

Technologie Informacyjne i Komunikacyjne R

L^AT_EX — ćwiczenia

Dwa zajęcia po 2 godziny, zadania 1–12

Na podstawie zestawu zadań: Katarzyna Grzelak, Paweł Klimczewski (TIK-R)

Opracowanie: Michał Parniak (2026), mparniak@fuw.edu.pl

Każde zadanie zapisujemy w osobnym pliku `.tex` (np. `zad01.tex`) w katalogu `~/tikr/latex`, albo w osobnym projekcie Overleaf. Zadania z gwiazdką są dodatkowe. Treści, które trzeba odtworzyć, są pokazane między poziomymi kreskami — wynik kompilacji ma wyglądać tak samo (z dokładnością do szerokości strony). Ściąga: wykład „L^AT_EX: skład tekstów naukowych” i `texdoc lshort-polish`.

Wspólna preambuła, od której zaczynamy każdy plik:

```
\documentclass[11pt,a4paper]{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[polish]{babel}
\usepackage{amsmath}
\begin{document}
...
\end{document}
```

Zajęcia 1: pierwszy dokument, tekst, listy, tabele, wzory (zad. 1–6)

Zad. 1 Dwa sposoby kompilacji

- a) **Lokalnie (OKWF).** W edytorze tekstu (`nano`, `code`, `gnome-text-editor`) utwórz plik `zad01.tex` z najprostszym dokumentem:

```
\documentclass{article}
\begin{document}
Najprostszy tekst w \LaTeX'u.
\end{document}
```

Skompiluj go w terminalu (`pdflatex zad01.tex`) i obejrzyj wynik (`evince zad01.pdf &`). Jakie pliki powstały oprócz PDF? Zjrzyj do `zad01.log`.

- b) Dopisz polską preambułę (powyżej) i zdanie „Zażółć gęślą jaźń”. Co się dzieje bez `babel` i `fontenc`?
- c) **Online.** Zaloguj się na `overleaf.uw.edu.pl` (konto uczelniane), utwórz nowy pusty projekt (*New Project* → *Blank Project*), wklej ten sam tekst i skompiluj (*Recompile*). Pobierz PDF i źródła (*Menu* → *Download*).
- d) Wprowadź celowo błąd (np. `\LaTeX` zamiast `\LaTeX`). Jak wygląda komunikat w terminalu, a jak w Overleaf? W której linii jest błąd?

Zad. 2 Wniosek

Odtwórz poniższy wniosek. Datę wstaw poleceniem `\today`, numerację stron wyłącz (`\pagestyle{empty}`). Użyj środowisk `flushright`, `flushleft`, `center`, poleceń `\textbf`, `\emph` i odstępów `\bigskip`, `\vspace{1cm}`.

Jan Kowalski
nr indeksu 123456
Wydział Fizyki UW
ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa

Kierownik Laboratorium Optyki Kwantowej

Wniosek

Uprzejmie proszę o dostęp do laboratorium laserowego w celu wykonania pomiaru czasu życia stanu $5P_{3/2}$ atomu rubidu. Oświadczam, że odbyłem szkolenie z *bezpieczeństwa pracy z laserami klasy 3B i 4*.

Jan Kowalski

Zad. 3 Listy, przypisy, znaki specjalne

Odtwórz poniższy tekst (`enumerate` z zagnieżdżonym `itemize`, `\footnote`).

Etapy przygotowania chmury zimnych atomów:

1. Pułapka magnetooptyczna (MOT):
 - sześć przeciwbieżnych wiązek, odstrojonych o -2Γ ,
 - kwadrupolowe pole magnetyczne o gradiencie 10 G/cm.
2. Melasa optyczna^a.
3. Pompowanie optyczne do stanu $|F = 2, m_F = 2\rangle$.

Po 3 h moc lasera spadła o 15%; dioda kosztowała 1200 \$ (zamówienie #2, Smith & Co.).

^aChłodzenie poniżej granicy dopplerowskiej, bez pola magnetycznego.

Zad. 4 Tabela

Odtwórz tabelę z danymi linii D rubidu-87 (pakiety `booktabs` i `siunitx`). Umieść ją w środowisku `table` z podpisem i etykietą, a przed tabelą napisz zdanie odwołujące się do niej przez `\ref`: „Dane linii D zebrano w tabeli 1”.

Tabela 1: Linie D atomu ^{87}Rb według [1].			
linia	przejście	λ [nm]	$\Gamma/2\pi$ [MHz]
D1	$5S_{1/2} \rightarrow 5P_{1/2}$	794,979	5,750
D2	$5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2}$	780,241	6,067
czas życia: $\tau_{D1} = 27,68 \text{ ns}$, $\tau_{D2} = 26,23 \text{ ns}$			

Wskazówka: liczby: `\num{794.979}` (przecinek dziesiętny ustawia `\sisetup`, jak na wykładzie); wiersz na całą szerokość: `\multicolumn`. Pozycję [1] dodaj w `thebibliography` (D. A. Steck, *Rubidium 87 D Line Data*).

Zad. 5 Wzory

Odtwórz wzory. Wzór (1) ma etykietę, a zdanie pod nim odwołuje się do niego przez `\eqref`.

Ewolucję stanu atomu opisuje równanie Schrödingera

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle = H |\psi(t)\rangle. \quad (1)$$

Dla atomu dwupoziomowego oświetlonego światłem o częstotliwości Rabiego Ω i odstrojeniu Δ rozwiązanie równania (1) daje prawdopodobieństwo wzbudzenia

$$P_e(t) = \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + \Delta^2} \sin^2\left(\frac{\sqrt{\Omega^2 + \Delta^2}}{2} t\right).$$

Przekrój czynny na rozpraszanie i promień wiązki gaussowskiej:

$$\sigma(\Delta) = \frac{\sigma_0}{1 + 4(\Delta/\Gamma)^2 + I/I_{\text{sat}}}, \quad w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2}, \quad z_R = \frac{\pi w_0^2}{\lambda}.$$

Wskazówka: `\hbar`, `\partial`, `\lvert`, `\rangle`, `\left( ... \right)`, `\mathrm{sat}` (indeks słowny prostym krojem).

Zad. 6* Szerokość tekstu i ostrzeżenia

W rozwiązaniu zad. 2 dodaj opcję `draft` w `\documentclass` oraz w preambule polecenie `\setlength{\textwidth}{10cm}`. Zmieniaj szerokość na 10, 5 i 3 cm. Wyjaśnij pojawiające się komunikaty `Overfull`/`Underfull` `\hbox` i czarne prostokąty na marginesie.

Zajęcia 2: matematyka, własne polecenia, raport, prezentacja (zad. 7–12)

Pliki do zajęć 2 pobierz w terminalu i rozpakuj:

```
wget -O pliki_latex.zip https://cloud.qodl.eu/s/A2823HmNNe5ohxo/download
unzip pliki_latex.zip
```

Archiwum zawiera: `raport_tekst.txt` (tekst raportu), `zanik.csv` (dane), `wykres_zanik.pdf` (wykres), `wzor_raport.pdf` (jak ma wyglądać wynik zad. 9) i `przyklad_beamer.tex`. W Overleaf: *New Project* → *Upload Project* i wybierz plik `.zip`.

Zad. 7 Macierze i układy równań

Odtwórz wzory (`\pmatrix`, `\align`, `\dot`).

Macierze Pauliego i ich komutator:

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad [\sigma_j, \sigma_k] = 2i \varepsilon_{jkl} \sigma_l.$$

Macierz gęstości kubitów o wektorze Blocha $\vec{r}$:

$$\rho = \frac{1}{2}(\mathbf{1} + \vec{r} \cdot \vec{\sigma}) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 + r_z & r_x - ir_y \\ r_x + ir_y & 1 - r_z \end{pmatrix}.$$

Optyczne równania Blocha dla hamiltonianu $H = -\hbar\Delta|e\rangle\langle e| + \frac{\hbar\Omega}{2}(|e\rangle\langle g| + |g\rangle\langle e|)$:

$$\dot{\rho}_{ee} = -\Gamma\rho_{ee} + \frac{i\Omega}{2}(\rho_{eg} - \rho_{ge}), \quad (2)$$

$$\dot{\rho}_{ge} = -\left(\frac{\Gamma}{2} + i\Delta\right)\rho_{ge} - \frac{i\Omega}{2}(\rho_{ee} - \rho_{gg}), \quad (3)$$

$$\rho_{gg} = 1 - \rho_{ee}, \quad \rho_{eg} = \rho_{ge}^*. \quad (4)$$

Zad. 8 Własne polecenia: notacja Diraca

Zdefiniuj polecenia `\ket{...}`, `\bra{...}`, `\braket{...}{...}` (dwa argumenty), `\ketbra{...}{...}` i `\sr{...}` (wartość średnia $\langle A \rangle$) i za ich pomocą odtwórz tekst. W tekście nie może wystąpić ani jedno `\langle`, `\rangle` ani `|`.

Stany Bella dwóch kubitów:

$$|\Phi^\pm\rangle = \frac{|00\rangle \pm |11\rangle}{\sqrt{2}}, \quad |\Psi^\pm\rangle = \frac{|01\rangle \pm |10\rangle}{\sqrt{2}}, \quad \langle\Phi^+|\Phi^-\rangle = 0.$$

Rzutnik na stan $|\Phi^+\rangle$ to $P = |\Phi^+\rangle\langle\Phi^+|$, a dla stanu $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ mamy $\langle\sigma_z\rangle = \langle\psi|\sigma_z|\psi\rangle = |\alpha|^2 - |\beta|^2$.

Wskazówka: `\newcommand{\ket}[1]{\lvert #1\rangle}`. Zastanów się, jak zapisać $\langle\psi|\sigma_z|\psi\rangle$ samymi nowymi poleceniami.

Zad. 9 Raport z pomiaru

Na podstawie pliku `raport_tekst.txt` złóż raport wyglądający jak `wzor_raport.pdf`: tytuł, autor i data (`\maketitle`), streszczenie, numerowane rozdziały, wzór z etykietą, tabela z wszystkimi danymi z `zanik.csv` (niepewność $\sqrt{N}$ policz i zaokrąglij), rysunek `wykres_zanik.pdf`, odnośniki `\ref/\eqref` zamiast wpisanych na sztywno numerów, bibliografia z `\cite`, pakiet `hyperref`. Wartości z jednostkami zapisz przez `\qty`. Sprawdź: czy po zamianie kolejności rozdziałów numery tabel, rysunków i wzorów w tekście się zgadzają?

Wskazówka: Tabelę nie trzeba przepisywać ręcznie — można ją wygenerować w terminalu, np. `tail -n +2 zanik.csv | tr ' ; ' '\&'` (dopisz `\\` na końcu linii). Tabela i rysunek trafiają tam, gdzie L^AT_EX znajdzie miejsce — to normalne.

Zad. 10 Prezentacja

Na podstawie raportu przygotuj prezentację w klasie `beamer` (punkt wyjścia: `przyklad_beamer.tex`), 5–6 slajdów: strona tytułowa (`\title`, `\author`, `\institute`, `\date`, `\titlepage`), motywacja, układ pomiarowy (lista odsłaniana krok po kroku), wynik — rysunek obok tekstu (`columns`), wniosek w `block`. Wypróbuj kilka motywów (`\usetheme{Madrid}`, `Warsaw`, `metropolis`, ...) i schematów kolorów (`\usecolortheme`).

Zad. 11* Środowisko z licznikiem

Zdefiniuj środowisko Zadanie, które automatycznie numeruje zadania, tak aby kod

```
\begin{Zadanie} Oblicz częstość Rabiego dla mocy 1 mW. \end{Zadanie}  
\begin{Zadanie} Oblicz natężenie nasycenia linii D2. \end{Zadanie}
```

dawał „**Zad. 1.** Oblicz częstość...” i „**Zad. 2.** Oblicz natężenie...”.

Wskazówka: `\newcounter`, `\stepcounter`, `\arabic{...}`, `\newenvironment`.

Zad. 12* Sto razy

Bez kopiowania tekstu ani pętli zapisz 100 razy „Bardzo ♡ L^AT_EX.”, definiując kilka zagnieżdżonych poleceń (np. `\raz`, `\piec`, `\dwadziescia`).