβλίων, αναφορών, άρθρων αλλά και παρουσιάσεων (*beamer*), βιογραφικών αναφορών, γραμμάτων, καρτών, ημερολογίων, εκδόσεων κ.α.

Έτοιμα πρότυπα (templates) μπορεί κάποιος να βρει στις παρακάτω ιστοσελίδες:

<https://www.latextemplates.com/cat/presentations>

<https://www.overleaf.com/latex/templates>

Για συγγραφή διπλωματικών εργασιών στο ΕΚΠΑ, ένα ολοκληρωμένο template βρίσκεται στον παρακάτω σύνδεσμο:

<http://users.uoa.gr/~tmertzi/LaTeX/>

4 Πακέτα

Γενικά μιλώντας, ένα πακέτο είναι μια δέσμη εντολών, οι οποίες προσδέτουν λειτουργικότητα στο $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$. Για να φορτώσει το $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ένα συγκεκριμένο πακέτο, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε την εντολή: `\usepackage[options]{package_name}`.

Όταν χρησιμοποιούμε το $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ θα πρέπει πάντα να φορτώνουμε το πακέτο `fontspec`, το πακέτο `xltxtra` και το πακέτο `xunicode` (αν και τα τελευταία δύο πλέον θεωρούνται κάπως ξεπερασμένα).

Αν θέλουμε να ετοιμάσουμε ελληνικά έγγραφα, αναγκαίο είναι να φορτώσουμε το πακέτο `xgreek` του Απόστολου Συρόπουλου. Αν θέλουμε να γράψουμε κείμενο σε πολλές γλώσσες φορτώνουμε το `polyglossia` που αποτελεί διάδοχος του ευρέως διαδεδομένου `babel` (το οποίο επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί) στο $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$. Για να χρησιμοποιήσουμε το `polyglossia` πρέπει να δέσουμε κύρια γλώσσα με την εντολή `\setmainlanguage{γλώσσα}` (ώστε να έχει συλλαβισμό) και δευτερεύουσες γλώσσες με την εντολή `\setotherlanguages{γλώσσα1,γλώσσα2,...}`.

Για μπορούμε να εισάγουμε (οτιδήποτε) σε μαθηματικό περιβάλλον (ως μεταβλητή), συμπεριλαμβανομένου και των ελληνικών χαρακτήρων χρησιμοποιούμε το πακέτο `unicode-math` το οποίο ακολουθείτε πάντα από την εντολή `\setmathfont{}` η οποία δέτει την μαθηματική γραμματοσειρά που θα χρησιμοποιήσουμε.

Για συγγραφή μαθηματικών εγγράφων, τις αναγκαίες εντολές και λειτουργίες που χρειαζόμαστε, τις παίρνουμε μέσω των πακέτων `amsmath`, `amssymb`, `amsthm`, τα οποία έχει γράψει η AMS (American Mathematical Society)

Χρήσιμα πακέτα αποτελούν τα: `geometry` για τα περιθώρια του εγγράφου, `mathtools` για επιπλέον υποστήριξη μαθηματικών, τα `enumitem` για απαρίθμηση, τα `booktabs`, `array` για καλύτερους πίνακες, `graphicx` για εισαγωγή εικόνων και άλλων pdf, το `tikz` για γραφικές παραστάσεις, τα `hyperref`, `url` για υπερσυνδέσμους, `biblatex` για εισαγωγή βιβλιογραφίας, τα `algorithm2e`, `listings` για εισαγωγή ψευδο-κώδικα και κώδικα κάποιων γλώσσων προγραμματισμού αντίστοιχα.

Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να γράψουμε:

1. `\usepackage{fontspec}` % Για υποστήριξη unicode και χειρισμό fonts
2. `\usepackage{amsmath, amssymb, amsthm}` % Για μαθηματικά σύμβολα, εργαλεία κτλπ.
3. `\usepackage{mathtools}` % Για επιπλέον μαθηματικά εργαλεία
4. `\usepackage{unicode-math}` % Για να εισάγουμε (Ελληνικούς) χαρακτήρες σε μαθ. περιβάλλον
5. `\setmathfont{Latin Modern Math}` % Πρέπει να είναι εγκατεστημένη στο H/Y μας ¹
6. `\usepackage{xgreek}` % Για να γράφουμε Ελληνικό κείμενο
7. `\usepackage{enumitem}` % Για απαρίθμηση
8. `\setmainfont[Ligatures=TeX]{Katsoulidis}` % Πρέπει επίσης να είναι εγκατεστημένη ¹

Προσοχή! Η σειρά κλήσης των πακέτων είναι πολύ σημαντική. Επιφέρει διαφορετικά αποτελέσματα και ενδεχομένως σφάλματα (λόγω “συγκρούσεων”) π.χ. η γραμμή 3 πριν από την 4.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιούμε το $(\text{pdf})\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ (όχι το $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$) γράφουμε:

¹ Στο κεφάλαιο [Γραμματοσειρές](#) υπάρχουν οδηγίες εγκατάστασης.

1. `\usepackage[utf8]{inputenc}` % Θέτει την κωδικοποίηση σε utf-8
2. `\usepackage[LGR,T1]{fontenc}` % Θέτει την κωδικοποίηση των Ελληνικών και Αγγλικών font
3. `\usepackage[greek,english]{babel}` % Για προσθήκη γλωσσών και συλλαβισμού
4. `\usepackage{alphabeta}` % Για εισαγωγή ελληνικών γραμμάτων σε μαθηματικό περιβάλλον και τις γραμμές 2, 3, και 7, από την προηγούμενη αριθμηση.

Υπάρχουν αμέτρητα πακέτα, για κάθε ανάγκη που μπορεί να προκύψει. Αρκεί μια **αναζήτηση στο διαδίκτυο**.

Το documentation (περιγραφή) του κάθε πακέτου, μπορείτε να το βρείτε στην ιστοσελίδα:

<https://ctan.org/>

5 Γραμματοσειρές

5.1 Χ_ΕΛ_ΑΤ_ΕX αντί Λ_ΑΤ_ΕX

Ένα βασικό συστατικό κάθε εγγράφου είναι οι γραμματοσειρές. Το Λ_ΑΤ_ΕX επέτρεπε τη χρήση πολύ λίγων γραμματοσειρών και όχι γραμματοσειρών τύπου TrueType ή OpenType. Παρ' όλ' αυτά, το Χ_ΕΛ_ΑΤ_ΕX, επιτρέπει τη χρήση αυτών των γραμματοσειρών.

Για παράδειγμα, κάθε επίσημο έγγραφο του Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ), πρέπει να συντάσσεται με την γραμματοσειρά “Katsoulides”, την οποία μπορείτε να βρείτε στην επίσημη ιστοσελίδα <https://share.uoa.gr/public/Documents/new-logo/index.html> (Katsoulidis_ OTF).

5.2 Εισαγωγή γραμματοσειρών

Στο Λ_ΑΤ_ΕX χρησιμοποιείται το, περιορισμένων δυνατοτήτων, πακέτο fontenc (αντί του fontspec που χρησιμοποιούμε στο Χ_ΕΛ_ΑΤ_ΕX) για την διαχείριση των fonts (γραμματοσειρών).

Επίσης στο Λ_ΑΤ_ΕX, κατά κανόνα, επιλέγουμε γραμματοσειρές (γλωσσικές, μαθηματικές κλπ) που υπάρχουν ως πακέτα. Σε περίπτωση που έχουμε διαλέξει κάποιο (π.χ. `\usepackage{kerkis}` - γλωσσικό font, `\usepackage{TeX Gyre Pagella Math}` - μαθηματικό font), το καλούμε στο προοίμιο και εφαρμόζεται απευθείας ως τρέχουσα γραμματοσειρά στο κείμενό μας.

Παρ' όλ' αυτά το Χ_ΕΛ_ΑΤ_ΕX επεκτείνει τις δυνατότητες του Λ_ΑΤ_ΕX και μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε όποιο TrueType ή καλύτερα OpenType font θέλουμε, αρκεί να το έχουμε εγκατεστημένο στον υπολογιστή μας (κατεβάζουμε το αρχείο, το ανοίγουμε και πατάμε εγκατάσταση).

Χρησιμοποιούμε την εντολή `\setmainfont[Ligatures=TeX]{font name}` για την κύρια γραμματοσειρά του εγγράφου μας και την εντολή `\setmathfont{font name}` για την γραμματοσειρά του μαθηματικού κειμένου.

Επίσης χρησιμοποιούμε τις εντολές `\setsansfont{font name}` και `\setmonofont{font name}` για να δέσουμε τα αντίστοιχα font της αρεσκείας μας.

Για παράδειγμα (αφού τις εγκαταστήσουμε στον Η/Υ μας) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις γραμματοσειρές:¹

```
\setmainfont[Ligatures=TeX]{Katsoulidis} (επίσημη γραμματοσειρά ΕΚΠΑ)
\setmathfont{Latin Modern Math} (OTF έκδοση της μαθηματικής γραμματοσειράς του ΛΑΤΕX)
```

Στο παρόν έγγραφο χρησιμοποιούνται ως κύρια γραμματοσειρά η *Katsoulidis* και ως μαθηματική η *Latin Modern Math*. Την *Latin Modern Math* μπορείτε να την εγκαταστήσετε από εδώ:

<https://ctan.org/tex-archive/fonts/lm-math?lang=en> (Φάκελος OpenType)

¹Αφού έχουμε καλέσει και τα απαραίτητα πακέτα fontspec και unicode-math

ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΡΟΣ ΕΓΓΡΑΦΟΥ

6 Βασικές Εντολές και Χαρακτήρες

6.1 Χρήσιμες Εντολές

Κάποιες πολύ χρήσιμες εντολές, οι οποίες χρησιμοποιούνται αρκετά στην πράξη, είναι οι ακόλουθες: `\indent`, `\noindent` οι οποίες αντίστοιχα προσθέτουν και αφαιρούν κενό στην αρχή κάθε παραγράφου, οι εντολές: `\\`, `\newline`, οι οποίες αλλάζουν γραμμή και η `\newpage`, που δημιουργεί νέα σελίδα.

6.2 Δεσμευμένοι χαρακτήρες

Υπάρχουν μερικοί χαρακτήρες οι οποίοι είναι δεσμευμένοι από το \LaTeX , και χρησιμοποιούνται ώστε να εκτελούν (ή να αποτελούν μέρος εκτέλεσης) διεργασιών. Όταν όμως εμείς θέλουμε να εμφανίσουμε τους χαρακτήρες στο κείμενο πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον (δεσμευμένο) χαρακτήρα `\`.

Πιο συγκεκριμένα δεσμευμένοι χαρακτήρες είναι οι ακόλουθοι:

`#`, `$`, `%`, `&`, `_`, `{`, `}`, `\`, `~`, `^` οι οποίοι εμφανίζονται με τις εντολές:

`\#`, `\$`, `\%`, `\&`, `_`, `\{`, `\}`, `\textbackslash`, `\~`, `\^` αντίστοιχα (εφόσον υπάρχουν και στην γραμματοσειρά που χρησιμοποιούμε).

7 Σύνδεση και Οργάνωση Κυρίως Μέρους

7.1 Περιβάλλοντα

Εκτός από εντολές, το \LaTeX παρέχει περιβάλλοντα τα οποία ξεκινούν με την ετικέτα:

`\begin{environment}` και τελειώνουν με την ετικέτα `\end{environment}`.

Εδώ η λέξη *environment* είναι απλώς το όνομα κάποιου περιβάλλοντος.

Πρακτικά ένα περιβάλλον ορίζει μια περιοχή στο έγγραφο μας στην οποία ισχύουν κάποιες αλλαγές - τροποποιήσεις, οι οποίες χάνονται μόλις το \LaTeX «βγει» από το περιβάλλον.

Περιβάλλοντα τα οποία χρησιμοποιούνται αρκετά στην πράξη είναι τα `align` για στοίχιση, `enumerate`, `itemize` για απαρίθμηση, `equation`, `theorem` για εισαγωγή εξισώσεων και θεωρημάτων στο κείμενο, `math`, `displaymath` για εισαγωγή μαθηματικού κειμένου κ.α.

Τα περιβάλλοντα αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι της γραφής εγγράφων στο \LaTeX .

Εδώ μπορείτε να βρείτε περισσότερες πληροφορίες για τα περιβάλλοντα του \LaTeX :

<https://www.overleaf.com/learn/latex/Environments>

7.2 Τίτλος

Σε κάθε έγγραφο υπάρχει χώρος όπου αναφέρονται: ο τίτλος του εγγράφου και ο συγγραφέας ή οι συγγραφείς. Στην περίπτωση άρθρου, ειδικότερα επιστημονικού, υπάρχουν επιπλέον μια περίληψη, λέξεις-κλειδιά κ.ά.

Παρακάτω φαίνεται πώς συντάσσουμε τον τίτλο ενός άρθρου.

```

\begin{titlepage}

\title{Article Title}
\author{%
Name and Surname of author
Institution or Organization
Address of Organization
Post Code, City, Country
.....
}
\and
Name and surname of co-author \thanks{...}
..... }
\date{Date}
\clearpage \maketitle   %(ώστε να μας δημιουργήσει τον τίτλο, βάσει των εντολών που γράψαμε)

\end{titlepage}

```

7.3 Ενότητες, Υπο-ενότητες, Υπο-υπο-ενότητες

Όταν δημιουργούμε ένα άρθρο, μια αναφορά ή ένα βιβλίο έχουμε στη διάθεσή μας τη δυνατότητα να χωρίζουμε το έγγραφό μας σε μέρη, κεφάλαια, ενότητες, υπο-ενότητες κ.ά.

Τα οφέλη είναι πολλά. Οι παρακάτω εντολές που θα δούμε καθορίζουν το μέγεθος των γραμμάτων, την στοίχιση και την κατηγοριοποίηση του κειμένου μας.

Επίσης αν οργανώσουμε σωστά το κείμενό μας, μόνο με την εντολή `\tableofcontents`, το $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, μας δημιουργεί αυτόματα τον πίνακα περιεχομένων.

Οι εντολές `\part` και `\chapter` χρησιμοποιούνται για να γράψουμε τον τίτλο ενός μέρους ή ενός κεφαλαίου σε ένα βιβλίο ή μια αναφορά, αντίστοιχα.

Οι εντολές `\section`, `\subsection` και `\subsubsection` χρησιμοποιούνται για να γράψουμε τον τίτλο μιας ενότητας, μιας υπο-ενότητας και μιας υπο-υπο-ενότητας.

Όλες αυτές οι εντολές παράγουν και έναν αριθμό, ενώ οι εντολές `\paragraph` και `\subparagraph` δεν παράγουν αριθμό. Αν θέλουμε να μην εμφανίζεται αριθμός στο τέλος κάθε εντολής βάζουμε και ένα `*` π.χ. `\section*{}`

Επίσης, η εντολή `\paragraph` δεν χρησιμοποιείται για να δημιουργήσουμε νέα παράγραφο στο κείμενό μας, αλλά για να δημιουργήσουμε ένα υπο-τμήμα του κειμένου. Για να αλλάξουμε παράγραφο, απλώς αφήνουμε μία κενή γραμμή μεταξύ δύο παραγράφων. Εναλλακτικά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή `\par`.

Επιπλέον πληροφορίες μπορείτε να βρείτε εδώ:

https://www.overleaf.com/learn/latex/Sections_and_chapters

8 Συγγραφή Μαθηματικού Κειμένου

8.1 Σύμβολα

Το $\text{X}_{\text{E}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, μας δίνει την δυνατότητα να γράψουμε όλα τα μαθηματικά σύμβολα. Αρκεί μια αναζήτηση στο διαδίκτυο και ο καθένας μπορεί να βρει την κατάλληλη εντολή για το σύμβολο που αναζητά.

Στις παρακάτω ιστοσελίδες μπορείτε να βρείτε αναλυτικό και πλήρες, αντίστοιχα, κατάλογο με το κάθε σύμβολο και την εντολή που το εμφανίζει.

https://oeis.org/wiki/List_of_LaTeX_mathematical_symbols.

<https://tug.ctan.org/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>

Στην παρακάτω ιστοσελίδα μπορείτε να *ζωγραφίσετε* το σύμβολο που ψάχνετε και να σας εμφανίσει την εντολή που ψάχνετε!

<https://detexify.kirelabs.org/classify.html>

Προσοχή! Πολλές φορές ενδέχεται, για να εκτελεστεί η εντολή που ζητά ο χρήστης, να απαιτείται η κλήση ενός συγκεκριμένου πακέτου στο προοίμιο.

Παρατήρηση: Στις πιο πολλές περιπτώσεις η εντολή αποτελεί συντομογραφία του συμβόλου που προσπαθούμε να εισάγουμε.

8.2 Μαθηματικά Περιβάλλοντα

8.2.1 Έτοιμα Μαθηματικά Περιβάλλοντα

Υπάρχουν πολλά και διάφορα έτοιμα μαθηματικά περιβάλλοντα, που εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς, καθώς και η δυνατότητα δημιουργίας ειδικά προσαρμοσμένων, στις ανάγκες μας, μαθηματικών περιβαλλόντων.

Ας δούμε αναλυτικότερα κάποια από τα υπάρχουσα μαθηματικά περιβάλλοντα: το (inline) `math` και το `display math` καθώς και τα πολύ χρήσιμα `align` και `cases`.

Το περιβάλλον (inline) `math` χρησιμοποιείται για εισαγωγή μαθηματικού κειμένου μέσα σε (γλωσσικό) κείμενο.

Για το περιβάλλον αυτό, αντί του `\begin{math} μαθηματικό κείμενο \end{math}`, υπάρχουν οι ισοδύναμες σύντομες εντολές `$ μαθηματικό κείμενο $` και `\(μαθηματικό κείμενο \)`.

Το περιβάλλον `display math` χρησιμοποιείται για να ξεχωρίσει το μαθηματικό κείμενο από το γλωσσικό.

Ομοίως, για το περιβάλλον `display math`, αντί του `\begin{displaymath} μαθηματικό κείμενο \end{displaymath}`, υπάρχουν οι ισοδύναμες σύντομες εντολές `$$ μαθηματικό κείμενο $$` και `\[μαθηματικό κείμενο \]`.

Το περιβάλλον `\begin{align} μαθηματικό κείμενο \end{align}` (στοίχιση) παρέχει την δυνατότητα στοίχισης του μαθηματικού μας κειμένου με χρήση του (δεσμευμένου) χαρακτήρα `&`.

Το περιβάλλον και `\begin{cases} μαθηματικό κείμενο \end{cases}` (κλάδοι) μας δίνει την δυνατότητα δημιουργίας κλάδων π.χ. για ορισμό πολύκλαδων συναρτήσεων.

Για να δείτε παραδείγματα αυτών των μαθηματικών περιβαλλόντων ανατρέξτε στο κεφάλαιο **Παραδείγματα**.

8.2.2 Δημιουργία Απλών Μαθηματικών Περιβαλλόντων

Ένας από τους πιο απλούς τρόπους δημιουργίας δικών μας μαθηματικών περιβαλλόντων πετυχαίνεται με την χρήση της εντολής `\newtheorem{κλήση}[ρυθμίσεις 1]{όνομα}[ρυθμίσεις 2]`.

- Η κλήση αποτελεί το συνθηματικό εισαγωγής του περιβάλλοντος `\begin{κλήση} \end{κλήση}`
- Στο πεδίο *όνομα* αναγράφεται το όνομα που θέλουμε να εμφανίζεται κατά την εισαγωγή του περιβάλλοντος αυτού.

- Οι ρυθμίσεις 1 και 2 είναι προαιρετικές και αφορούν την αρίθμηση του περιβάλλοντος.

Σημείωση: Η εντολή `\newtheorem{κλήση}[ρυθμίσεις 1]{όνομα}[ρυθμίσεις 2]` εισάγεται στο προοίμιο (preamble) και όχι στο κυρίως μέρος!

Για παράδειγμα γράφουμε `\newtheorem{exercise}[] {Άσκηση}[]` στο προοίμιο και το εισάγουμε ως: `\begin{exercise} κείμενο \end{exercise}` στο κυρίως μέρος .

8.2.3 Πίνακες, Μαθηματικοί Πίνακες και Λίστες Στοιχείων

Το $\text{X}_{\text{H}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ δίνει την δυνατότητα κατασκευής τόσο μαθηματικών πινάκων (matrix) όσο και πινάκων κειμένου (table) με χρήση κατάλληλων περιβαλλόντων.

Για παράδειγμα χρησιμοποιούμε τα περιβάλλοντα: `pmatrix` και `bmatrix` για κατασκευή μαθηματικών πινάκων με παρένθεση και με αγκύλη αντίστοιχα.

Επίσης χρησιμοποιούμε το περιβάλλον `tabular` για πίνακες κειμένου.

Στον παρακάτω σύνδεσμο εξηγούνται μερικές από τις πιο χρήσιμες μορφές πινάκων που μπορούν να κατασκευαστούν με χρήση του κατάλληλου περιβάλλοντος.

<https://www.overleaf.com/learn/latex/Matrices>

<https://www.overleaf.com/learn/latex/Tables>

Ομοίως και για τις λίστες. Μπορούμε να απαριθμήσουμε στοιχεία είτε με χρήση ενός συστήματος αρίθμησης είτε χρησιμοποιώντας κάποιο σύμβολο π.χ. τελίτσα, τετραγωνάκι κ.α. χρησιμοποιώντας κατάλληλα περιβάλλοντα

Για παράδειγμα με το περιβάλλον `itemize` και `enumerate` για παράθεση και απαρίθμηση στοιχείων αντίστοιχα.

Για περισσότερες λεπτομέρειες μπορείτε να ανατρέξετε στην σελίδα:

<https://www.overleaf.com/learn/latex/Lists>

9 Μορφοποίηση Κειμένου

9.1 Εμφάνιση κειμένου

Το $\text{X}_{\text{H}}\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ μας δίνει την δυνατότητα να μορφοποιήσουμε το κείμενο ώστε ο χρήστης να του δώσει την κατάλληλη μορφή που χρειάζεται.

Τρεις βασικές μορφοποιήσεις είναι οι εξής:

Υπογράμμιση, με χρήση του `\underline{text}`

Έντονα γράμματα, με χρήση του `\textbf{text}`

Πλαγιαστά γράμματα, με χρήση του `\textit{text}`

Υπάρχουν επίσης επιπρόσθετες εντολές όπως `\textsf{}`, `\textsl{}`, `\texttt{}`, τα οποία δίνουν μία διαφορετική μορφοποίηση στο κείμενο.

Επίσης μπορούμε να μεγαλώσουμε και να μικρύνουμε τα γράμματα

Πιο αναλυτικές λεπτομέρειες μπορούμε να βρούμε στην ιστοσελίδα:

https://www.overleaf.com/learn/latex/Font_sizes%2C_families%2C_and_styles

9.2 Εισαγωγή και χειρισμός κενών

Σε περίπτωση που θέλουμε να εισάγουμε κενό θετικού η αρνητικού μήκους (δηλαδή να πάρουμε την επόμενη λέξη μπροστά ή πίσω) χρησιμοποιούμε την εντολή `\hspace{}` π.χ. `\hspace{3cm}`, `\hspace{-2em}`.

Ομοίως αν θέλουμε να μετακινήσουμε την επόμενη γραμμή προς τα κάτω η προς τα πάνω χρησιμοποιούμε

την εντολή `\vspace{}` με όμοιο τρόπο.

Επίσης υπάρχουν κι άλλες έτοιμες εντολές που εισάγουν κενά (σταθερού μήκους) όπως η `\` (μονό κενό), `\,`, `\:`, `\;`, `\quad` `\qquad` και για αρνητικό μήκος η `\!`.

Η εντολή `\hfill` γεμίζει το κενό ώστε ότι ακολουθεί μετά από αυτήν να τελειώνει στο τέλος της γραμμής. Γεμίζει δηλαδή το ενδιάμεσο με οριζόντιο κενό.

Ομοίως η εντολή `\vfill` "σπρώχνει" τις γραμμές που ακολουθούν (ώστε να τελειώνουν) στο τέλος της σελίδας. Γεμίζει δηλαδή το ενδιάμεσο με κατακόρυφο κενό.

Πιο αναλυτικά για τα κενά και για τις εντολές `\hfill`, `\vfill` ανατρέξτε εδώ:

https://www.overleaf.com/learn/latex/Spacing_in_math_mode

https://www.overleaf.com/learn/latex/Line_breaks_and_blank_spaces

9.3 Ελληνικά γράμματα σε μαθηματικό περιβάλλον

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι γραμμάτων: γράμματα γλωσσικού κειμένου και γράμματα μαθηματικού κειμένου. Η διαφορά έγκειται στην εμφάνιση και αυτό διότι συνηθίζεται στα μαθηματικά να χρησιμοποιούνται καλλιγραφικά γράμματα.

Όταν δεν βρισκόμαστε σε μαθηματικό περιβάλλον μπορούμε να γράψουμε γλωσσικό κείμενο και στα Ελληνικά και στα Αγγλικά απευθείας από το πληκτρολόγιό μας (χρησιμοποιώντας τα πακέτα `xgreek`, `polyglossia`, `babel` για τα οποία έχουμε ήδη αναφερθεί).

Σε μαθηματικό περιβάλλον (π.χ. $\$$) τα πράγματα λειτουργούν διαφορετικά. Ότι γράψουμε εκεί θεωρείται μαθηματικό κείμενο.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να δώσουμε την δυνατότητα στο \LaTeX να εμφανίζει ελληνικά γράμματα σε μαθηματικό περιβάλλον, ως μαθηματικό κείμενο (ως π.χ. μεταβλητές), ανάλογα με την επέκταση: \LaTeX - $X\LaTeX$.

Αν χρησιμοποιούμε το \LaTeX , με το πακέτο `alphabeta` το πρόβλημα έχει κατά πολύ μεγάλο βαθμό λυθεί. Μπορούμε να εισάγουμε ελληνικούς χαρακτήρες στο μαθηματικό κείμενο από το πληκτρολόγιο (όχι τονούμενα γράμματα και εξαιρούνται λίγα γράμματα του ελληνικού αλφαβήτου).

Αν χρησιμοποιούμε το $X\LaTeX$ υπάρχει κατάλληλο πακέτο `unicode-math` για να μπορούμε να εισάγουμε (σχεδόν) οτιδήποτε θέλουμε ως μαθηματικό κείμενο. Θυμίζουμε ότι, καλώντας το συγκεκριμένο πακέτο, πρέπει να δέσουμε απαραίτητα ποια θα είναι η μαθηματική γραμματοσειρά (χρησιμοποιώντας την εντολή `\setmathfont{...}`).

Ο παραδοσιακός τρόπος είναι με την χρήση κατάλληλων εντολών. Η λίστα με τις εντολές φαίνεται στην ιστοσελίδα: https://www.overleaf.com/learn/latex/List_of_Greek_letters_and_math_symbols

Προσοχή! Όλα αυτά αφορούν την εισαγωγή ελληνικών σε μαθηματικό περιβάλλον ως μαθηματικό κείμενο. Όταν θέλουμε να εισάγουμε απλό γλωσσικό κείμενο σε μαθηματικό περιβάλλον, χρησιμοποιούμε την εντολή `\text{γλωσσικό κείμενο}` χωρίς κάποιο επιπρόσθετο πακέτο.

Παραδείγματα:

Αυτός είναι ένας ελληνικός χαρακτήρας γλωσσικού κειμένου: α (α)

Αυτός είναι ένας ελληνικός χαρακτήρας σε μαθηματικό περιβάλλον ως μαθηματικό κείμενο: α (α)

Αυτός είναι ένας ελληνικός χαρακτήρας σε μαθηματικό περιβάλλον ως γλωσσικό κείμενο: α ($\text{\textit{a}}$)

Εφαρμογές

10 Παραδείγματα

ΚΩΔΙΚΑΣ:

Το πυθαγόρειο θεώρημα λέει ότι $x^2=y^2+z^2$ όπου x το μήκος της υποτίνουσας και y, z τα μήκη των άλλων δύο πλευρών.

MENO:

Το πυθαγόρειο θεώρημα λέει ότι $x^2 = y^2 + z^2$ όπου x το μήκος της υποτίνουσας και y, z τα μήκη των άλλων δύο πλευρών

ΚΩΔΙΚΑΣ:

Θεμελιώδες θεώρημα του ολοκληρωτικού λογισμού\\
 Έστω f μια συνεχής συνάρτηση σ' ένα διάστημα $[a, b]$. Αν G είναι μια παράγουσα της f στο $[a, b]$, τότε:
 $\int_a^b f(t) dt = G(b) - G(a)$

ΚΕΙΜΕΝΟ:

Θεμελιώδες θεώρημα του ολοκληρωτικού λογισμού
 Έστω f μια συνεχής συνάρτηση σ' ένα διάστημα $[a, b]$. Αν G είναι μια παράγουσα της f στο $[a, b]$, τότε:

$$\int_a^b f(t)dt = G(b) - G(a)$$

ΚΩΔΙΚΑΣ:

```
\begin{align*}
(x+y)^2 &= (x+y)(x+y) \\
&= xx + xy + yx + yy \\
&= x^2 + 2xy + y^2
\end{align*}
```

ΚΕΙΜΕΝΟ:

$$\begin{aligned}
(x + y)^2 &= (x + y)(x + y) \\
&= xx + xy + yx + yy \\
&= x^2 + 2xy + y^2
\end{aligned}$$

ΚΩΔΙΚΑΣ:

```
\begin{align*}
2x - 5y &= 8 \\
3x + 9y &= -12
\end{align*}
```

ΚΕΙΜΕΝΟ:

$$\begin{aligned}
2x - 5y &= 8 \\
3x + 9y &= -12
\end{aligned}$$

ΚΩΔΙΚΑΣ:

```
\begin{align*}
x &= y & w &= z & a &= b+c \\
2x &= -y & 3w &= z & a &= b \\
-4 + 5x &= 2+y & w+2 &= -1+w & ab &= cb
\end{align*}
```

ΚΕΙΜΕΝΟ:

$$\begin{aligned}
x = y & & w = z & & a = b + c \\
2x = -y & & 3w = z & & a = b \\
-4 + 5x = 2 + y & & w + 2 = -1 + w & & ab = cb
\end{aligned}$$

ΚΩΔΙΚΑΣ:

```
$$y =
\begin{cases}
2t & \text{για } t < 0 \\
1 + 2t & \text{για } 0 \leq t < x^2 \\
2 + x^2 & \text{για } x^2 \leq t
\end{cases}
$$
```

ΚΕΙΜΕΝΟ:

$$y = \begin{cases} 2t & \text{για } t < 0 \\ 1 + 2t & \text{για } 0 \leq t < x^2 \\ 2 + x^2 & \text{για } x^2 \leq t \end{cases}$$

11 Ασκήσεις

11.1 Εισαγωγικές ασκήσεις

Άσκηση 1.

$$\int_a^b f(x)dx = \lim_{n \rightarrow \infty, h \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n hf(a + i \cdot h)$$

Άσκηση 2. Θέμα εξετάσεων

$$f'(x) = \lim_{h_1 \rightarrow 0} \frac{f(x + h_1) - f(x)}{h_1}$$

Άσκηση 3. Θέμα εξετάσεων

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f(x + k\alpha) = \frac{1}{2\pi} \int_T f(t)dt$$

11.2 Προχωρημένες ασκήσεις

Άσκηση 4. Stokes theorem

$$\int_{\mathcal{M}} d\alpha = \oint_{\partial\mathcal{M}} \alpha$$

Άσκηση 5. Error propagation formula

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_i \left(\left. \frac{\partial y}{\partial x_i} \right|_{\bar{x}} \right)^2 \sigma_{x_i}^2}$$

Άσκηση 6. Fancy fact about i

$$i^i \approx 0.21 \in \mathbb{R}$$

Άσκηση 7. One of Maxwell's equations

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j}_{\text{free}} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

Άσκηση 8. Schödinger equation

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi\rangle = H |\psi\rangle$$

Άσκηση 9. Dirac equation

$$(i\cancel{\partial} - m)u(x) = 0$$

12 Λύσεις

12.1 Εισαγωγικές ασκήσεις

Λύση Άσκησης 1.

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty, h \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n h f(a+i \cdot h)$$

Λύση Άσκησης 2.

$$f'(x) = \lim_{h_1 \rightarrow 0} \frac{f(x+h_1) - f(x)}{h_1}$$

Λύση Άσκησης 3.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f(x+k\alpha^2) = \frac{1}{2\pi} \int_T f(t) dt$$

Λύση Άσκησης 4.

$$\int_{\mathcal{M}} \mathrm{d}\alpha = \oint_{\partial \mathcal{M}} \alpha$$

12.2 Προχωρημένες ασκήσεις

Λύση Άσκησης 5.

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_i \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)^2}$$

Λύση Άσκησης 6.

$$i^{\mathrm{i}} \approx 0.21 \in \mathbb{R}$$

Λύση Άσκησης 7.

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{j}_{\mathrm{free}} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

Λύση Άσκησης 8.

$$i \hbar \nabla \cdot \psi = H \psi$$

Λύση Άσκησης 9.

$$(\nabla^2 - m^2)u(x) = 0$$

²Αν χρησιμοποιήσουμε το προτεινόμενο πακέτο unicode-math εισάγουμε απευθείας unicode χαρακτήρες σε μαθηματικό περιβάλλον χωρίς πρόβλημα (συμπεριλαμβανομένου και των Ελληνικών χαρακτήρων) αποφεύγοντας έτσι τον απαρχαιωμένο τρόπο που υπάρχει στις λύσεις (με τα α , β κλπ)

Αναφορές

- [1] XeLaTeX for the working scientist, Συρόπουλος Απόστολος, Ελλάδα, 2023
- [2] Βοήθημα LaTeX, Στέλιος Χαραλαμπίδης, Κύπρος, 2020