

L^AT_EX

11. helmikuuta 2015

Kurssisuunnitelma

Mikä L^AT_EX on?

- ▶ Tekstin ladontajärjestelmä
- ▶ Matemaattisen tekstin tuottamista varten
- ▶ Kehitetty T_EX-kielen päälle (Leslie Lamport)
- ▶ Laajalti käytössä ympäri maailman
- ▶ Merkittävästi erilainen kuin WYSIWYG-järjestelmät

Dokumentin rakenne ja luominen

\LaTeX -dokumentit tuotetaan tällä kurssilla helppokäyttöisellä Texmaker-ohjelmalla.

Texmakeriin kirjoitetaan dokumentin koodi ja lopuksi tiedosto *käännetään* eli *ajetaan* varsinaiseksi (PDF- tai DVI-) tiedostoksi. Kääntämisen hoitaa \LaTeX käyttäjältä piilossa.

Tarvittavat ohjelmat omalle koneelleen löytää esimerkiksi Matematiikan laitoksen sivujen kautta osoitteesta <http://wiki.helsinki.fi/pages/viewpage.action?pageId=62428926>

Harjoitus 1.1

- ▶ Avaa Texmaker ja luo uusi tiedosto
- ▶ Tallenna se muodossa nimi.tex johonkin tätä kurssia varten luomaasi kansioon
- ▶ Kirjoita tiedostoon seuraavat rivit:

```
\documentclass{article}
\begin{document}
Huhuu!
\end{document}
```
- ▶ Aja tiedosto PDFLaTeX:illa
- ▶ Valitse View PDF

Lopputuloksena tulisi olla PDF-tiedosto, jonka yläreunassa lukee "Huhuu!".

Dokumentin rakenne ja luominen

L^AT_EX-dokumentti koostuu kahdesta osasta: *esittelyosasta*, joka sisältää tarpeellisia asetuksia ja *sisällöstä* eli varsinaisesta dokumentista.

- ▶ Tiedosto ja samalla esittelyosa aloitetaan komennolla `\documentclass{...}`, jolla valitaan dokumenttiluokka (article)
- ▶ Esittelyosaan lisätään komentoja tarpeen mukaan
- ▶ Komento `\begin{document}` aloittaa itse dokumentin ja lopettaa esittelyosan
- ▶ Komento `\end{document}` lopettaa dokumentin eikä sen perään kirjoitettuja rivejä käännetä.
- ▶ Varsinainen työn sisältö kirjoitetaan siis komentojen `\begin{document}` ja `\end{document}` väliin.

(Vrt. edellinen harjoitus!)

Dokumentin rakenne ja luominen

Esittelyosassa eli heti komennon `\documentclass{}` jälkeen valitaan käytettävät paketit ja asetukset. Ääkkösiä ja suomalaista tavutusta varten otetaan käyttöön tietyt `inputenc`-, `fontenc`- ja `babel`-paketit:

Harjoitus 1.2

Tee dokumenttiisi seuraavat muutokset (älä siis luo uutta tiedostoa):

```
\documentclass{article}
\usepackage[UTF8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[finnish]{babel}
\begin{document}
Öö häh? Herätys!
\end{document}
```

Onnistuuko tiedoston ajaminen? Toimivatko ääkköset?

Harjoitus 1.3

Kopioi työhösi pari sivullista suomenkielistä tekstiä esimerkiksi Wikipediasta (vältä erikoismerkkejä). Aja tiedosto. Varmista vielä ääkkösten ja tavutuksen toimiminen. Miten kappalejaon kanssa käy?

Edellä mainitut paketit ovat esimerkkejä *makropaketeista*, joilla \LaTeX in eli latojan toimintaan voi vaikuttaa. Matemaattista tekstiä varten on vielä syytä ottaa käyttöön muutama lisäpaketti.

Harjoitus 1.4

Ota käyttöön paketit¹

`amsthm`, `amsfonts`, `amsmath` ja `amssymb`

lisäämällä dokumenttisi esittelyosaan seuraavat komennot:

```
\usepackage{amsthm}  
\usepackage{amsfonts}  
\usepackage{amsmath}  
\usepackage{amssymb}
```

Nämä sisältävät fontteja, symboleita ja muuta matemaattisen tekstin kirjoittamiselle tarpeellista.

¹ams tulee sanoista American Mathematical Society

Syntaksi eli "kielioppi"

L^AT_EXin toimintaa ohjataan komennoilla. Niillä tuotetaan esimerkiksi matemaattisia symboleita, korostetaan tekstin osia, luodaan otsikoita, piirretään kuvia, määritellään asetuksia jne.

Komennot alkavat aina kenoviivalla \

Komentoja voi tarvittaessa etsiä esimerkiksi oppaista

<http://www.ntg.nl/doc/hellgren/lyhyt2e.pdf> ,

<http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX> ja

<http://www.rri.res.in/~sanjib/latex/ltx-2.html>

Syntaksi

Komennot tarvitsevat usein *argumentin* (lisämääreen). Se kirjoitetaan komennon perään

- ▶ aaltosulkuihin {}, kun argumentti on pakollinen
- ▶ hakasulkuihin [], kun argumentti on valinnainen

Komennolla voi olla yksi tai useampi pakollinen argumentti ja lisäksi yksi tai useampi valinnainen argumentti. Toisilla komennoilla ei ole ainuttakaan argumenttia.

Syntaksi

Esimerkiksi

- ▶ Komennoilla `\cup` ja `\cap` ei ole yhtään argumenttia (joukkojen yhdiste ja leikkaus)
- ▶ Komennolla `\sqrt[]{}{}` on yksi valinnainen ja yksi pakollinen argumentti (valinnainen on juuren kertaluku, pakollinen juurettava luku. Jos valinnainen argumentti puuttuu, \LaTeX tulkitsee neliöjuureksi)
- ▶ Komennolla `\documentclass[]{}{}` on myös valinnainen argumentti, jolla voi valita mm. kirjain- ja paperikoon
- ▶ Komennolla `\frac{}{}{}` on kaksi pakollista argumenttia (murtoluvun osoittaja ja nimittäjä)

Argumenttien järjestyksen ja määrän kanssa on oltava tarkka!

Syntaksi

Muotoa

```
\begin{ympäristön nimi}...\end{ympäristön nimi}.
```

olevilla komentopareilla käytetään ns. ympäristöjä. Näitä voivat olla esimerkiksi lauseet, määritelmät, listat ja taulukot.

Ympäristölläkin voi olla nimen lisäksi muita pakollisia tai valinnaisia argumentteja, kuten tieto taulukon sarakkeiden lukumäärästä tai kuvan toivotusta sijainnista.

Kurssin aikana opetellaan käyttämään muutamia tarpeellisia ympäristöjä ja luomaan omia komentoja.

Erikoismerkeistä

Jotkin erikoismerkit on varattu L^AT_EXin käyttöön:

- ▶ % aloittaa kommenttirivin
- ▶ \$ aloittaa ja lopettaa tavallisen matematiikkatilan
- ▶ \ aloittaa komennon (komento \\ katkaisee rivin)
- ▶ & on käytössä kun rivejä järjestetään kohdakkain
- ▶ { ja } ovat komennon argumentin ympärille tulevat merkit

Jotta erikoismerkin saisi näkyviin lopullisessa työssä, on käytettävä komentoa:

Komento	Tulostus
<code>\%</code>	<code>%</code>
<code>\\$</code>	<code>\$</code>
<code>\backslash</code>	<code>\</code>
<code>\textbackslash</code>	<code>\</code>
<code>\&</code>	<code>&</code>
<code>\{\}</code>	<code>{}</code>

Harjoitus 1.5

Kolme peräkkäistä pistettä saa komennolla `\ldots`. Kokeile, miten lopputulokset eroavat, jos kirjoitat pisteet itse. Kirjoita sitten seuraava:

Erikoismerkkejä ovat mm. %, \$ ja &. Merkkijonon `\textbackslash` tuottaminen onnistuu näin...

Harjoitus 1.6

Kommenttirivin avulla koodin sekaan voi kirjoittaa selkeyttäviä huomautuksia, jotka eivät tule näkyviin lopulliseen työhön. Kommenttirivi aloitetaan merkillä % ja päätetään rivinvaihtoon.

Kirjoita koodin sekaan esimerkiksi rivi

%Tämä rivi ei tule näkyviin lopullisessa työssä.

ja testaa, pitääkö väite paikkansa.

Virheilmoitukset

Tiedoston ajamisen jälkeen Texmakerin alareunaan saattaa ilmestyä sinisiä ja punaisia viestejä.

- ▶ Siniset viestit ovat varoituksia ulkonäöllisistä seikoista
- ▶ Punaiset viestit ovat kääntämisen estäviä virheitä

Punaisten virheilmoitusten kanssa on pakko olla tarkka - virheet tulee korjata heti.

Virheilmoituksesta on pääteltävissä jotain sattuneesta virheestä, mutta tämä vaatii totuttelua. Yleensä kyseessä on jonkin komennon väärinkirjoitus, puuttuva aaltosulku tai muu pieni yksityiskohta.

Virheilmoituksia saattaa tulla valtavasti vaikka kyse olisi yksittäisestä ongelmasta!

Otsikot

Teksti jäsennetään ja otsikoidaan komennoilla

- ▶ `\chapter{otsikko}` (vain luokissa book ja report)
- ▶ `\section{otsikko}` (article-luokan karkein jako)
- ▶ `\subsection{otsikko}`
- ▶ `\subsubsection{otsikko}` jne.

Otsikot numeroidaan automaattisesti. Numeroinnin saa pois lisäämällä merkin `*` komennon perään, siis esimerkiksi

```
\section*{numeroimaton otsikko}.
```

Harjoitus 1.7

- ▶ Jaa tekstisi neljään numeroituun osioon
- ▶ Jaa ensimmäinen osio lisäksi muutamaksi ali- ja alialiosiksi
- ▶ Jätä ainakin yksi alialiosio numeroimatta
- ▶ Nimeä kaikki osiot

Tee ensimmäisen kerran harjoitukset ensimmäiseen osioon, toisen kerran harjoitukset toiseen osioon jne.

Tekstin muokkaaminen

Tekstieditorissa eli Texmaker-ohjelmassa käytetty fontti tai tekstin suuruus eivät vaikuta lopulliseen työhön, vaan kaikki ulkoasulliset muutokset on tehtävä komennoilla. (Isot/pienet kirjaimet toimivat kuitenkin sellaisenaan.)

Erityisesti kannattaa huomata, että tekstiä kirjoittaessa

- ▶ peräkkäiset välilyönnit tulostuvat yhdeksi välilyönniksi
- ▶ rivinvaihto ei tee mitään
- ▶ tyhjä rivi (yksi tai useampi) aloittaa uuden kappaleen

Erikokoisia välilyöntejä varten on omia komentojaan, kuten esimerkiksi `\, , \;`, `\quad` ja `\qquad`.

Pystysuunnassa tyhjää tilaa saa komennolla `\vspace{mitta}`, jossa mitta annetaan pikseleinä (pt) tai senttimetreinä (cm).

Tekstin muokkaaminen

Kirjainkokoja voi kesken tekstin muuttaa lukuisilla komennoilla kuten `\huge`, `\tiny`, ja `\normalsize`, jotka vaikuttavat kunnes kokoa taas muutetaan.

Tekstin **lihavointi** onnistuu manuaalisesti komennolla `\textbf{lihavoitava teksti}`, *kursivointi* komennolla `\textit{kursivoitava teksti}` ja alleviivaus komennolla `\underline{alleviivattava teksti}`.

Sanojen korostamiseen kannattaa kuitenkin käyttää komentoa `\emph{korostettava teksti}`, joka kursivoi tai lihavoii tarpeen mukaan!

Tekstin muokkaaminen

Tekstin keskittäminen onnistuu ympäristön `center` avulla:

```
\begin{center}...keskitetty teksti...\end{center}
```

Tällä tavoin keskitetyn tekstin ylä- ja alapuolelle jää hieman tyhjää tilaa.

Oikeaan tai vasempaan laitaan tasattua tekstiä saa halutessaan ympäristöillä `flushright` ja `flushleft`.

Harjoitus 1.8

Valitse dokumentistasi muutama rivi tekstiä ja keskitä se tai tasaa oikeaan laitaan. Muokkaa sitten tasattua tekstiä käyttämällä erilaisia kirjainkokoja ja korostuksia. Esimerkiksi siis jotain seuraavanlaista:

Tämä teksti on normaalikokoista, mutta tämä pientä ja tämä suurta . Tähän laitan suuren välin: , tähän vähän pienemmän: ja *tätä tekstiä taas haluan korostaa!* Miten saisin tyhjän rivin tai kaksi?

Matematiikkatila

Matemaattisia ilmaisuja saa tekstin sekaan käyttämällä komentoja `\(` ja `\)`. Esimerkiksi rivi

Yhtälöt `\(x^2+y^2-2=0\)` ja `\(y=2x+1\)` toteutuvat samanaikaisesti tasan kahdessa tason pisteessä.

tulostuu riviksi

Yhtälöt $x^2 + y^2 - 2 = 0$ ja $y = 2x + 1$ toteutuvat samanaikaisesti tasan kahdessa tason pisteessä.

Huomaa, että matematiikkatilassa kirjaimet tulostuvat erilailla, kuin muussa tekstissä.

Harjoitus 1.9

Tuota seuraava lause dokumenttiisi:

Vaihdannaisessa renkaassa pätee $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$. Jos siis $2ab \neq 0$, niin $(a + b)^2 \neq a^2 + b^2$.

Erisuuruuden saat komennolla `\neq`.

Kaavarivi

Kun matemaattinen ilmaisu halutaan yksinkertaisesti omalle kaavarivilleen, se kirjoitetaan merkkien `\[ja \]` väliin. Esimerkiksi

Toisen asteen yhtälön $(ax^2+bx+c=0)$ ratkaisu saadaan kaavasta

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

tuottaa seuraavanlaisen esityksen:

Toisen asteen yhtälön $ax^2 + bx + c = 0$ ratkaisu saadaan kaavasta

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Harjoitus 1.10

Tuota seuraava dokumenttiisi:

Funktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ derivaatta pisteessä $x_0 \in \mathbb{R}$ on

$$f'(x_0) = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0},$$

mikäli raja-arvo on olemassa.

- ▶ Kaksoispisteen paikalla kannattaa käyttää komentoa `\colon`
- ▶ Reaalilukujen joukon symbolin saat komennolla `\mathbb{R}`
- ▶ Tähän yhteyteen oikeanlaisen nuolen saat komennolla `\to`
- ▶ Relaatio \in tulostuu komennolla `\in`
- ▶ Raja-arvo-operaattorin saat komennolla `\lim_{alaindeksi}`.

Harjoitus 1.11

Tuota seuraava dokumenttiisi:

Jos F on σ -algebra ja $A_i \in F$ kaikilla $i = 1, 2, \dots$, niin

$$\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in F.$$

Tarvitset mm. komentoja `\sigma`, `\in`, `\bigcup` ja `\infty`. Ala- ja yläindeksit kirjoitetaan merkkien `_` ja `^` avulla (jos indeksiin halutaan enemmän kuin yksi merkki, se täytyy laittaa aaltosulkeisiin kuten edellisessä tehtävässä).

Yleisimpiä matemaattisia symboleita löytää Texmakerin vasempaan laitaan avautuvista valikoista. Muuten niitä voi etsiä esim. seuraavista osoitteista:

- ▶ <http://www.tex.ac.uk/tex-archive/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>
- ▶ <http://detexify.kirelabs.org/classify.html>

Harjoitus 1.12

Selvitä, miten voit tuottaa vektorimerkinnät \bar{v} , \bar{w} ja \overline{AB} . Kirjoita seuraava:

Vektoreiden $\bar{v} = \overline{AB}$ ja $\bar{w} = \overline{CD}$ ristitulo $\bar{v} \times \bar{w}$ on kohtisuorassa kumpaakin vektoria vastaan. Vektoreiden pistetulo $\bar{v} \cdot \bar{w}$ on sen sijaan reaaliluku.

Sulut

Varsinkin kaavariville kirjoitettaessa monet symbolit ovat huomattavan kookkaita. Sulut tulostuvat automaattisesti oikean kokoisina kun niille käytetään komentoja pelkkien merkkien (ja) sijaan.

Komento	Tulostus	Komento	Tulostus
<code>\left(</code>	$($	<code>\right)</code>	$)$
<code>\left[</code>	$[$	<code>\right]</code>	$]$
<code>\left\lbrack</code>	$\{$	<code>\right\rbrack</code>	$\}$
<code>\left\langle</code>	\langle	<code>\right\rangle</code>	\rangle
<code>\left </code>	$ $	<code>\right </code>	$ $

Jokaista `\left`-alkuista komentoa täytyy seurata `\right`-alkuinen komento, vähintään `\right`. joka ei tulosta mitään. Samoin `\right`-alkuista komentoa on edelletävä `\left`-alkuinen komento, vähintään `\left..`

Harjoitus 2.1

Tuota seuraava rivi dokumenttiisi:

$$\{2^n | n \in \mathbb{Z}\} = \left\{ \left(\frac{1}{2}\right)^{-n} \middle| n \in \mathbb{Z} \right\}$$

Komennolla `\middle|` saat pystyviivan automaattisesti oikean kokoisena. Tehtävästä ?? saat apua symboleiden \in ja \mathbb{Z} luomiseen.

Harjoitus 2.2

Kirjoita seuraava:

Jos F on σ -algebra ja $P: F \rightarrow \mathbb{R}$ todennäköisyys, niin tapahtumille $A_1, A_2, \dots \in F$ pätee

$$P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) \leq \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i).$$

Pitkät kaavat

Toisinaan matemaattiset ilmaukset ovat niin pitkiä, etteivät ne mahdu yhdelle riville. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi ympäristöä `align*`, jolla rivit saadaan allekkain seuraavasti:

```
\begin{align*}
xyz &= abc\\
&= bca\\
&= cab\\
\end{align*}
```

$$\begin{aligned}xyz &= abc \\ &= bca \\ &= cab\end{aligned}$$

Huomaa, ettei `align*`-ympäristöä tarvitse erikseen sijoittaa matematiikkatilaan.

Pitkät kaavat

Ympäristölle `align*` rivin katkaisukohta kerrotaan komennolla `\\` ja tasauskohta merkillä `&`. Katkaisukohta täytyy löytyä kaikilta, paitsi viimeiseltä riviltä. Sen sijaan tasauskohdan täytyy löytyä jokaiselta riviltä!

Pitkille kaavoille voi vaihtoehtoisesti käyttää ympäristöä `multline*`, jolle kerrotaan vain rivien katkaisukohdat. Se asettelee rivit automaattisesti (yleensä vähän epämääräisesti).

Myös tähdettämiä ympäristöjä `align` ja `multline` voi käyttää, jolloin jokainen rivi tulee numeroiduksi.

Harjoitus 2.3

Kirjoita muutaman yhtälön ketju ja sijoita yhtälöt allekkain, tasaten haluamastasi kohdasta. Voit esimerkiksi derivoida vaiheittain funktion $x^3 \sin(\cos(x))$ tai keksiä jotkin muut yhtälöt. Yhtälöiden ei tarvitse olla tosia.

Harjoitus 2.4

Kopioi osa edellisen tehtävän yhtälöketjua ja kirjoita se numeroituun tai numeroimattomaan `multline`-ympäristöön.

Numeroidut kaavat

Komennolla `\begin{equation}...\end{equation}` saa luotua samanlaisen kaavarivin kuin komennolla `[\dots]`, mutta numeroinnilla varustettuna. Esimerkiksi

```
Einsteinin yhtälöön  
\begin{equation}  
E=mc^2  
\end{equation}  
viitataan myöhemmin.
```

tuottaa seuraavan rivin:

Einsteinin yhtälöön

$$E = mc^2 \tag{1}$$

viitataan myöhemmin.

Numeroituihin kaavoihin viittaamiseen palataan tuonnempana.

Harjoitus 2.5

Tuota seuraava dokumenttiisi:

EkspONENTTIFUNKTIOLLA e^x ON SARJAKEHITELMÄ

$$e^x = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!}. \quad (1)$$

Summamerkinnän saat komennolla `\sum_{}^{\{}}`, osamäärän komennolla `\frac{\{\}}{\{\}}` ja äärettömän symbolin komennolla `\infty`.

Lauseympäristö

Paketti amsthm tarjoaa mahdollisuuden esittää mm. lauseet, lemmat ja määritelmät tyylikkäästi.

Tarvittavat ympäristöt määritellään esittelyosassa komennolla `\newtheorem{}{}`. Ensimmäisiin aaltosulkeisiin tulee nimi, jolla ympäristöä käytetään ja jälkimmäisiin ympäristön otsikko, joka halutaan näkyväksi lopullisessa työssä.

Komento `\newtheorem{esim}{Esimerkki}` loisi ympäristön, jota käytettäisiin komennolla `\begin{esim}...\end{esim}` ja jonka otsikko valmiissa työssä olisi Esimerkki.

Harjoitus 2.6

Luo esittelyosassa ainakin ympäristöt Lause, Määritelmä ja Esimerkki. Käytä luomiasi ympäristöjä ainakin kerran.

Lauseiden todistuksia varten on oma ympäristönsä, jota käytetään komennoilla `\begin{proof}... \end{proof}`

Harjoitus 2.7

Kirjoita edellisessä harjoituksessa luomallesi lauseelle jokin todistus. Todistukseksi kelpaa muutama rivi valitsemaasi tekstiä.

Lauseympäristön tyyli

Lauseympäristön tyyli valitaan esittelyosassa komennolla `\theoremstyle{...}`. Valittavissa on tyylit `plain`, `definition` ja `remark`. Tyylin valinta vaikuttaa sitä seuraaviin komennolla `\newtheorem{}{}` luotuihin ympäristöihin.

Esimerkiksi kirjoittamalla

```
\theoremstyle{plain}
\newtheorem{lemma}{Lemma}
\newtheorem{lause}{Lause}
\theoremstyle{definition}
\newtheorem{maar}{Määritelmä}
```

ympäristöt `lemma` ja `lause` tulostuvat `plain`-tyylin mukaisesti ja ympäristö `maar` `definition`-tyylin mukaisesti.

Harjoitus 2.8

Valitse harjoituksessa ?? luomillesi lauseympäristöille jotkin tyylit.
Kokeile, miltä erilaiset tyylit näyttävät ja valitse mieleisesi!

Lauseympäristöjen numerointi

Komennolla `\newtheorem{}{}laskurin` luotu ympäristö luo samalla uuden *laskurin*, jonka mukaan ympäristön toteutumat numeroidaan.

Laskuri voidaan myös asettaa toiselle laskurille *alisteiseksi* tai valita mielivaltaisesti. Erityisesti eri ympäristöt voivat käyttää samaa laskuria, jos niin halutaan.

Komennolla `\newtheorem{}{}[]` on valinnaisena argumenttina laskuri, jolle ympäristön numerointi halutaan alisteiseksi. Tämä voisi olla esim. `laskuri section`, jolloin ympäristö numeroitaisiin muodossa "osionNumero.ympäristönNumero".

Lauseympäristöjen numerointi

Jos ympäristön halutaan käyttävän jotain tiettyä laskuria, käytetään komentoa `\newtheorem{}[laskurin nimi]{}`. Huomaa, että tässä valinnainen argumentti sijoittuu pakollisten väliin.

Esimerkiksi koodilla

```
\newtheorem{teor}{Teoreema}[section]  
\newtheorem{lemma}[teor]{Lemma}
```

luodut Lemma- ja Teoreema-ympäristöt noudattavat samaa, laskurille `section` alisteista numerointia.

Kokonaan numeroimattoman lauseympäristön voi luoda komennolla `\newtheorem*{}{}`.

Harjoitus 2.9

Aseta yksi lauseympäristöistäsi (esim. Lause) laskurille `section` alisteiseksi. Anna sitten toisen lauseympäristön (esim. Lemma) laskuriksi edellinen lauseympäristö.

Harjoitus 2.10

Luo jokin numeroimaton lauseympäristö ja käytä sitä työssäsi.

Sisäiset viittaukset

L^AT_EXilla voi helposti viitata numeroituihin kohteisiin, kuten lauseisiin tai yhtälöihin. Viitattava kohde täytyy ensin nimetä komennolla `\label{nimi}` (nimi ei tulostu työhön). Tämän jälkeen viittaaminen onnistuu komennoilla

- ▶ `\ref{nimi}` (tulostaa viitattavan kohteen numeron)
- ▶ `\eqref{nimi}` (tulostaa kohteen numeron sulkujen sisällä)
- ▶ `\pageref{nimi}` (tulostaa sen sivun numeron, jolla kohde on)

Sisäisten viittausten kanssa tulee aina käyttää komentoja. Tällöin viittaukset pysyvät kohdallaan vaikka numeroinnit muuttuisivat työn edetessä.

Huom! Uuden viittauksen jälkeen työn joutuu ajamaan kahdesti, jotta numeroinnit tulevat näkyviin (kahden kysymysmerkin sijaan).

Harjoitus 2.11

Viittaa harjoituksessa ?? kirjoittamaasi numeroituun yhtälöön.
Käytä komentoja `\eqref{}` ja `\pageref{}`.

Huomaa, että viitattavalle kohteelle on ensin annettava tunnus komennolla `\label{valitsemasi tunnus}`. Tämä kirjoitetaan ympäristön aloittavan komennon `\begin{}` jälkeen.

Listarakenteet

L^AT_EXilla voi luoda listoja mm. ympäristöjen `itemize` ja `enumerate` avulla. Ensimmäinen on ranskalaiset viivat-tyyppinen, jälkimmäinen numeroi listan jäsenet. Näitä käytetään seuraavasti:

```
Tässä listani:  
\begin{itemize}  
\item asia  
\item toinen asia  
\item kolmas asia  
\end{itemize}
```

Tässä listani:

- ▶ asia
- ▶ toinen asia
- ▶ kolmas asia

Luettelointiin käytetyt symbolit voi tarvittaessa valita vapaasti.

Listat

Seuraavassa tehtävässä harjoitellaan sisäkkäisten listojen käyttöä.

Harjoitus 2.12

Luo ainakin kolmen kohdan numeroitu lista haluamistasi asioista. Luo yhdeksi listan jäseneksi toinen lista ja yhdeksi tämän listan jäseneksi kolmas lista. Käytä (ainakin) viimeiseen listaan numeroimatonta `itemize`-ympäristöä.

Harjoitus 2.13

Luo vielä yksi lista, mutta käytä tällä kertaa ympäristöä `description`. Se toimii kuten `itemize`, mutta pelkän komennon `\item` sijaan käytetään komentoa `\item[nimi]`, jossa nimi on vapaasti valitsemasi merkkijono.

Omat komennot

Omia komentoja luodaan esittelyosassa komennolla `\newcommand{}{}`. Ensimmäinen argumentti on komennon nimi, toiseksi argumentiksi tulee komennon sisältö. Esimerkiksi

`\newcommand{\R}{\ensuremath{\mathbb{R}}}`

luo komennon `\R`, joka tulostaa symbolin \mathbb{R} . Komennon luomisen jälkeen kyseisen symbolin tuottaminen onnistuu helposti.

Omia komentoja luomalla voit yksinkertaistaa ja helpottaa omaa työtäsi. Jo parikin kertaa toistuva komentojen ketju kannattaa määritellä esittelyosassa yhdeksi yksinkertaiseksi komennoksi.

Harjoitus 2.14

Luo komennot merkinnöille \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} ja \mathbb{C} . Kirjoita seuraava:

Lukujoukot muodostavat tornin

$$\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}.$$

Osajoukkorelaation saat komennolla `\subset`. Kokeile myös, mitä komennot `\subseteq`, `\subsetneq` ja `\supset` tuottavat. Miten saisit symbolit \supsetneq ja \supseteq ? Entä symbolin $\not\subset$? Kirjoita työhösi vielä seuraava: $\mathbb{Z} \not\subset \mathbb{N}$.

Omat komennot

Komennolla `\newcommand{}[]{}{}` on valinnaisena argumenttina luotavan komennon argumenttien lukumäärä. Esimerkiksi `\newcommand{\set}[1]{ \left\lbrace #1 \right\rbrace }` loisi komennon `\set{}`, jolla voisi tuottaa joukkomerkin.

Toisinaan

```
\(  
\N=\set{0,1,2,3,\ldots}  
\)
```

Toisinaan $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$

Omat komennot

Komennon `\newcommand{ }{ }` käyttäminen aiheuttaa konfliktin, jos samanniminen komento on jo käytössä. Tällöin kannattaa nimetä oma komentonsa toisin.

Jos välttämättä haluaa korvata valmiin komennon omallaan, voi käyttää komentoa `\renewcommand{ }{ }`. Tämä on joskus tarpeen, mutta saattaa sotkea pahasti asioita!

Harjoitus 2.15

L^AT_EXissa ei ole valmista komentoa itseisarvofunktiota varten. Korjaa puute luomalla komento `\abs{}`, jonka argumentti on itseisarvomerkkien sisään tuleva lauseke. Tuota sen avulla seuraavat kolmioepäyhtälöt:

$$||x| - |y|| \leq |x + y| \leq |x| + |y|$$

ja

$$\left| \int_a^b f(x) \, dx \right| \leq \int_a^b |f(x)| \, dx.$$

Huomaa, että itseisarvomerkkien koon on syytä muuttua niiden sisältämän lausekkeen koon mukaan.

Määrityn integraalin saat komennolla `\int_{\{ }^{\{ }}` ja pienen välin komennolla `\,` (ennen merkkiä dx).