

Laboratorium 3

Maciek Tadej *

January 13, 2026

1 Formatowanie tekstu

W tej sekcji pokażemy różne sposoby formatowania tekstu w \LaTeX .

1.1 Styl i wyróżnienia tekstu

Możemy stosować różne style tekstu:

- **Pogrubienie** za pomocą komendy `\textbf{...}`.
- *Kursywa* za pomocą komendy `\textit{...}`.
- Podkreślenie za pomocą komendy `\underline{...}`.

1.2 Kolorowanie tekstu

Kolorowanie tekstu wymaga użycia pakietu `color` lub `xcolor`. Możemy kolorować tekst na różne kolory, np.:

- **Niebieski** za pomocą komendy `\textcolor{blue}{...}`.
- **Czerwony** za pomocą komendy `\textcolor{red}{...}`.
- **Zielony** za pomocą komendy `\textcolor{green}{...}`.

Dostępne są także bardziej złożone kolory: **Fioletowy (RGB)**, **Pomarańczowy (RGB)**.

1.3 Zmiana wielkości czcionki

W \LaTeX mamy możliwość zmiany wielkości tekstu:

- Bardzo mały tekst za pomocą `\tiny`.
- Mały tekst za pomocą `\scriptsize`.

*Instytut Matematyczny UWr

- Tekst do przypisów za pomocą `\footnotesize`.
- Mała czcionka za pomocą `\small`.
- Normalna wielkość czcionki za pomocą `\normalsize`.
- Duży tekst za pomocą `\large`.
- Większy tekst za pomocą `\Large`.
- Jeszcze większy tekst za pomocą `\LARGE`.
- Bardzo duży tekst za pomocą `\huge`.
- Największy tekst za pomocą `\Huge`.

1.4 Wyrównywanie tekstu

Aby wyrównać tekst, możemy używać różnych środowisk:

- `center` do centrowania tekstu:

Ten tekst jest wyśrodkowany.

- `flushleft` do wyrównania tekstu do lewej strony:

Ten tekst jest wyrównany do lewej.

- `flushright` do wyrównania tekstu do prawej strony:

Ten tekst jest wyrównany do prawej.

1.5 Inne przydatne formaty

- `\emph{...}` do podkreślenia ważnych słów, np. *to jest bardzo ważne*.
- Pisanie kodu lub komend w trybie maszynopisu za pomocą `\texttt{...}`, np. `print("Hello, world!")`.

2 Listy

W \LaTeX możemy tworzyć listy numerowane, nienumerowane oraz listy z niesstandardowymi symbolami. Przykłady poniżej pokazują, jak wykorzystać różne typy list oraz jak je dostosować.

2.1 Listy numerowane

Listy numerowane tworzymy za pomocą środowiska `enumerate`. Numery elementów są generowane automatycznie.

1. Element pierwszy.
2. Element drugi.
3. Element trzeci.

2.2 Listy nienumerowane

Listy nienumerowane są tworzone za pomocą środowiska `itemize`. Domyślnie każdy element listy zaczyna się od punktu, ale można to zmienić, definiując inny symbol.

- Element pierwszy.
- Element drugi.

Dostosowywanie symboli w listach nienumerowanych:

- ★ Symbol gwiazdki przy pierwszym elemencie.
- ◇ Symbol rombu przy drugim elemencie.

2.3 Listy z niestandardowymi etykietami

Możemy także dostosować listy do własnych potrzeb, definiując niestandardowe etykiety:

- (i) Element pierwszy (etykieta rzymska).
- (ii) Element drugi.

(kotek 1) Element pierwszy (etykieta tekstowa).

(kotek 2) Element drugi.

2.4 Listy zagnieżdżone

Listy można zagnieżdżać, tworząc listy wewnątrz list:

1. Element pierwszy.
 - Pod-element pierwszy.
 - Pod-element drugi.
2. Element drugi.

2.5 Listy opisowe

Listy opisowe (`description`) pozwalają na stosowanie niestandardowych opisów zamiast numerów czy kropek. Jest to przydatne przy tworzeniu definicji lub wyliczeń o charakterze opisowym:

Pierwszy element Opis pierwszego elementu.

Drugi element Opis drugiego elementu.

Dzięki różnym opcjom tworzenia list, L^AT_EX pozwala na dużą elastyczność w organizacji informacji.

3 Wyrażenia matematyczne

W tej sekcji zaprezentujemy różne sposoby formatowania wyrażeń matematycznych w L^AT_EX.

3.1 Definiowanie funkcji i odniesienia do równań

Możemy zdefiniować funkcję $f_1 : \mathbb{R} \rightarrow [-1, 1]$ w następujący sposób:

$$f_1(x) = \sin(\pi x) \quad (1)$$

Korzystając ze wzorów (1) oraz (??), możemy obliczyć pierwszą i drugą pochodną funkcji $f_1(x)$:

$$f_1'(x) = \pi \cos(\pi x), \quad (2)$$

$$f_1''(x) = -\pi^2 \sin(\pi x). \quad (3)$$

3.2 Macierze, wektory i operacje na nich

W L^AT_EX możemy definiować nie tylko macierze, ale również wektory oraz wykonywać operacje na wektorach i macierzach. Przykładowo, macierz A może wyglądać następująco:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Wektory można zapisać w formie kolumnowej lub wierszowej. Przykład wektora kolumnowego:

$$\mathbf{v} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Przykład wektora wierszowego:

$$\mathbf{w} = (4 \quad 5 \quad 6). \quad (6)$$

Oto kilka operacji na wektorach i macierzach, często stosowanych w matematyce i analizie danych.

Transpozycja macierzy i wektorów Transpozycję macierzy A zapisujemy jako A^T :

$$A^T = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Transpozycję wektora wierszowego \mathbf{w} można zapisać jako wektor kolumnowy \mathbf{w}^T :

$$\mathbf{w}^T = \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Iloczyn skalarny Iloczyn skalarny dwóch wektorów \mathbf{v} i \mathbf{w} jest definiowany jako:

$$\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} = 1 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 6 = 32. \quad (9)$$

Iloczyn macierzy Iloczyn macierzy A i B (jeśli są zgodne wymiarowo) jest zapisany jako AB . Przykład:

$$AB = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19 & 22 \\ 43 & 50 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Norma wektora Norma wektora \mathbf{v} , oznaczona jako $\|\mathbf{v}\|$, jest definiowana jako:

$$\|\mathbf{v}\| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2} = \sqrt{14}. \quad (11)$$

Norma jest często stosowana jako miara długości lub wielkości wektora.

Inne symbole i operacje Inne przydatne symbole matematyczne, stosowane w kontekście wektorów i macierzy, to:

$\det(A)$ - wyznacznik macierzy A , A^{-1} - macierz odwrotna do A .

3.3 Pochodne i całki

W \LaTeX mamy możliwość zapisu wielu operatorów różniczkowych i całkowych, takich jak pochodne, gradient, dywergencja, oraz różne rodzaje całek. Poniżej przedstawiamy przykłady.

Pochodna zwykła Pochodna funkcji $f(x)$ względem x jest zapisana jako:

$$f'(x) = \frac{d}{dx}f(x). \quad (12)$$

Pochodna cząstkowa Pochodna cząstkowa funkcji $g(x, y)$ względem zmiennej x :

$$\frac{\partial g}{\partial x}. \quad (13)$$

Pochodna drugiego rzędu Pochodna drugiego rzędu funkcji $f(x)$:

$$f''(x) = \frac{d^2}{dx^2} f(x), \quad (14)$$

a w przypadku pochodnej cząstkowej funkcji $g(x, y)$:

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x^2}. \quad (15)$$

Pochodna mieszana Pochodna mieszana drugiego rzędu funkcji $g(x, y)$ względem x i y :

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial y}. \quad (16)$$

Gradient Gradient funkcji skalarnej $f(x, y, z)$ jest zapisywany jako:

$$\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right). \quad (17)$$

Dywergencja Dywergencja pola wektorowego $\mathbf{F}(x, y, z) = (F_x, F_y, F_z)$:

$$\nabla \cdot \mathbf{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}. \quad (18)$$

Rotacja (wir) Rotacja (wir) pola wektorowego $\mathbf{F}(x, y, z)$:

$$\nabla \times \mathbf{F} = \left(\frac{\partial F_z}{\partial y} - \frac{\partial F_y}{\partial z}, \frac{\partial F_x}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial x}, \frac{\partial F_y}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial y} \right). \quad (19)$$

Laplasjan Laplasjan funkcji skalarnej $f(x, y, z)$, który jest równy dywergencji gradientu:

$$\Delta f = \nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}. \quad (20)$$

Całka nieoznaczona Całka nieoznaczona funkcji $f(x)$ względem x :

$$\int f(x) dx. \quad (21)$$

Całka oznaczona Całka oznaczona funkcji $f(x)$ na przedziale $[a, b]$:

$$\int_a^b f(x) dx. \quad (22)$$

3.4 Zbiory i logika

Podstawowe operacje na zbiorach W LaTeX możemy użyć różnych symboli do operacji na zbiorach, takich jak:

- Zawieranie: $A \subset B$ oznacza, że zbiór A jest podzbiorem zbioru B , natomiast $A \subseteq B$ to zawieranie z możliwością równości.
- Suma zbiorów: $A \cup B$ reprezentuje sumę zbiorów A i B .
- Iloczyn zbiorów: $A \cap B$ oznacza część wspólną zbiorów A i B .
- Różnica zbiorów: $A \setminus B$ to różnica zbiorów A i B , czyli elementy należące do A i nie należące do B .

Symbole specjalne Do zapisu symboli zbiorów i funkcji możemy użyć różnych oznaczeń:

- Zbiór liczb naturalnych: \mathbb{N} , całkowitych: \mathbb{Z} , wymiernych: \mathbb{Q} , rzeczywistych: \mathbb{R} oraz zespolonych: \mathbb{C} .
- Przedział domknięty i otwarty: $[a, b]$ oznacza przedział domknięty, natomiast (a, b) przedział otwarty.

Kwantyfikatory W logice matematycznej kwantyfikatory są podstawowymi symbolami i w LaTeX zapisujemy je w następujący sposób:

- Kwantyfikator ogólny (uniwersalny): $\forall x \in A$ oznacza „dla każdego x należącego do A ”.
- Kwantyfikator szczególny (egzystencjalny): $\exists x \in A$ oznacza „istnieje x należący do A ”.

Implikacja i równoważność W LaTeX dostępne są specjalne symbole dla wyrażeń logicznych:

- Implikacja: $A \implies B$ oznacza, że „jeśli A , to B ”.
- Równoważność: $A \iff B$ oznacza, że „ A jest równoważne B ”.

Prawa zbiorów Możemy również zapisać różne prawa zbiorów, takie jak prawo De Morgana:

$$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}, \quad (23)$$

oraz prawo przemienności sumy i iloczynu:

$$A \cup B = B \cup A, \quad A \cap B = B \cap A. \quad (24)$$

Zapis logiczny w matematyce W zapisie matematycznym możemy stosować symbole, które oddają różne relacje i własności:

- Równość: $=$, nierówność: \neq , mniejsze lub równe: \leq , większe lub równe: \geq .
- Podzielność: $a \mid b$ oznacza, że a dzieli b .

3.5 Ciągi, sumy i szeregi

Ciągi liczbowe W LaTeX możemy zapisywać ciągi liczbowe, wskazując ich indeksy dolne i górne:

$$a_1, a_2, \dots, a_n, \dots \quad (25)$$

Ciąg nieskończony jest zwykle reprezentowany przez wyrażenie $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$, co oznacza, że n rośnie do nieskończoności.

Sumy skończone Symbol sumy skończonej jest oznaczany jako \sum . Na przykład, suma pierwszych n wyrazów ciągu a_n może być zapisana jako:

$$S_n = \sum_{k=1}^n a_k. \quad (26)$$

W powyższym zapisie $\sum_{k=1}^n$ oznacza, że dodajemy elementy ciągu a_k od indeksu $k = 1$ do $k = n$.

Sumy nieskończone Dla szeregów nieskończonych, zapisujemy sumę od $k = 1$ do nieskończoności. Przykład szeregu geometrycznego wygląda następująco:

$$\sum_{k=0}^{\infty} r^k = \frac{1}{1-r} \quad \text{dla } |r| < 1. \quad (27)$$

Szereg harmoniczny to kolejny przykład szeregu nieskończonego:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k}. \quad (28)$$

Iloczyny skończone i nieskończone W LaTeX dostępny jest również symbol iloczynu \prod , który można stosować do wyrażania iloczynów skończonych i nieskończonych. Przykład iloczynu skończonego:

$$P_n = \prod_{k=1}^n a_k, \quad (29)$$

gdzie mnożymy wszystkie wyrazy ciągu a_k od $k = 1$ do $k = n$. W przypadku iloczynu nieskończonego można zapisać:

$$\prod_{k=1}^{\infty} \left(1 + \frac{1}{k^2}\right). \quad (30)$$

Szeregi potęgowe Szeregi potęgowe są reprezentowane jako suma wyrazów zależnych od kolejnych potęg zmiennej. Na przykład, szereg potęgowy dla funkcji $f(x)$ wygląda tak:

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k, \quad (31)$$

gdzie c_k są współczynnikami szeregu.

Szeregi Taylora i Maclaurina Szereg Taylora dla funkcji $f(x)$ rozwiniętej wokół punktu $x = a$ jest wyrażony jako:

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(a)}{k!} (x-a)^k. \quad (32)$$

Jeśli $a = 0$, szereg Taylora nazywamy szeregiem Maclaurina i zapisujemy go jako:

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(0)}{k!} x^k. \quad (33)$$

4 Tabelki

Tabelka bez krawędzi Tabelka bez krawędzi jest najprostszym rodzajem tabeli, w której nie używamy linii oddzielających komórki ani wiersze. Przykład takiej tabelki:

| | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
| 1 | 2 | 3 |

W tym przypadku `c` oznacza, że zawartość każdej kolumny jest wyśrodkowana.

Tabelka z krawędziami poziomymi Możemy dodać krawędzie poziome, aby oddzielić wiersze. Krawędzie poziome dodaje się za pomocą komendy `hline`. Przykład tabelki z krawędziami poziomymi:

| | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
| 1 | 2 | 3 |

Tutaj dodaliśmy linie na górze i na dole tabeli, aby oddzielić wiersze od reszty tekstu.

Tabelka z krawędziami poziomymi oraz pionowymi Tabelki mogą mieć również krawędzie pionowe, które oddzielają kolumny. Aby dodać krawędzie pionowe, należy użyć symbolu `|` w definicji kolumn. Przykład tabelki z krawędziami pionowymi i poziomymi:

| | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
| 1 | 2 | 3 |

W tym przykładzie dodaliśmy pionowe krawędzie między kolumnami i poziome krawędzie na górze, pomiędzy wierszami oraz na dole tabeli.

Wyrównanie tekstu w komórkach Warto również zauważyć, że w deklaracji tabeli `\begin{tabular}` używamy liter `c`, `l`, i `r`, które oznaczają wyrównanie tekstu w kolumnach: - `c` - wyśrodkowanie, - `l` - wyrównanie do lewej, - `r` - wyrównanie do prawej.

Na przykład, jeśli chcemy wyśrodkować zawartość pierwszej kolumny, wyrównać do lewej drugą i do prawej trzecią, używamy:

| | | |
|-----------|----------|----------|
| Aaaaaaaaa | Bbbbbbbb | Cccccccc |
| 1 | 2 | 3 |

5 Obrazki

Wstawianie obrazków do dokumentu w \LaTeX jest prostą czynnością, która pozwala na lepsze zobrazowanie omawianych treści. Aby wstawić obrazek, używamy środowiska `figure`, które pozwala również na dodanie podpisu, numeracji oraz odwołań w tekście. Poniżej znajduje się przykładowy kod:

```
\begin{figure}
  \centering
  \includegraphics[width=0.5\linewidth]{obrazki/some_stock_photo.jpg}
  \caption{Opis obrazka}
  \label{fig:enter-label}
\end{figure}
```

A oto wyjaśnienie poszczególnych elementów:

- `\begin{figure}` i `\end{figure}` – otwierają i zamykają środowisko do wstawiania obrazka. Cały kod obrazka znajduje się między tymi dwoma komendami.
- `\centering` – ustawia obrazek na środku strony (można też używać innych komend, np. `\flushleft` dla wyrównania do lewej).
- `\includegraphics[width=0.5\linewidth]{obrazki/some_stock_photo.jpg}` – wstawia obrazek o nazwie `some_stock_photo.jpg`, umieszczony w katalogu `obrazki/`. Opcja `width=0.5\linewidth` oznacza, że szerokość obrazka zostanie ustawiona na 50
- `\caption{Opis obrazka}` – dodaje podpis pod obrazkiem. Jest to ważne, ponieważ pozwala czytelnikom zrozumieć, co przedstawia obrazek. Podpisy są również numerowane.

- `\label{fig:enter-label}` – umożliwia przypisanie etykiety obrazkowi, aby później odwołać się do niego w tekście przy użyciu komendy `\ref{fig:enter-label}`. Dzięki temu numeracja obrazków jest automatyczna i spójna.

Appendix

- Wstawianie obrazków w \LaTeX jest bardzo elastyczne – można zmieniać ich rozmiar, ustawiać je w różnych miejscach strony, a także dodawać dodatkowe efekty (np. obracanie, przycinanie).
- Można również korzystać z różnych formatów plików graficznych: `.png`, `.jpg`, `.pdf`, `.eps`. Zaleca się używanie formatu `.pdf` w przypadku obrazów wektorowych, ponieważ nie tracą one jakości przy zmianie rozmiaru.
- Warto pamiętać, że obrazki wstawione do dokumentu zajmują miejsce, dlatego ich wstawianie może wpłynąć na układ strony. Można stosować opcje takie jak `[h]` (tutaj), `[t]` (na górze strony) czy `[b]` (na dole strony), aby wpłynąć na rozmieszczenie obrazków.
- Jeśli potrzebujesz więcej kontroli nad wyglądem obrazków, np. nad ich kadrowaniem, użyj komendy `\includegraphics[clip, trim=left bottom right top]` do przycięcia obrazu.



Figure 1: Caption