

# Politechnika Wrocławska

## Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

---

KIERUNEK: Automatyka i Robotyka (AIR)

### PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

TYTUŁ PRACY:

Bąk jaki jest każdy widzi. Studium zachowań  
*Przykład i wytyczne formatowania  
pracy dyplomowej*

AUTOR:

Roberto Orozco  
**Robert Muszyński**  
(kompilacja 3 marca 2022)

PROMOTOR:

Dr inż. Robert Muszyński,  
Katedra Cybernetyki i Robotyki

**Robert Muszyński, Roberto Orozco**  
**Wrocław 2022**



Szablon jest dostępny na licencji Creative Commons: *Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Polska*

Utwór udostępniany na licencji Creative Commons: uznanie autorstwa, na tych samych warunkach. Udziela się zezwolenia do kopiowania, rozpowszechniania i/lub modyfikacji treści utworu zgodnie z zasadami w/w licencji opublikowanej przez Creative Commons. Licencja wymaga podania oryginalnego autora utworu, a dystrybucja materiałów pochodnych może odbywać się tylko na tych samych warunkach (nie można zastrzec, w jakikolwiek sposób ograniczyć, ani rozszerzyć praw do nich). Tekst licencji jest dostępny pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.pl>.

*To jest przykładowa treść  
opcjonalnej dedykacji, należy  
ją zmienić lub usunąć w cało-  
ści polecenie \dedication*



# Spis treści

<b>Od Autorów</b>	<b>3</b>
0.1 Narzędzia	4
0.2 Układ pracy	5
0.3 Formatowanie	6
0.4 Pomniejsze	8
0.5 Pomocne	9
<b>1 Wstęp</b>	<b>11</b>
<b>2 Preliminaria matematyczne</b>	<b>15</b>
2.1 Ruch bryły sztywnej	15
2.2 Formalizm Eulera-Newtona	17
<b>3 Czym jest bąk? I cała reszta</b>	<b>19</b>
3.1 Bąki swobodne	20
3.2 Inne sprawy	23
3.2.1 Wykresy i schematy blokowe, czyli sprawa Svga i TikZa	23
3.2.2 Kod źródłowy, pseudokod, czyli trudna sprawa	25
<b>4 Podsumowanie</b>	<b>27</b>
<b>Literatura</b>	<b>29</b>
<b>Spis rysunków</b>	<b>33</b>
<b>A Bąkiem malowane</b>	<b>35</b>

Do składu pracy wykorzystano system przygotowania dokumentów  $\LaTeX$ , opracowany przez L. Lamport’a [Lam94], będący nakładką systemu  $\TeX$ , [Knu86a,Knu86b]. Matematyczne czcionki o nazwie AMS Euler, których używamy w tej pracy, zostały przygotowane przez H. Zapf’a [KZ86], przy współpracy z D. Knuthem i jego studentami, na zlecenie Amerykańskiego Towarzystwa Matematycznego. Wybrane czcionki składu tekstu, Antykwa Toruńska [Now97] – jeden z nielicznych krojów pisma zaprojektowany specjalnie dla języka polskiego w sposób uwzględniający jego rytm – w odczuciu autora doskonale współgrają z kształtem czcionki AMS Euler, pozwalając na uzyskanie harmonijnej całości. Składu bezszeryfowego tekstu maszynowego dokonano z użyciem opracowanej przez R. Leviena czcionki o nazwie Inconsolata [Lev15]<sup>a</sup>.

[Knu86a] D. E. Knuth, The  $\TeX$ book, volume A of Computers and Typesetting. Addison-Wesley, Reading, 1986.

[Knu86b] D. E. Knuth,  $\TeX$ : The Program, volume B of Computers and Typesetting. Addison-Wesley, Reading, 1986.

[KZ86] D. E. Knuth i H. Zapf, AMS Euler — A new typeface for mathematics. Scholarly Publishing, 20:131–157, 1986.

[Lam94] L. Lamport,  $\LaTeX$ : A Document Preparation System. Addison-Wesley, Reading, 1994.

[Lev15] R. Levien, Inconsolata. <https://levien.com/type/myfonts/inconsolata.html>, 2015.

[Now97] J. Nowacki, Antykwa Toruńska — od początku do końca polska czcionka. *Biuletyn Polskiej Grupy Użytkowników Systemu  $\TeX$* , 9:26–27, 1997.

<sup>a</sup> Chyba warto takie informacje szerzyć



# Od Autorów

Niniejszy przykład przygotowano celem ułatwienia opracowania prac dyplomowych z wykorzystaniem dostarczonego przez dra Adama Ratajczaka stylu mgr systemu  $\text{\LaTeX}$ . Styl mgr służy do przygotowywania prac dyplomowych na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej i jego głównym zadaniem jest odpowiednie sformatowanie strony tytułowej dokumentu. Sam plik z opisem klasy mgr można znaleźć na stronie autora [Rat]; tam też można znaleźć dokument szczegółowo opisujący sposób korzystania z klasy mgr (manual.pdf). Aktualną wersję prezentowanego przykładu można znaleźć zaś na stronie internetowej [Mus] w części „Inne materiały”. Więcej porad technicznych dotyczących składu pracy dyplomowej można znaleźć w szablonie przygotowanym przez Tomasza Kubika [Kub].

Dostarczony zestaw plików zawiera docelowy plik wzorcowy dokumentu z pracą dyplomową `praca_dyplomowa_wzor.pdf` (który pewnie właśnie czytasz) oraz zestaw jego plików źródłowych: plik główny `main.tex`<sup>†</sup>, pliki z treścią rozdziałów (znajdujące się w katalogu `sources`), pliki rysunków (katalog `figures`). By skompilować dostarczone źródła do postaci wynikowej należy użyć kompilatora  $\text{\LaTeX}$ a oraz  $\text{\BibTeX}$ a w sekwencji

```
pdflatex main
bibtex main
pdflatex main
pdflatex main
```

Bezbłędny przebieg wykonania poleceń wyprodukuje plik `main.pdf`, który powinien wyglądać identycznie jak ten wzorzec. Dokument można kompilować we fragmentach z zachowaniem poprawności wszystkich odwołań używając w jego preambule polecenie `\includeonly` z podaną listą plików rozdziałów do dołączenia<sup>‡</sup>.

W tym przykładzie zdecydowano się na wykorzystanie do składu tekstu kroju pisma zaprojektowanego specjalnie dla języka polskiego o nazwie Antykwa Toruńska [Now97] wraz matematyczną czcionką o nazwie AMS Euler [KZ86], o czym napisano w dodanej pod spisem treści notce. Domyślne kroje pisma można łatwo przywrócić usuwając odpowiednie pakiety z preambuły dokumentu<sup>§</sup>.

---

\*Informacje o zauważonych błędach/brakach prosimy kierować na adres `mucha@pwr.edu.pl`.

<sup>†</sup>Pliki źródłowe przygotowano z zastosowaniem systemu kodowania znaków UTF8 i windowsowymi znakami nowej linii (CRLF). Konwersja znaków nowej linii do formatu uniksowego (zazwyczaj niepotrzebna): `dos2unix plik_we plik_wy` lub `tr -d '\r' < plik_we > plik_wy`.

<sup>‡</sup>przykład użycia zamieszczono w treści pliku `main.tex`

<sup>§</sup>W preambule pokazano także, w jaki sposób można włączyć inne kroje – zwracamy uwagę, szczególnie osób piszących prace po angielsku, na kroje o nazwach Computer Concrete oraz URW Palladio (pierwszy będący odmianą kroju Concrete Roman, zaś drugi kroju Palatino) [Catb, Catc, Cata].

Prezentowany dokument, oprócz wskazania sposobu wykorzystania stylu mgr, opisuje podstawowe zasady tworzenia pracy dyplomowej. Jednakże należy podkreślić, że intencją autorów nie jest dostarczenie jeszcze jednego dokumentu traktującego o metodach formatowania tekstu w środowisku  $\LaTeX$ , ale zilustrowanie w jednym miejscu sposobów uzyskania podstawowych elementów występujących w typowej pracy dyplomowej.

W kolejnych rozdziałach tekst zapisany kolorem czerwonym stanowi komentarz do przytoczonych fragmentów pracy autorstwa Roberto Orozco [Oro18], zwracający uwagę na rzeczy, które te fragmenty ilustrują. Komentarz każdorazowo dotyczy tekstu go poprzedzającego. W źródle dokumentu można zobaczyć jak dany efekt uzyskano. A poniżej zebrano podstawowe wytyczne dotyczące redakcji tekstu. Więcej o zasadach użycia systemu  $\LaTeX$  można poczytać w „Nie za krótkim wprowadzeniu...” [PK07]. Łagodne wprowadzenie do  $\LaTeX$ a zapewnia także kurs w pdfie [Kos08], kurs w htmlu [Spu], czy dokumentacja środowiska Overleaf [Oveb]. W razie czego warto też zajrzeć na stronę Wikibooks [Wika]. Autorzy są wdzięczni Jędrzejowi Boczarowi, dyplomantowi specjalności Embedded Robotics w roku 2019, za uprzejmą współpracę i recenzję całości [Boc19].

## 0.1 Narzędzia

1. Ponieważ sam  $\LaTeX$  [Lat, Wikd, Wika] jest jedynie systemem składu tekstu, do pracy z nim potrzebny jest edytor tekstowy, który pozwoli wprowadzić pożądaną treść do komputera. Wygodnie jest korzystać w tym celu z któregoś z edytorów dostosowanych do składni  $\LaTeX$ a<sup>†</sup>. W przypadku przynajmniej podstawowej znajomości składni  $\LaTeX$ a na wygodną pracę pozwoli odpowiednio skonfigurowany edytor ogólnego przeznaczenia, jak chociażby GNU Emacs<sup>‡</sup> [Ema, Wikf], czy Vim [Wikk]\*\*. Uwadze początkujących poleca się edytory w pełni dedykowane  $\LaTeX$ owi, takie jak TeXworks [Gro], TeXstudio [Zan, Par] (który jest klonem starszego środowiska TEXMAKER [Bra]), LEd [SD], Kile [Lud], czy ostatnio coraz bardziej popularny, działający z wykorzystaniem chmury serwis Overleaf [Ovec]. Przegląd zawierający opis niektórych środowisk do pracy z  $\LaTeX$ em można znaleźć w [Łac].
2. Spis literatury wygodnie jest robić korzystając z narzędzia do formatowania bibliografii Bib $\TeX$ <sup>††</sup>, [Fed06, Wike]. Po przykłady wpisów zajrzyj do dostar-

<sup>†</sup>Ale oczywiście możliwe jest użycie dowolnego edytora tekstu, byle tylko pozwalał on na zapisywanie plików w wybranej do pracy stronie kodowej.

<sup>‡</sup>W celu ułatwienia konfiguracji emacsa do tego opisu dołączony jest przykładowy plik konfiguracyjny emacs\_conf. Jego zawartość należy dodać do lokalnego pliku konfiguracyjnego emacsa (.emacs). Zaleca się również zainstalowanie pakietu color-theme-solarized i odmarkowanie odpowiednich linii w dostarczonym pliku konfiguracyjnym. A przede wszystkim warto zadbać, by w emacsie był zainstalowany pakiet AU $\TeX$ , [Auc], który definiuje użyteczne pozycje w menu, jak Preview, LaTeX, czy Command, wiele skrótów klawiszowych, a także możliwość częściowego podglądu dokumentu bezpośrednio w emacsie.

\*\*Oba te edytory są kontekstowe i potrafią pracować w trybie  $\LaTeX$ , który znacznie ułatwia tworzenie dokumentów latechowych – jak to wygląda w przypadku emacsa można zobaczyć na stronie [Pat18].

<sup>††</sup>Emacs jest wyposażony w tryb Bib $\TeX$ , który jest automatycznie uruchamiany po wczytaniu pliku



czonego w tym zestawie pliku bibliografia.bib. W celu uzyskania bibliografii w dokumencie, po jego skompilowaniu należy użyć polecenia `bibtex nazwa_dokumentu_bez_rozszerzenia` i ponownie skompilować całość (dwukrotnie:). Spis literatury powinien zawierać jedynie pozycje, do których są odwołania w tekście.

3. Przygotowanie dokumentu może wymagać opracowania wykresów, diagramów, czy innych elementów graficznych. Należy zadbać by w miarę możliwości były one zapisane w formacie wektorowym (pdf, ps, eps). Przy wykorzystaniu elementów rastrowych należy zadbać, by były one zapisane z wykorzystaniem metod kompresji bezstratnej (png); przy braku takiej możliwości dopuszcza się wykorzystanie obrazów skompresowanych stratnie (jpg), jednakże wysokiej jakości. Należy zadbać także o ich odpowiednią rozdzielczość: uważa się, że wydruki kolorowe wymagają rozdzielczości 150dpi, czarno-białe 300dpi\*.

Do tworzenia grafik wektorowych w rodzaju diagramów, schematów blokowych zaleca się wykorzystanie programu Inkscape<sup>†</sup> [Ink, Cas, Wikh]. Grafiki do wykorzystania w dokumencie  $\LaTeX$ owym powinny zostać zapisane w formacie pdf<sup>‡</sup>. No chyba, że ktoś jest miłośnikiem języka TikZ, który daje naprawdę ogromne możliwości [Str15, Aub17, Ovea, Wikc]. A co więcej Inkscape pozwala na zapisywanie plików w formacie TikZ – potrafi to też MatLab<sup>§</sup> [Mat], Mathematica [Wol], GeoGebra [H<sup>+</sup>], Python<sup>¶</sup> [Phy].

Obróbki formatów bitmapowych można dokonywać z łatwością programem GIMP [Gim, Wikg] i wieloma pomniejszych. Przegląd informacji na temat dołączania grafik, formatach graficznych, narzędziach do obróbki i konwersji można znaleźć w [Wikb].

## 0.2 Układ pracy

Praca dyplomowa powinna mieć następujący układ.

1. Strona tytułowa.
2. Spis treści.
3. Wstęp umiejscawiający podjętą tematykę z celem i zakresem pracy oraz jej układem.

---

z rozszerzeniem .bib i znacznie ułatwia jego edycję.

\*W przypadku publikacji elektronicznych zastosowana rozdzielczość powinna stanowić kompromis pomiędzy jakością grafiki a wielkością uzyskanego pliku wynikowego – jeden dołączony w nieprzemyślany sposób plik rastrowy potrafi zwiększyć kilkadziesiąt razy wielkość docelowego dokumentu pdf.

<sup>†</sup>Więcej na ten temat, w szczególności jak otrzymać czcionki spójne z użytymi w tekście, opisano w komentarzu do rysunku 2.1 na stronie 16.

<sup>‡</sup>Zaleca się, by pliki wektorowe zapisane w innych formatach przed dołączeniem zostały przekształcone również do formatu pdf (narzędzia `ps2pdf`, `epstopdf`).

<sup>§</sup>`matlab2tikz` [Sch]

<sup>¶</sup>biblioteka `matplotlib` [Hun]

4. Rozdział(y) „teoretyczny/-e”, wprowadzający/-e w podjętą w pracy tematykę, opisujący/-e wykorzystane narzędzia (preliminaria matematyczne, formalizmy, metodologie, systemy).
5. Rozdział opisujący w sposób ogólny ideę/sposób/metodę rozwiązania postawionego problemu.
6. Rozdział szczegółowo opisujący zrealizowane rozwiązanie/eksperyment.
7. Rozdział zawierający wyniki przeprowadzonych testów/badań/eksperymentów wraz z ich opracowaniem i analizą.
8. Zakończenie zawierające podsumowanie i wnioski.
9. Literatura.
10. Spis tabel.
11. Spis rysunków.
12. Dodatki.

Więcej informacji o zawartości poszczególnych elementów pracy można znaleźć w komentarzach zawartych w kolejnych rozdziałach niniejszego poradnika.

### 0.3 Formatowanie

1. Zasadniczo, nie należy nadużywać w tekście różnego kroju pisma w celu wyróżnienia jego fragmentów. Jednakże czasami *można* coś podkreślić poleceniem `\emph{}`<sup>‡</sup> czy **może** nawet poleceniem `\textbf{}`. Do zapisania nazw programów może przydać się jeszcze polecenie `\texttt{}` czy też `\verb`. JEDNAKŻE stosowanie *zbyt* wielu wyróżnień **zdecydowanie** zmniejszy czytelność **wprowadzanego** w ten sposób tekstu. Podobnie samowolne różnicowanie wielkości czcionki (od `\tiny`, poprzez `\scriptsize`, `\footnotesize`, `\small`, `\normalsize`, `\large`, `\Large`, `\LARGE`, `\huge`, aż po `\Huge`) jest zabronione.
2. W  $\text{\LaTeX}$ u podział na akapity wskazuje się wstawiając w pliku źródłowym puste linie. Stąd należy uważać, by nie pojawiły się w nim puste linie po/wokół wzorów/rysunków/tabel, gdy nie mamy do czynienia z nowym akapitem\*\*.
3. W przypadku zaistnienia potrzeby wyliczania zestawu elementów należy stosować otoczenie `\begin{itemize}...\end{itemize}`. W tekście objawi się ono jako

---

<sup>‡</sup>W takiej roli lepiej nie używać polecenia `\textit{}`, gdyż użyte w tekście złożonym czcionką pochyłą nie przyniesie zamierzonego efektu.

\*\*Oto przykład. I tak to równanie

$$x^2 + y^2 = z^2 \tag{1}$$

nie jest ostatnim elementem akapitu, więc w pliku źródłowym tekst wpisany jest bezpośrednio po nim, co powoduje, że następująca po równaniu linia złożona jest bez wcięcia akapitowego; zaś równanie umieszczone poniżej jest

$$x^2 + y^2 = z^2. \tag{2}$$

A tu zaczyna się akapit kolejny, więc w pliku źródłowym poprzedza go pusta linia, przez co w efekcie właśnie składany fragment tekstu zaczyna się od wcięcia akapitowego.

- element pierwszy,
- element drugi,
- oraz kolejny.

Jeśli wymagane jest ponumerowanie kolejnych pozycji, wówczas w sukurs przychodzi otoczenie `\begin{enumerate}...\end{enumerate}`, które daje

- (a) element pierwszy<sup>††</sup>,
- (b) element drugi,
- (c) oraz kolejny.

Do opisu elementów należy użyć przy pracy z  $\text{\LaTeX}$ em dostępnego w nim otoczenia `\begin{description}...\end{description}`:

**twierdzenie** — rzecz o zasadniczym znaczeniu, które pojawia się zawsze wtedy, gdy istnieje potrzeba wypowiedzenia...

**lema** — twierdzenie pomocnicze, które...

**definicja** — a to przyjmujemy na wiarę.

Przy zagnieżdzeniu tych środowisk dostaniemy przykładowo:

- element pierwszy,
  - element pierwszy,
  - element drugi,
- element drugi,
  - (a) element pierwszy,
  - (b) element drugi,
- oraz kolejny.

Należy tu jednak zachować umiar i zdrowy rozsądek.

4. **Środowiska do wyróżnień** Otoczenie `quote` nadaje się do składania dłuższych cytatów oraz przykładów. I tak, jeżeli chodzi o długość wierszy to regułą kciuka jest, że:

Przeciętnie wiersz powinien zawierać więcej niż 66 znaków. Dlatego w  $\text{\LaTeX}$ u standardowe strony mają szerokie marginesy.

Dlatego też w gazetach stosuje się druk wielołamowy.

Istnieją ponadto dwa otoczenia o podobnym zastosowaniu: `quotation` i `verse`. Przy wyróżnieniach dłuższych niż jeden akapit należy zastosować środowisko `quotation`, zaś `verse` zapewne w opracowywanych tu dokumentach nie znajdzie zastosowania.

---

<sup>††</sup>Tu pozycje „numerowane” zostały literami ze względu na zagnieżdżenie otoczeń `itemize/enumerate` – styl numerowania dobierany jest automatycznie ze względu na poziom zagnieżdżenia, by go zmienić można posłużyć się pakietem `enumitem`.

Do wyróżnień można też definiować własne środowiska korzystając z polecenia `\newtheorem` (w preambule dokumentu). W tym dokumencie dla przykładu utworzono dwa takie środowiska: `uwaga` oraz `twr`, które objawiają się jak poniżej i pozwalają na odwoływanie się do nich poprzez odsyłacze (mechanizm pokrótce opisany w rozdziale 1).

**Uwaga 1** *Samo wykorzystanie systemu składu tekstu  $\text{\LaTeX}$  nie zapewni profesjonalnego wyglądu składanego tekstu.*

**Twierdzenie 1** *Jednakże odrobina wysiłku i przestrzeganie podstawowych reguł pozwoli na uzyskanie takiego efektu.*

## 0.4 Pomniejsze

1. Odróżniamy myślnik<sup>\*</sup> (`—`) od półpauzy (`-`), łącznika<sup>†</sup> (`-`) i znaku minusa (`-`) — to cztery odmiennie wyglądające poziome znaki. By zapewnić prawidłowe łamanie tekstu na łącznikach (np. w wyrażeniu biało-czerwony) dajemy w miejsce dywiza „-” polecenie `\dywiz` (np. tak: biało\dywiz czerwony, co pozwoli przenieść zapisane z dywizem słowo biało-czerwony oooooooooooooooooo tak: biało-czerwony). Jeśli kogoś razi długość myślnika, dopuszcza się użycie w jego miejsce półpauzy (`—`  $\rightarrow$  `-`).
2. W przypadku odmiany obcych nazwisk i im podobnych czasami istnieje potrzeba użycia kasownika<sup>‡</sup> – stosujemy go, gdy ostania litera odmienianego wyrazu jest niema<sup>§</sup>, np. formalizm Lagrange’a<sup>¶</sup>, pamięć w iPhone’ach, epicki szpagat Jeana Claude’a van Damme’a, żona Kennedy’ego (ale formalizm Newtona, dzieła Charlesa<sup>||</sup> Dickensa, program o Kennedym).
3. Wielokropek uzyskujemy poleceniem `\ldots`.
4. Dobrze jest zadbać by po jednoliterowych spójnikach, przyimkach i im podobnych umieszczana była twarda spacja, oznaczana w  $\text{\LaTeX}$ u znakiem tyldy (np. „i~podobnych”) – zapobiegnie to pojawianiu się w tekście tak zwanych sierot. Tak samo połączone z poprzedzającym słowem powinny być numery rozdziałów, rysunków itp. (przykładowe odwołanie do rozdziału powinno mieć postać „jak wskazano w~rozdziale~\ref{ch\_02:ruch}”, co wyprodukuje tekst: jak wskazano w rozdziale 2.1). Po odpowiednim skonfigurowaniu edytor Emacs potrafi dodawać większość tak wymaganych twardych spacji w sposób automatyczny w trakcie wpisywania tekstu.

---

<sup>\*</sup>zwany też pauzą

<sup>†</sup>zwanego też dywizem

<sup>‡</sup>oznaczanego znakiem apostrofu ’

<sup>§</sup>w podstawowej formie wyrazu nie wymawiamy jej

<sup>¶</sup>czytaj „lagranża”

<sup>||</sup>bo Charles /czarl/, ale rondo Charles’a de Gaulle’a, bo Charles /szarl/ i /gol/ – wszystko zależy od tego, czy ostatnią literę wymawiamy, czy nie

5. Podczas składu tekstu należy zadbać, by w  $\text{\LaTeX}$ u były włączone polskie wzorce przenoszenia wyrazów (hyphenation)\*\*. Jeśli jakiś wyraz nie jest dzielony przez  $\text{\LaTeX}$ a poprawnie, można zadać jego podział zaznaczając wszystkie możliwe miejsca jego podziału sekwencją  $\backslash-$ , np. wpisując go z zaznaczeniem dozwolonych miejsc podziału, jak tu  $\text{za}\backslash\text{-}\text{z}\backslash\text{-}\text{na}\backslash\text{-}\text{cza}\backslash\text{-}\text{j}\text{ą}\text{c}^{\dagger\dagger}$ .
6. Nie przy każdym ustawieniu czcionek cyfry w tekście (1234567890) są takie same jak w „matematyce” (1234567890) – jeśli te tu przy wybranej konfiguracji czcionek się nie różnią, to nie ma problemu, inaczej uważać.
7. Podobnie może być z interpunkcją – zobacz czy zobaczysz tutaj to samo: tekst „!?, matematyka .,;!?. Bo powinienes  $\text{\LaTeX}$ \*.

## 0.5 Pomocne

$\text{\LaTeX}$  pozwala na wykorzystanie wielu pakietów/opcji pomocnych na etapie opracowywania dokumentu. Poniżej kilka słów o wybranych.

**Opcja draft** Na etapie opracowywania dokumentu w poleceniu `\documentclass` warto dodać opcję `draft`<sup>†</sup>, która, co najważniejsze, powoduje, że wszystkie miejsca, w których składany materiał wystaje na margines zostają oznaczone za pomocą pionowych kresek umieszczonych na marginesie<sup>‡</sup>. Opcja ta powoduje też, że w tekście w miejsce plików zewnętrznych pojawią się ramki pokazujące wielkość zajmowanego przez nie miejsca i zawierające nazwę plików w miejsce ich zawartości (mniejszy plik wynikowy, szybsza kompilacja), nieaktywne są odwołania dodawane przez pakiet `hyperref` i inne pomniejsze [Sta].

**Pakiet showkeys** Użycie pakietu `showkeys` spowoduje podanie w dokumencie wynikowym przy wszystkich etykietach, odwołaniach użytych do ich oznaczenia kluczy<sup>¶</sup>.

**Pakiet todonotes** Do robienia notatek edytorskich może służyć polecenie `\todo` z pakietu `todonotes`. Warto korzystać z tego mechanizmu do zapisywania wszystkich uwag, pomysłów, braków dotyczących tekstu, do uwzględnienia<sup>||</sup> później. Po zreali-

tak to wygląda  
wówczas

\*\*Jeśli nie są one włączone w pliku dziennika (rozszerzenie `.log`) pojawi się wpis w rodzaju `No hyphenation patterns were loaded for the language 'Polish'`. Jak je włączyć można poczytać np. tutaj [FAQ].

<sup>††</sup>Można to zrobić w miejscu wystąpienia wyrazu lub w preambule dokumentu używając polecenia `\hyphenation{za\ -z\ -na\ -cza\ -j\ \acute{a}\ \c{c}}`.

\*Taka ciekawostka: W polskiej typografii zaleca się, by po emotikonach nie stosować już znaków interpunkcyjnych :)

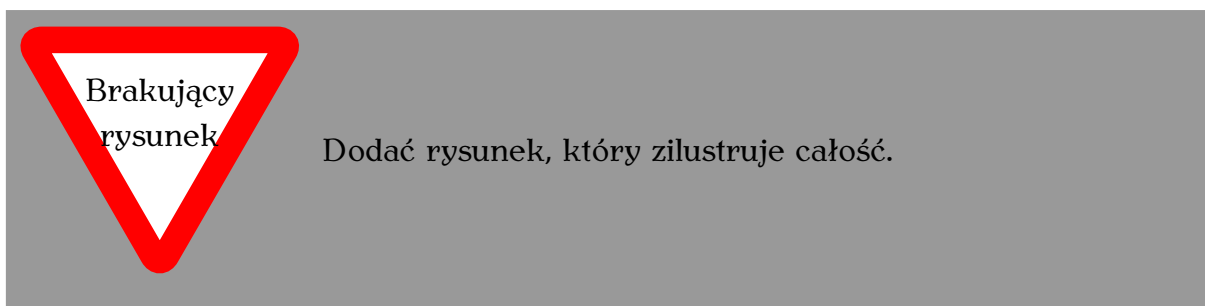
<sup>†</sup>Opcje dodajemy w nawiasach kwadratowych.

<sup>‡</sup>Fakt wystawiania składanych elementów na margines odnotowywany jest standardowo w pliku pomocniczym z rozszerzeniem `.log`<sup>§</sup> przez umieszczenie w nim ostrzeżenia `Overfull \hbox (x.xxxpt too wide) in paragraph at lines y-z`.

<sup>§</sup>W pliku tym rejestrowany jest cały przebieg kompilacji dokumentu.

<sup>¶</sup>Odkomentuj w pliku głównym `main.tex` tego dokumentu linię `\usepackage{showkeys}` by zobaczyć ten efekt :)

<sup>||</sup>lub nie ;P



Rysunek 1 Bardzo ważna ilustracja

zowaniu zapisanych rzeczy w notce można ją wyłączyć dodając opcję `done**`. By wyłączyć wszystkie notki w dokumencie do pakietu `todonotes` należy dodać opcję `disable`. Można też użyć notatki w tekście dodając do polecenia `\todo` opcję `inline`, co da

`inline` wygląda tak, że można tu napisać trochę więcej rzeczy i można, i można, i można, ale psuje się łam

taki wygląd jak zobaczyliśmy właśnie.

Dodatkowo, by wpisać informacje o brakujących rysunkach można użyć polecenie `\missingfigure` używając go wewnątrz otoczenia `figure`, co da efekt jak ten tutaj (zobacz rysunek 1). Na wytworzenie listy rzeczy do zrobienia pozwala polecenie `\listoftodos`, które dodano na końcu tego dokumentu (spójrz na ostatnią stronę).

**Plik pomocniczy .log** W trakcie kompilowania tekstu wszystkie komunikaty o podejmowanych przez kompilator czynnościach umieszczane są w pliku pomocniczym z rozszerzeniem `.log`. Tamże umieszczane są komunikaty o błędach/ostrzeżenia. Stąd warto zajrzeć do tego pliku by stwierdzić, czy w opracowywanym tekście nie pojawiły się jakieś wady, które powinniśmy z niego usunąć.

---

\*\*Niedostępne w starszych wersjach pakietu.



# Rozdział 1

## Wstęp

Od zarania dziejów ludzkość interesowała się ruchem obrotowym, który rozpalał umysły myślicieli oraz inspirował wynalazców. Już w starożytności opisano wynalazek znany dziś pod nazwą gimbal, a pitagorejczycy rozpatrywali ruch obrotowy Ziemi. Na przestrzeni kolejnych wieków wciąż pozostawał on w umysłach znakomitych uczonych, takich jak Isaac Newton (1642–1727) [New11], Mikołaj Kopernik (1473–1543) [Cop66] czy Girolamo Cardano (1501–1573) [OR98], który częściowo stworzył, a także opisał specjalny typ zawieszenia nazwanego później jego nazwiskiem – kluczową część ówczesnych kompasów oraz żyroskopów i przyczynę do zaprojektowania przegubu Cardana, nieodzownego elementu wielu współczesnych mechanizmów napędowych [Wiki].

Wstęp stanowi wprowadzenie w podejmowane zagadnienia, powinien więc „umiejszczać tematykę pracy”. Stąd należy sięgnąć do tego, co zostało dotychczas zrobione. Do wszystkich przytoczonych faktów należy podać źródła – cytowania wygodnie jest robić przy pomocy BibTeXa, [Fed06, Wike]. Załączone przykłady (plik bibliografia.bib) pokazują jak formatować cytowania książek, artykułów, referatów konferencyjnych, prac dyplomowych, źródeł internetowych.

[...]

Inspirację w błąkach znajdowali również fizycy, w tym nobliści niezajmujący się stricte zagadnieniem ich ruchu. Zachwyty nad wirującą bryłą dwóch znakomitych fizyków – N. Bohra oraz W. Pauliego – został uwieczniony na zdjęciu w trakcie inauguracji Instytutu Fizyki w Lund, które to przedstawia rysunek 1.1.

O swojej inspiracji pisze także R. Feynman, również noblista, w zbiorze swoich wspomnień pod tytułem „«Pan raczy żartować, panie Feynman!» Przypadki ciekawego człowieka” [FLHB07], w którym przytacza anegdotę jak zainteresowanie wirującym talerzem wpłynęło na jego karierę zawodową i otrzymanie nagrody Nobla. W Polsce popularnonaukowym propagatorem tego zagadnienia jest Arkadiusz Jadczyk, profesor Uniwersytetu Wrocławskiego, prowadzący bloga [Jad], którego duża część poświęcona jest opisowi, w przystępny sposób, zachowania błąków.

[...]

Wstęp jest też dobrym miejscem do przytoczenia rzeczy pobocznych, ciekawostek, elementów, które są drugoplanowe, aczkolwiek zdaniem autora warte przytoczenia. W przypadku obiektów numerowanych, takich jak zamieszczony na stronie 12 rysunek 1.1, odwołania do nich wykonujemy wykorzystując mechanizm od-



Rysunek 1.1 „Medytacja nad wirującym bąkiem”, [Gus] Rysunki pozycjonujemy korzystając z opcji [tp]<sup>†</sup>. Jeśli ilustracja jest zaczerpnięta z jakiegoś źródła podajemy je, jeśli przygotowana na jego podstawie, piszemy: (na podstawie [Gus]). Nie stawiamy kropki na końcu podpisu

syłaczy \label{}-\ref{}<sup>‡</sup>. Przytaczany rysunek powinien zostać zdefiniowany w źródle dokumentu (z wykorzystaniem otoczenia figure) zaraz po podaniu pierwszego odwołania do niego. Definicji rysunku nie należy oddzielać pustą linią od poprzedzającego ją/następującego po niej tekstu, jeśli nie znajdujemy się na końcu akapitu. Do każdego umieszczonego w pracy rysunku musi być odwołanie w tekście – czytelnik zwraca swoją uwagę na rysunek dopiero wtedy, gdy napotka do niego odwołanie w tekście. Te same zasady dotyczą tabel (otoczenie table<sup>§</sup>).

Badanie zagadnienia ruchu obrotowego brył sztywnych jest istotne z punktu widzenia robotyki, ze względu na wykorzystywanie elementów wirujących w konstrukcjach robotycznych na przykład jako napędy. Przykładem robota mobilnego z napędem, który może zostać zamodelowany jako bąk jest między innymi Hogger [Ryb13] oraz Hogger<sup>2</sup> [Gó17]. Opis badań nad robotami napędzanymi w ten sposób można znaleźć w [JM17, JM16].

Warto we wstępie napisać, dlaczego zajęliśmy się tematem. I warto zarówno w nim, jak i w całej pracy unikać „eleganckiego” stylu wypowiedzi, gdyż najczęściej wychodzi z niego styl „pompatyczny”, oraz żargonu oraz niepotrzebnego słowotwórstwa. Jeśli przytaczamy kilka źródeł w jednym miejscu podajemy je w pojedynczym poleceniu \cite{} rozdzielając przecinkiem.

<sup>†</sup>W zrozumieniu sposobu kontrolowania rozmieszczenia obiektów pływających w rodzaju rysunków może pomóc krótki opis znajdujący się pod adresem <https://robjhyndman.com/hyndsight/latex-floats/>

<sup>‡</sup>Tak też postępujemy w przypadku innych „numerowanych” obiektów, w rodzaju tabel, rozdziałów, podrozdziałów, równań (choć w przypadku tych ostatnich wygodniej jest używać polecenia \eqref{}, które automatycznie dodaje wokół numeru wymagane nawiasy). Więcej na temat numerowania równań znajduje się w stopce \*\* na stronie 17. By odwołać się do strony, na której znajduje się etykieta stosujemy polecenie \pageref{}.

<sup>§</sup>które służy do wstawiania obiektów pływających typu tabela i które w sumie nie musi zawierać tabel sensu stricto – do przygotowania tabeli samej w sobie służy otoczenie tabular



Niniejsza praca ma na celu wprowadzić czytelnika w podstawy problemu ruchu obrotowego oraz jego analizy. W jej ramach przygotowano system symulacji pozwalający na śledzenie wybranych modeli bąków i wykorzystania go do przeprowadzenia badań komputerowych oraz wizualizacji ich zachowań. Układ pracy jest następujący. W drugim rozdziale przytoczony został podstawowy aparat matematyczny, wraz z jego interpretacją, niezbędny do zrozumienia pracy. W rozdziale trzecim scharakteryzowano podstawowe przypadki bąków, dla których jesteśmy w stanie uzyskać rozwiązanie całkowite bądź częściowe, zostały również przedstawione różnice pomiędzy nimi. Rozdział czwarty zawiera analityczną analizę bąków Lagrange’a oraz Eulera, która została poparta symulacjami przedstawionymi w rozdziale piątym. Rozdział szósty podsumowuje całość.

**Wstęp należy zakończyć podając jakie są cele i zakres pracy, oraz jej układ.**



# Rozdział 2

## Preliminaria matematyczne

Celem rozdziału jest zaprezentowanie podstawowych informacji dotyczących aparatu matematycznego wykorzystywanego w pracy. Ma on ponadto ułatwić dalsze czytanie poprzez zaznajomienie czytelnika z przyjętymi konwencjami oznaczeń oraz symboli, które można napotkać w następnych rozdziałach. Przedstawione zostaną tu również interpretacje wprowadzonych wzorów oraz formalizmów. Szczegółowe opisy oraz dowody przedstawianych zagadnień oraz twierdzeń można znaleźć w większości dostępnych podręczników do mechaniki analitycznej. Niniejsza praca bazuje w głównej mierze na pozycjach [TM18, RK12, Arn81, ZRM09].

Każdy rozdział warto rozpocząć od podania informacji, w jakim celu został on napisany i co zawiera. We wstępie do rozdziału mogą też pojawić się inne informacje natury ogólnej: rys historyczny, metodologia postępowania, charakterystyka zastosowanych narzędzi, własności proponowanego rozwiązania.

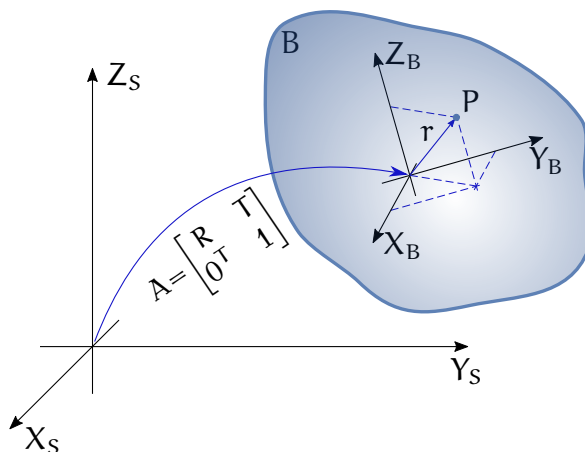
### 2.1 Ruch bryły sztywnej

W ogólności ruch bryły sztywnej jest złożeniem dwóch podstawowych ruchów – przesunięcia oraz obrotu ciała sztywnego. Opis takiego ruchu bazujący na trójelementowym wektorze położenia  $(x, y, z)^T$  z elementami  $x, y, z$  jednoznacznie określającymi położenie w przestrzeni euklidesowej  $\mathbb{E}^3$ . [...] Elementy grupy  $\mathbb{SE}(3)$  można utożsamić z macierzami  $4 \times 4$ , które przyjmują postać

$$A = \begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{T} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}, \quad (2.1)$$

gdzie  $\mathbf{R}$  – macierz  $3 \times 3$  opisująca część rotacyjną ruchu,  $\mathbf{T}$  – trójelementowy wektor opisujący część translacyjną ruchu.

Wzory wystawione stanowią integralną część zawierających je zdań. Należy więc konstruować całość zgodnie z zasadami gramatyki języka polskiego, stosując odpowiednią interpunkcję (przecinek/kropka po równaniu?). Po podaniu równania należy określić znaczenie wszystkich użytych w nim elementów, które wcześniej nie były zdefiniowane (dotyczy też formuł umieszczanych w tekście – zobacz wyżej definicję wektora położenia). Wzory wystawione można uzyskać używając oto-



Rysunek 2.1 Przekształcenie układów współrzędnych, [TM18]

czeń `equation`, `equation*`<sup>†</sup>. Macierze, wektory konstruujemy korzystając z otoczeń `bmatrix`, `pmatrix`. Więcej o równaniach na początku rozdziału 3.

[...] Ilustracja przekształcenia została przedstawiona na rysunku 2.1. Ze względu na charakter ruchu badanych obiektów, w pracy zajmujemy się tylko częścią rotacyjną przekształcenia (2.1), która pozwoli nam na analizę ewolucji zachowań bąków.

Rysunki wektorowe dobrze jest opracowywać z wykorzystaniem programu Inkscape<sup>‡</sup> [Ink] lub podobnego. Pozwala to na przygotowanie grafik wektorowych jak ta z rysunku 2.1 z czcionkami spójnymi z tymi w tekście głównym. Wielkość rysunku można kontrolować przez podanie wartości parametru `\svgscale` (skaluje elementy graficzne pozostawiając wielkość i położenie czcionek bez zmian!) lub użycie polecenia `\scalebox`<sup>§</sup>. Alternatywnie rysunek z Inkscape'a można dołączyć zapisując go w formacie TikZ, ale to już zupełnie inna bajka.

[...]

\*Z numerem, bez numeru – zasadniczo numerujemy tylko wzory, do których się odwołujemy, czasem te uważane za „ważne”. By numery automatycznie pojawiały się jedynie przy wzorach do których są w tekście odwołania można dołączyć pakiet `mathtools`, w tekście dokumentu użyć polecenia `\mathtoolsset{showonlyrefs=true}`, a następnie używać otoczenia `equation` w wersji bez gwiazdki. Pakiet `mathtools` daje oczywiście dużo więcej możliwości [HM18].

<sup>†</sup>Jeśli równanie stanowi jeden akapit z otaczającym je tekstem, przed/po nim nie może pojawić się w pliku źródłowym pusta linia.

<sup>‡</sup>który potrafi je zapisać w formacie pdf z wydzieloną warstwą tekstową. W tym celu zapisujemy plik jako dokument w formacie pdf i w pojawiającym się oknie konfiguracji zaznaczamy "Omit text in PDF and create LaTeX file" oraz "Użyj rozmiar strony eksportowanego obiektu" – uzyskujemy w ten sposób dwa pliki, odpowiednio z rozszerzeniami `.pdf` i `.pdf_tex`, z których drugi dołączamy do pliku głównego poleceniem `\input{}`<sup>§</sup>. W załączeniu znajduje się plik źródłowy Inkscape'a `przemieszczenie.svg` (w katalogu `figures/chapter_02`), zawierający grafikę z rysunku 2.1.

<sup>§</sup>Konwersji źródłowego pliku zapisanego w formacie svg można dokonać też z poziomu shella poleceniem `inkscape -z -D -file=<infile.svg> -export-pdf=<outfile.pdf> -export-latex`. Alternatywnie, użycie w miejsce polecenia `\input{}` polecenia `\includesvg{}` z pakietu `svg` powoduje automatyczne przetwarzanie pliku svg w pdf przy każdym uruchomieniu kompilatora `pdflatex`<sup>¶</sup>, jeśli tylko plik pdf nie jest aktualny – niestety nie we wszystkich systemach operacyjnych działa to poprawnie. W źródłach tego dokumentu zaprezentowano oba sposoby.

<sup>¶</sup>Wywołanego być może z dodatkową opcją `-shell-escape`.

<sup>||</sup>W pliku źródłowym użyto przykładowo tego polecenia ze skalą 1.0.

## 2.2 Formalizm Eulera-Newtona

[...] Układ równań Eulera-Newtona opisujący dynamikę bryły przyjmuje wtedy postać

$$\begin{cases} \mathbf{F} = m_b (\dot{\mathbf{v}}_B + \boldsymbol{\omega}_B \times \dot{\mathbf{v}}_B) \\ \mathbf{m} = I_B \dot{\boldsymbol{\omega}}_B + \boldsymbol{\omega}_B \times I_B \boldsymbol{\omega}_B \end{cases}, \quad (2.2)$$

gdzie  $\mathbf{F}$  – siła zewnętrzna działająca na...

Układy równań wygodnie jest robić z wykorzystaniem otoczenia cases, jak to zrobiono w równaniu (2.2).

[...]

Dla tak zdefiniowanego lagranżianu równania ruchu wyrażone są za pomocą równań Eulera-Lagrange’a drugiego rodzaju postaci

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \dot{\mathbf{q}}} \right) - \frac{\partial L(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \mathbf{q}} = \mathbf{F},$$

gdzie  $\mathbf{F}$  oznacza siły...

Jeśli dane równanie ma nie być opatrzone numerem używamy „starowanych” wersji otoczeń matematycznych (np. `equation*` w miejsce `equation`)\*\*. W celu dostosowania wielkości nawiasów do wysokości zawartego w nich wyrażenia należy znaki nawiasów poprzedzić poleceniami `\left`, `\right`††.

[...]

---

\*\*W kwestii numerowania równań matematycznych istnieją dwie szkoły. Według pierwszej numerujemy „ważniejsze” równania (w tym oczywiście te, do których są odwołania w tekście), te „mniej ważne” pozostawiając bez numerów. Druga szkoła mówi, że należy numerować jedynie te równania, do których są odwołania w tekście. I tutaj w sukurs przychodzi nam pakiet `mathtools` i jego opcja `showonlyrefs` – wówczas wszystkie równania możemy dawać w wersji bez gwiazdek na końcu, a numery otrzymają jedynie te równania, do których pojawią się odwołania skonstruowane za pomocą mechanizmu odsyłaczy `\label{}-\eqref{}` (odkomentuj w pliku `main.tex` odpowiednie linie, by zobaczyć efekt).

††Jeśli jeden z nawiasów ma być pominięty należy w jego miejsce dać znak kropki.



## Rozdział 3

### Czym jest bąk? I cała reszta\*

Najprościej rzecz ujmując bąk jest bryłą sztywną zamocowaną [...] a macierz przejścia z układu ciała do układu przestrzeni ma postać

$$\mathbf{R}(\mathbf{q}) = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \gamma - \cos \beta \sin \alpha \sin \gamma & -\cos \beta \cos \gamma \sin \alpha - \cos \alpha \sin \gamma & \sin \alpha \sin \beta \\ \cos \gamma \sin \alpha + \cos \alpha \cos \beta \sin \gamma & \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma - \sin \alpha \sin \gamma & -\cos \alpha \sin \beta \\ \sin \beta \sin \gamma & \cos \gamma \sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

W przypadku dużych macierzy, długich równań można próbować poradzić sobie z ich zmieszczeniem przez użycie polecenia `\resizebox` (jak zrobiono to w równaniu powyżej dla zawartej w nim macierzy)<sup>‡</sup>, lub zmniejszenie używanych w równaniu czcionek (co poczyniono w równaniu poniżej, mimo że w sumie nie było to konieczne:).

[...]

Możemy sprawdzić to dokonując rzutowania, a mianowicie

$$\begin{aligned} (\mathbf{I}_B \boldsymbol{\omega}_B, \mathbf{e}_3) &= (\mathbf{I}_B \boldsymbol{\omega}_B, \mathbf{R}^T \mathbf{e}_z) = \begin{pmatrix} \dot{\alpha} \sin \beta \sin \gamma + \dot{\beta} \cos \gamma \\ \dot{\alpha} \sin \beta \cos \gamma - \dot{\beta} \sin \gamma \\ \dot{\alpha} \cos \beta + \dot{\gamma} \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \sin \beta \sin \gamma \\ \cos \gamma \sin \beta \\ \cos \beta \end{pmatrix} = \\ &= \dot{\alpha} (I_1 \sin^2 \beta + I_3 \cos^2 \beta) + I_3 \dot{\gamma} \cos \beta \end{aligned} \quad (3.2)$$

Równania zajmujące więcej niż jedną linię wygodnie jest robić z wykorzystaniem otoczenia `multline`. Łamanie dokonujemy na znakach operacji powtarzając je na końcu i początku linii w miejscu łamania<sup>§</sup>. Inne rodzaje otoczeń matematycznych<sup>¶</sup>

---

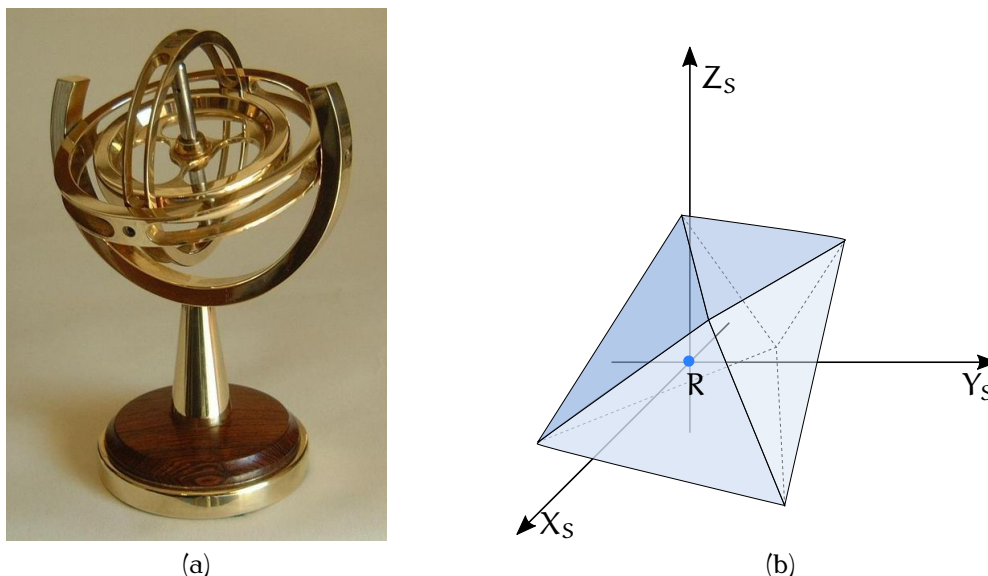
\*Ten nagłówek pokazuje w jaki sposób umieścić inną postać tytułu w nagłówku i spisie treści (w spisie np. nieformatowaną). Jeśli potrzebna jest odmienna wersja tekstu w każdym z 3 miejsc (tytuł rozdziału, spis treści, nagłówek) wówczas należy użyć dodatkowo polecenia `\chaptermark` – pozwala ono zmienić (np. skrócić jak zrobiono to w tym przykładzie) treść nagłówków<sup>†</sup>.

<sup>†</sup>Sprawa jest trochę bardziej skomplikowana w przypadku podrozdziałów – wówczas należy podać dwukrotnie treść przeznaczoną do nagłówka, według schematu `\section[wersja do spisu treści]{pełna wersja tytułu\sectionmark{wersja do nagłówka}} \sectionmark{wersja do nagłówka}`. A trzeba o rzecz dbać tylko w przypadku formatowania tekstu do wydruku dwustronnego, wówczas tytuły podrozdziałów trafiają na nieparzyste strony tekstu.

<sup>‡</sup>Alternatywnie poleceniem `\scalebox` pozwalającym określić docelowy wymiar obiektu w odniesieniu do jego pierwotnego wymiaru (`\resizebox` pozwala określić wymiar docelowy bezwzględnie lub w odniesieniu do „zewnętrznych obiektów” – szerokości tekstu, kolumny itp.).

<sup>§</sup>W przypadku łamania na znaku minus na końcu linii w miejscu łamania dajemy znak plus, a minus umieszczamy na początku kolejnej linii.

<sup>¶</sup>dostarczanych przez pakiet `\amsmath`



Rysunek 3.1 Przykład bąków swobodnych a) żyroskop, [Hin], b) model bąka Eulera

opisane są w jego dokumentacji [AMS99], w rozdziale 3. O macierzach traktuje podrozdział 4.2 tamże.

### 3.1 Bąki swobodne

[...]

Fizyczną realizacją bąka Eulera spełniającą przypadek pierwszy jest żyroskop – ciało sztywne umieszczone w zawieszeniu Cardana, w taki sposób, aby środek ciężkości pozostawał nieruchomy – przedstawiony na rysunku 3.1 wraz z ilustracją modelu matematycznego, gdzie  $R$  oznacza środek ciężkości bąka.

W przypadku rysunków zawierających kilka części można posłużyć się poleceniem `\subfloat` (zobacz rysunek 3.1). Gdy rysunek nie mieści się na jednej stronie, można go podzielić tak, jak to zrobiono w przypadku rysunku 3.2 – użyte mechanizmy dostępne są po dodaniu w preambule dokumentu pakietu `subfig`.

[...]

Ilustracja opisanej konstrukcji została przedstawiona na rysunku 3.3. Gdy wykres energii całkowitej nie przecina wykresu  $U(\beta)$  oznacza to, że układ taki jest nierealizowany fizycznie jako bąk – posiada ujemną energię kinetyczną.

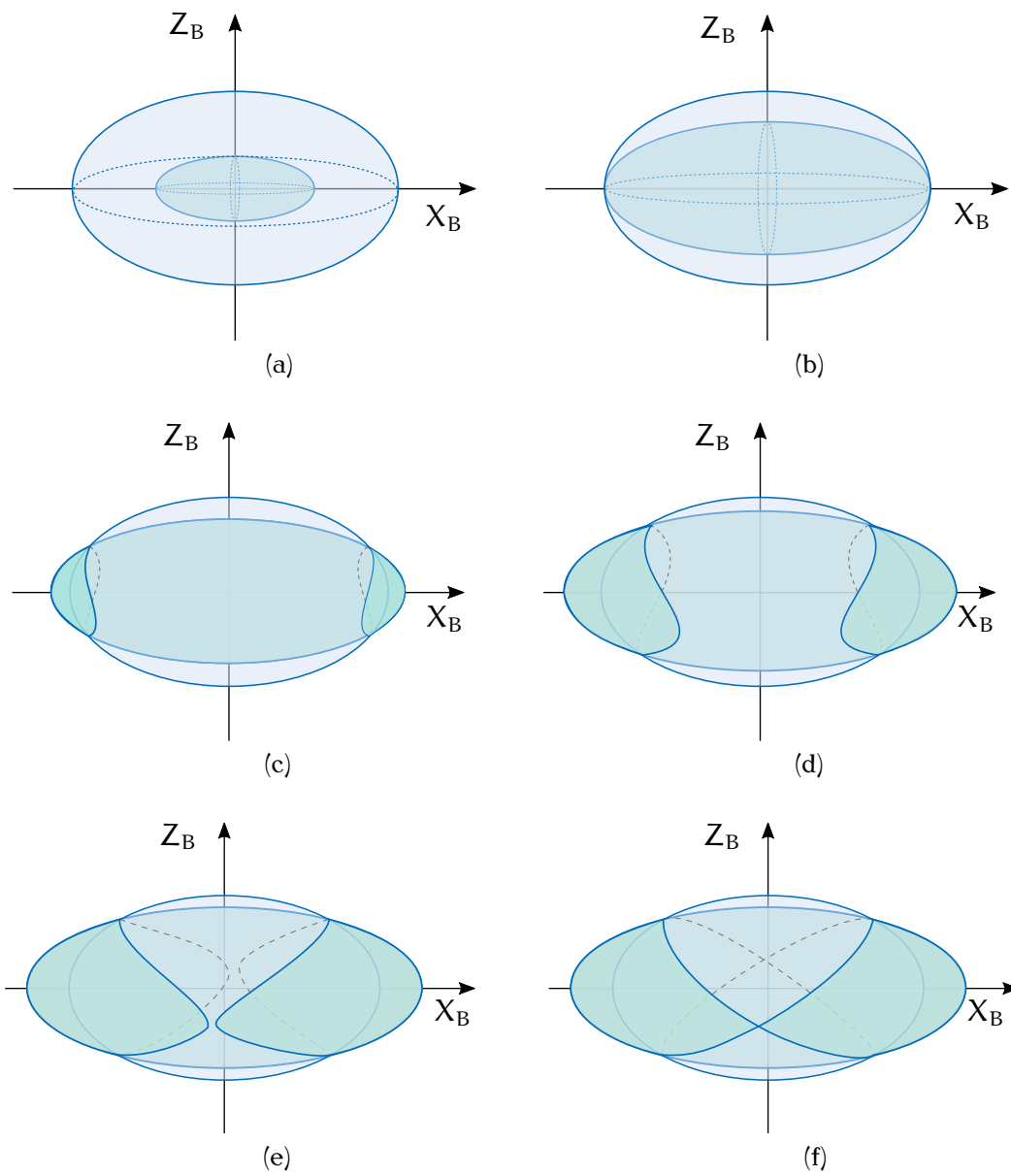
[...]

Gdy  $u_L$  zmniejsza się zaczyna formować pętle (rysunek 3.4).

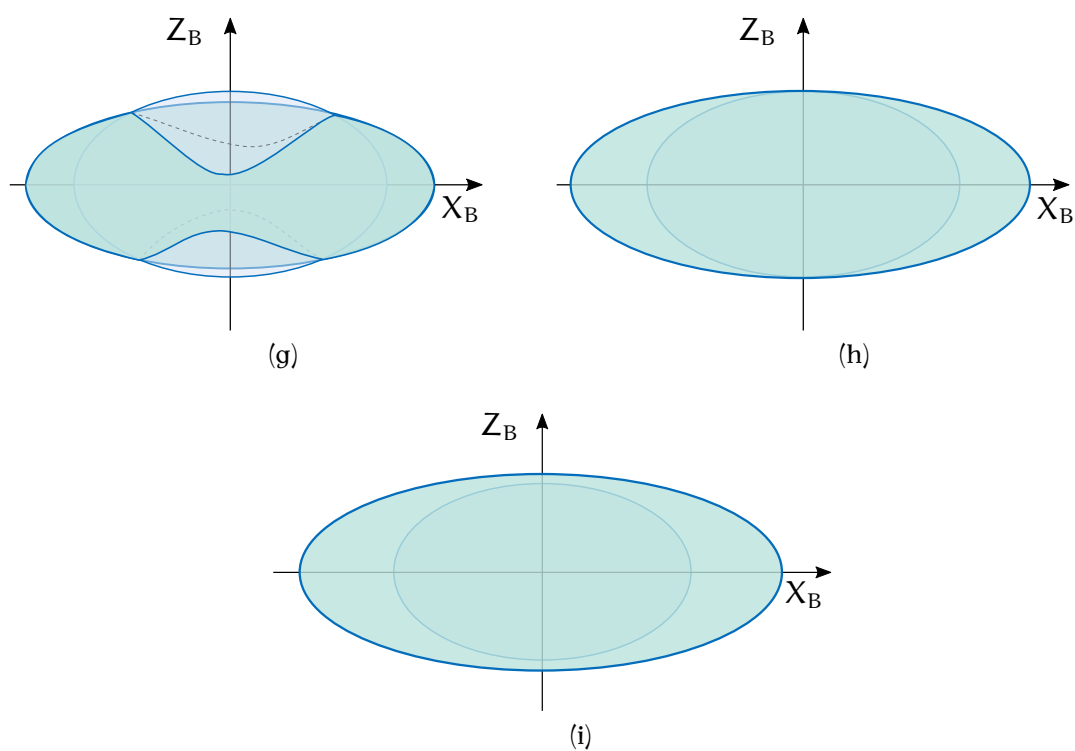
Powyższe dwa przykłady (rysunki 3.3 i 3.4) pokazują sposób dołączania wykresów pochodzących z Inkscape'a i programu potrafiącego zapisać je w formacie pdf (Matlab, Mathematica).

[...]

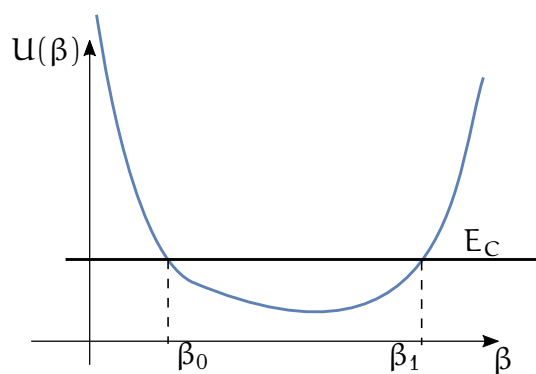




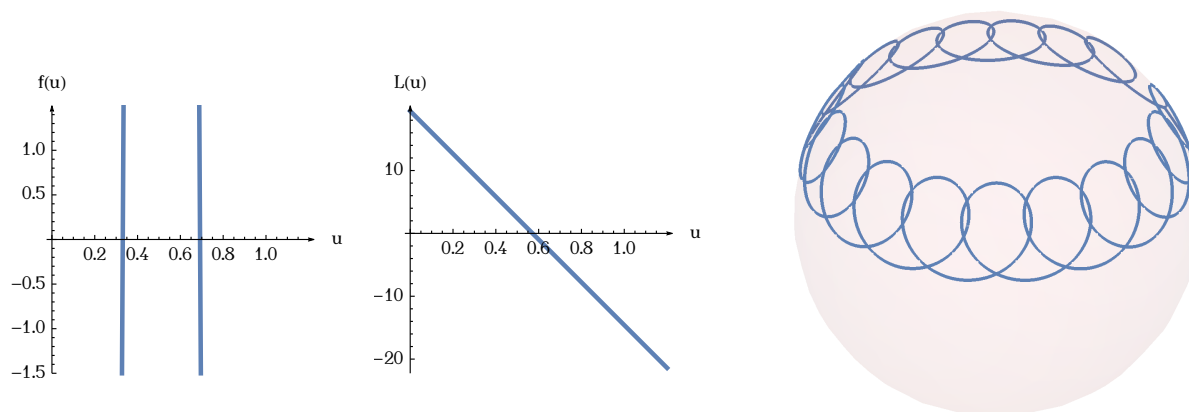
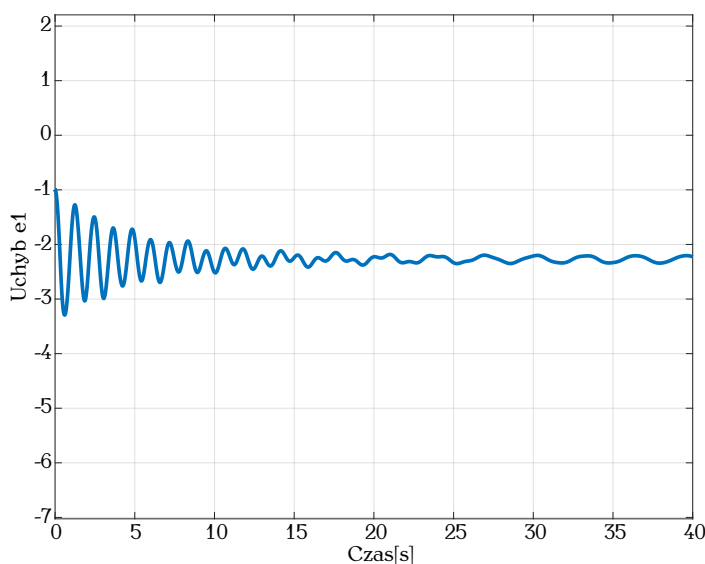
Rysunek 3.2 Kolejne etapy powstawania portretu fazowego (cdn.)



Rysunek 3.2 Kolejne etapy powstawania portretu fazowego (cd.)



Rysunek 3.3 Wykres efektywnego potencjału

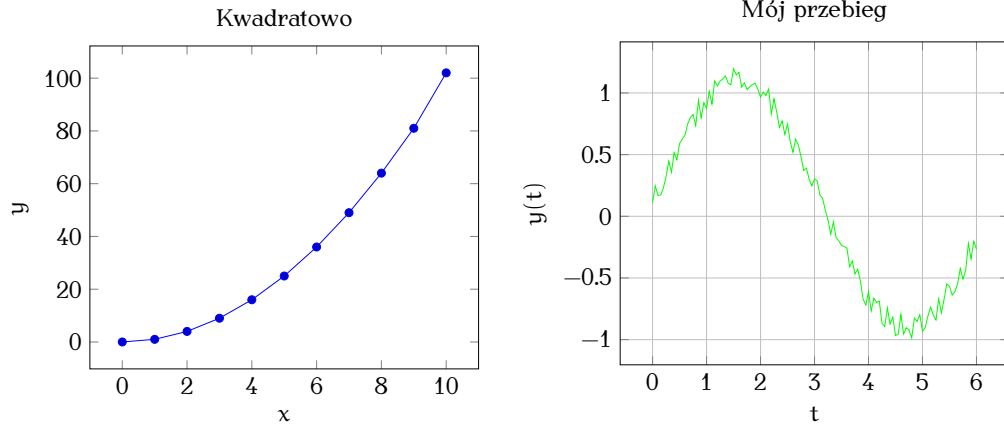
Rysunek 3.4 Przebieg dla  $u_1 < u_L < u_2$ ,  $a = 114.991$ 

Rysunek 3.5 Wykres uchybu regulacji...

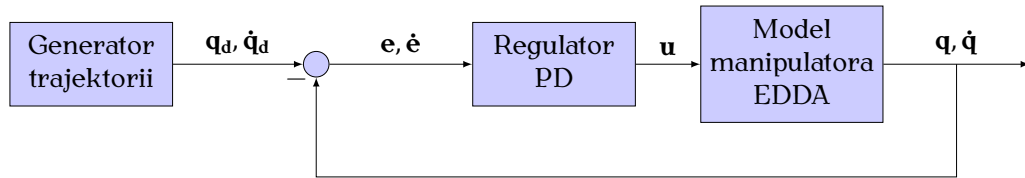
## 3.2 Inne sprawy

### 3.2.1 Wykresy i schematy blokowe, czyli sprawa Svg i TikZa

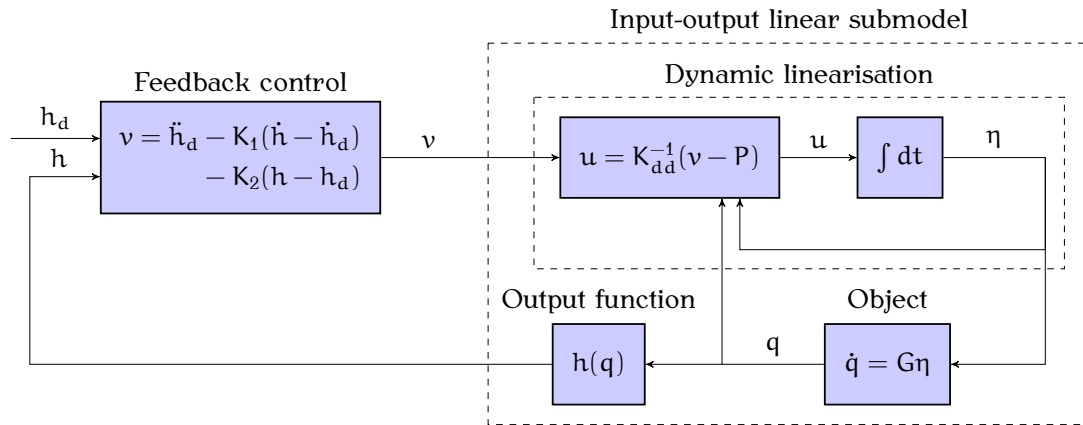
W przypadku wykresów i innych plików, które zostały zapisane w formacie svg można je dołączyć tak, jak pokazano na rysunku 3.5, na którym to umieszczono wykres wyprodukowany w środowisku MatLab. Nieco więcej na temat plików svg jest napisane w komentarzu do rysunku 2.1 na stronie 16. Alternatywnie wykres można sporządzić korzystając z pakietu pgfplots [Com] bazującego na języku TikZ. Przykład zaprezentowano na rysunku 3.6.



Rysunek 3.6 Przykład wizualizacji danych z pliku



Rysunek 3.7 Schemat symulowanego układu sterowania dla algorytmu Qu-Dorsey'a



Rysunek 3.8 Dynamic state feedback linearisation [Boc19]

Jeśli mamy potrzebę przedstawienia prostego schematu blokowego, to może najprościej przygotować go opisując we wspomnianym w podrozdziale 0.1 języku TikZ. Na rysunkach 3.7, 3.8 przedstawiono przykłady: pierwszy, prosty, umieszczony w treści dokumentu i drugi, bardziej rozbudowany, z ukazaniem sposobu dołączania z pliku zewnętrznego<sup>||</sup>. Przy opracowywaniu tego typu rysunków można wspomóc się graficznym interfejsem do TikZa o nazwie TikZiT [Tik] lub po prostu skorzystać z Inkscape'a czy podobnego narzędzia (tak, jak to zrobiono w przypadku rysunku 2.1).

<sup>||</sup>Autor drugiego diagramu bazował na przykładzie <http://www.texample.net/tikz/examples/noise-shaper/> i korzystał z funkcji let pakietu calc. Po czasie twierdzi, że do przygotowania tak rozbudowanego rysunku użyłby jednak Inkscape'a lub podobnego narzędzia graficznego ☺

### 3.2.2 Kod źródłowy, pseudokod, czyli trudna sprawa

W zasadzie wydaje się, że wystarczyłoby napisać, iż do umieszczania w dokumentach kodu źródłowego służy pakiet `listings`. Jednakże w podstawowej wersji zapewniane przez niego formatowanie jest bardzo ubogie, co zazwyczaj prowadzi do potrzeby jego konfigurowania. Przykłady jak to zrobić można znaleźć na stronie [Wikj] czy w dokumentach opisujących użycie tego pakietu. Alternatywę dla pakietu `listings` stanowi ostatnio coraz popularniejszy pakiet `minted`<sup>\*\*</sup>, z którego skorzystamy w poniższych przykładach. Zanim jednak pojawią się przykłady, kilka słów wyjaśnienia, czemu sprawa jest trudna.

Zasadniczo, trudno jest wskazać jedno, uniwersalne rozwiązanie wygodne do przytaczania fragmentów programów, algorytmów zapisanych w pseudokodzie. Można je chociażby umieszczać bezpośrednio w tekście, jako obiekty pływające w postaci rysunków, czy też jako obiekty pływające utworzone niezależnie od rysunków. Co lepiej zapewne zależy od tego, czy w pracy będziemy mieli mnóstwo takich wydruków, czy tylko kilka, czy będą długie, czy krótkie, czy towarzyszyć im będzie dużo tekstu, czy niewiele. Sprawa dodatkowo komplikuje się, jeśli nasze wydruki nie będą mieścić się na pojedynczej stronie i trzeba będzie je umieszczać jako obiekty wielostronicowe. A do tego trzeba zadbać o prawidłowe kodowanie narodowych liter diakrytyzowanych, jeśli takowe w dołączanych wydrukach występują<sup>††</sup>. Tak czy inaczej, by nie mieć z kodem źródłowym problemów warto rzecz przemyśleć już na początku pracy z dokumentem, wybrać jedno, dwa środowiska, naszym zdaniem wygodne w danej sytuacji i trzymać się przyjętego rozwiązania.

By przytoczyć wydruk programu bezpośrednio w tekście wystarczy użyć otoczenia `minted`

```
1  int pow3(int x) {  
2      return x * x * x;  
3  }  
4  
5  int a = 2, b = 3;  
6  int y = pow3(a) + b;  
7  int z = a + pow3(y);
```

W typowych instalacjach takie rozwiązanie pozwala na podświetlanie wydruków z ponad 300 języków programowania, na używanie stylów<sup>\*</sup> a także umieszczanie odpowiednio podświetlonych fragmentów kodu `print(x**2)` w tekście.

Jeśli decydujemy się na umieszczanie wydruków w sposób wystawiony, możemy do tego celu użyć po prostu otoczenia `figure`<sup>†</sup> lub dostarczonego przez pakiet `minted` otoczenia `listing`, co spowoduje, że wydruki programów będą numerowane

<sup>\*\*</sup>Jednakże korzystanie z tego pakietu wymaga zainstalowania kompilatora Phytona oraz systemu podświetlania składni Pygments, zaś sam kompilator `pdflatex` musi być wywoływany z dodatkową opcją `-shell-escape`.

<sup>††</sup>Nie wszystkie kroje czcionek używane typowo do składu wydruków zawierają inne, niż podstawowe znaki diakrytyczne.

<sup>\*</sup>polecenie `\usemintedstyle` – odkomentuj w preambule tego dokumentu, by zobaczyć efekt

<sup>†</sup>Co wydaje się rozsądne, gdy w naszym tekście jest niedużo tak sformatowanych wydruków – będą one numerowane jednolicie z rysunkami i będziemy mówić po prostu, że dany wydruk jest umieszczony na rysunku 3.9.

```

void full_2_cse_static_lin_eta(float eta[5], const float u[5], const float q[9])
{
    float x0 = q[4];
    float x1 = q[2];
    float x2 = sinf(x1);
    float x3 = 1.0F/R;
    float x4 = u[0]*x3;
    float x5 = cosf(x1);
    float x6 = u[1]*x3;
    float x7 = q[3];
    float x8 = 1.0F/cosf(x7);
    float x9 = x4*x5;

    eta[0] = -u[3]*sinf(x0) + x2*x4 - x5*x6;
    eta[1] = u[3]*cosf(x0)*tanf(x7) + x10*x8 + x8*x9;
    eta[2] = u[3];
}

```

Rysunek 3.9 Przykładowy wydruk umieszczony na rysunku

```

void full_2_cse_static_lin_eta(float eta[5], const float u[5], const float q[9])
{
    float x0 = q[4];
    float x1 = q[2];
    float x2 = sinf(x1);
    float x3 = 1.0F/R;
    float x4 = u[0]*x3;
    float x5 = cosf(x1);
    float x6 = u[1]*x3;
    float x7 = q[3];
    float x8 = 1.0F/cosf(x7);
    float x9 = x4*x5;

    eta[0] = -u[3]*sinf(x0) + x2*x4 - x5*x6;
    eta[1] = u[3]*cosf(x0)*tanf(x7) + x10*x8 + x8*x9;
    eta[2] = u[3];
}

```

Wydruk 3.1 Przykładowy kod programu

niezależnie i nazywane wydrukami, jak ten pokazany na wydruku 3.1. Należy jednak pamiętać, że takie formatowanie ogranicza wielkość kodu do pojedynczej strony.

By dowiedzieć się więcej na temat tego, jak automatycznie łączyć długie linie w kodzie programu, jak łączyć kod pomiędzy kolejnymi stronami i tym podobnych spraw, wystarczy zajrzeć do dokumentacji pakietu `minted` [Poo17].

# Rozdział 4

## Podsumowanie

Celem pracy było zapoznanie z opisem dynamiki ruchu bąków ciężkich oraz przygotowanie systemu symulacji, pozwalającego na badanie zachowania układu w czasie, co zostało zrealizowane. W pracy przytoczono podstawowy aparat matematyczny niezbędny do... Podano w niej opis ruchu ciała sztywnego... Pokazano równoznaczność opisu... Dla kompletności krótko scharakteryzowano...

Przedstawiony w pracy ogólny opis dynamiki ruchu bąka został uzyskany z wykorzystaniem... Opis zawarty w pracy umożliwia porównanie... Matematyczne modele zostały poparte ich ilustracjami oraz, o ile było to możliwe, przykładem fizycznym.

W pracy kolejno przeprowadzono analizę jakościową równań... W celu uzupełnienia opisu analitycznego badaniami symulacyjnymi opracowano program pozwalający na...

W podsumowaniu należy przede wszystkim napisać, co było celem pracy i w jaki sposób został on zrealizowany. A dalej, co dokładnie w jej ramach zostało wykonane, jak zostało to przedstawione, na co przedstawiony materiał pozwala, co z niego wynika. Podsumowanie powinno także zasadniczo zawierać wyodrębnioną specyfikację oryginalnego wkładu autora do pracy.

Pomimo swojej prostoty bądź nawet prymitywności bąk potrafi zaciekać, a nawet zainspirować różnorodnością ruchów oraz ich ewolucji. W trakcie przeglądu literatury nie napotkano na obiekt będący uogólnieniem bąka, podobnym do uogólnienia, jakim jest podwójne wahadło dla wahadła, które może stanowić źródło interesujących zachowań, również z punktu widzenia teorii układów chaotycznych. Bąki pełnią nie tylko rolę edukacyjną, jako wprowadzenie w arkania mechaniki analitycznej, ale również rozrywkową, a nawet estetyczną. Mamy nadzieję, że przybliżenie czytelnikowi tematyki bąków zaowocuje zaopatrzeniem się w jednego z nich, puszczeniem go i medytacją nad jedną z wielu jego twarzy.

Dalsza część podsumowania powinna zawierać wnioski płynące z pracy, a także wskazywać potencjalne kierunki dalszych prac\*.

---

\*Czego akurat w tej przykładowej pracy nie uczyniono.





# Literatura

- [AMS99]  $\text{\LaTeX}$ 3 Project American Mathematical Society. User's guide for the amsmath package. <http://texdoc.net/texmf-dist/doc/latex/amsmath/amslldoc.pdf>, 1999.
- [Arn81] W. I. Arnold, *Metody matematyczne mechaniki klasycznej*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1981.
- [Aub17] Nathalie Aubrun. How (and why) do i use TikZ to make my figures? <https://tilingslyon2017.sciencesconf.org/data/tikz.pdf>, 2017. CNRS, Lyon.
- [Auc] AUCT $\text{\E}$ X – sophisticated document creation. <http://www.gnu.org/software/auctex>.
- [Boc19] J. Boczar, *Control system for two HOG wheel mobile robot*. Praca dyplomowa magisterska, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 2019.
- [Bra] Pascal Brachet. TeXMAKER. <http://www.xmlmath.net/texmaker/>.
- [Cas] Gilles Castel. How I draw figures for my mathematical lecture notes using inkscape. <https://castel.dev/post/lecture-notes-2/>. University of Leuven.
- [Cata] The  $\text{\LaTeX}$  Font Catalogue. Antykwa Toruńska. <http://www.tug.dk/FontCatalogue/antykwaterunska/>.
- [Catb] The  $\text{\LaTeX}$  Font Catalogue. Computer Concrete. <http://www.tug.dk/FontCatalogue/computerconcreteeuler/>.
- [Catc] The  $\text{\LaTeX}$  Font Catalogue. New PX. <http://www.tug.dk/FontCatalogue/newpx/>.
- [Com] Comprehensive  $\text{\TeX}$  Archive Network. pgfplots — Create normal/logarithmic plots in two and three dimensions. <https://ctan.org/pkg/pgfplots>.
- [Cop66] N. Copernicus, *De revolutionibus orbium coelestium*. Culture et civilisation, 1966.
- [Ema] GNU Emacs. <http://www.gnu.org/s/emacs>.
- [FAQ]  $\text{\TeX}$  FAQ. Using a new language with babel. <https://texfaq.org/FAQ-newlang>.
- [Fed06] A. Feder. Your Bib $\text{\TeX}$  resource. <http://www.bibtex.org/>, 2006.
- [FLHB07] R.P. Feynman, R. Leighton, E. Hutchings, T. Bieroń, *"Pan raczy żartować, panie Feynman!": przypadki ciekawego człowieka*. Znak, 2007.
- [Gim] GIMP. <https://www.gimp.org>.
- [Gro]  $\text{\TeX}$  Users Group. TeXworks. <http://www.tug.org/texworks/>.

- [Gus] E. Gustafson. Pauli and Bohr watch a spinning top. <https://www.nature.com/milestones/milespin/full/milespin03.html>.
- [Gó17] D. Góral, *Konstrukcja robota mobilnego napędzanego dwiema półsferami*. Praca dyplomowa inżynierska, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska, 2017.
- [H<sup>+</sup>] Markus Hohenwarter, i in. Geogebra. <https://www.geogebra.org/>.
- [Hin] C. Hind. Gyroscopes. <http://hindocarina.com/about/gyroscope/>.
- [HM18] Morten Høgholm, Lars Madsen. The mathtools package. [texdoc.net/show.php?pkg=mathtools](http://texdoc.net/show.php?pkg=mathtools), 2018.
- [Hun] John D. Hunter. matplotlib. <https://matplotlib.org/>.
- [Ink] Inkscape Community. Inkscape. <https://inkscape.org/>.
- [Jad] A. Jadczyk. Układ otwarty. <https://www.salon24.pl/u/arkadiusz-jadczyk/>.
- [JM16] P. Joniak, R. Muszyński, Model robota mobilnego napędzanego dwiema półsferami. *Postępy robotyki*, strony 103–114, 2016.
- [JM17] P. Joniak, R. Muszyński, Path following for two hog wheels mobile robot. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, strony 75–81, 2017.
- [Jon14] P. Joniak, *Badania symulacyjne zachowania robota mobilnego napędzanego dwiema półsferami*. Projekt inżynierski, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 2014.
- [Kos08] Ryszard Kostecki. W miarę krótki i praktyczny kurs  $\text{\LaTeX}$ a w  $\pi^e$  minut. [www.fuw.edu.pl/~kostecki/kurs\\_latexa.pdf](http://www.fuw.edu.pl/~kostecki/kurs_latexa.pdf), 2008.
- [Kub] T. Kubik. Szablon pracy dyplomowej. <http://tomasz.kubik.staff.iiar.pwr.wroc.pl/>. Politechnika Wrocławska.
- [KZ86] D. E. Knuth, H. Zapf, AMS Euler — A new typeface for mathematics. *Scholarly Publishing*, 20:131–157, 1986.
- [Lat] Latex Project.  $\text{\LaTeX}$  — A document preparation system. <http://www.latex-project.org>.
- [Lud] Michel Ludwig. Kile. [kile.sourceforge.net](http://kile.sourceforge.net).
- [Łac] Magdalena Łachacz. Programy dla studentów: jak rozpocząć pracę z  $\text{\LaTeX}$ -em? <https://www.dobreprogramy.pl/Programy-dla-studentow-jak-rozpoczac-prace-z-LaTeXem,News,84439.html>.
- [Mat] MathWorks. Matlab. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
- [Mus] R. Muszyński. Przykład składu pracy dyplomowej w systemie latex z wykorzystaniem klasy mgr.cls. <http://www.kcir.pwr.edu.pl/~mucha/>. Politechnika Wrocławska.
- [New11] I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*. Copernicus Center Press, 2011.
- [Now97] J. Nowacki, Antykwa Toruńska — od początku do końca polska czcionka. *Biuletyn Polskiej Grupy Użytkowników Systemu  $\text{\TeX}$* , 9:26–27, 1997.

- [OR98] J. J. O'Connor, E. F. Robertson. Girolamo Cardano. <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Cardan.html>, 1998.
- [Oro18] R. Orozco, *Bąk jaki jest każdy widzi*. Praca dyplomowa inżynierska, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 2018.
- [Ovea] Overleaf.  $\text{\LaTeX}$  Graphics using TikZ: A Tutorial for Beginners. [https://www.overleaf.com/learn/latex/LaTeX\\_Graphics\\_using\\_TikZ:\\_A\\_Tutorial\\_for\\_Beginners\\_\(Part\\_1\)%E2%80%94Basic\\_Drawing](https://www.overleaf.com/learn/latex/LaTeX_Graphics_using_TikZ:_A_Tutorial_for_Beginners_(Part_1)%E2%80%94Basic_Drawing).
- [Oveb] Overleaf. Documentation. <https://www.overleaf.com/learn>.
- [Ovec] Overleaf. Overleaf. <https://www.overleaf.com/>.
- [Par] Piotr Parafiniuk. TeXstudio — wygodne środowisko do tworzenia dokumentów w  $\text{\LaTeX}$ . <https://www.dobreprogramy.pl/TeXstudio-wygodne-srodowisko-do-tworzenia-dokumentow-w-LaTeX,News,84750.html>.
- [Pat18] S. Patil. How to create  $\text{\LaTeX}$  documents with Emacs. <https://opensource.com/article/18/4/how-create-latex-documents-emacs>, 2018. Opensource.
- [Phy] Python. <https://www.python.org/>.
- [PK07] Tomasz Przechlewski, Ryszard Kubiak. Nie za krótkie wprowadzenie do systemu  $\text{\LaTeX}$  2<sub>ε</sub> albo  $\text{\LaTeX}$  2<sub>ε</sub> w 129 minut. <ftp://ftp.gust.org.pl/pub/CTAN/info/lshort/polish/lshort2e.pdf>, 2007.
- [Poo17] Geoffrey M. Poore. The minted package: Highlighted source code in  $\text{\LaTeX}$ . <http://mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/minted/minted.pdf>, 2017.
- [Rat] A. Ratajczak. Klasa dokumentu – mgr.cls. <http://rab.ict.pwr.wroc.pl/~ar/LaTeX/mgr.php>. Politechnika Wrocławska.
- [RK12] W. Rubinowicz, W. Królikowski, *Mechanika teoretyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012.
- [Ryb13] M. Rybczyński, *Model robota mobilnego napędzanego za pośrednictwem półsfery*. Projekt inżynierski, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 2013.
- [Sch] Nico Schlömer. matlab2tikz. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22022-matlab2tikz-matlab2tikz>.
- [SD] A. Skórczyński, S. Deorowicz. LEd. <http://www.latexeditor.org>.
- [Spu] Przemysław Spurek.  $\text{\LaTeX}$  – KURS. <http://www.latex-kurs.x25.pl/>.
- [Sta]  $\text{\LaTeX}$  Stack Exchange. What does the draft mode change? <https://tex.stackexchange.com/questions/49277/what-does-the-draft-mode-change>.
- [Str15] Łukasz Strąk. Krótkie wprowadzenie do pakietu TikZ. [zaiio.ii.us.edu.pl/wp-content/uploads/2015/05/TikzPackage.pdf](http://zaiio.ii.us.edu.pl/wp-content/uploads/2015/05/TikzPackage.pdf), 2015. Uniwersytet Śląski.
- [Tik] TikZiT Project. TikZiT. <https://tikzit.github.io/>.
- [TM18] K. Tchoń, R. Muszyński, *Mechanika analityczna. Notatki do wykładów z dziedziny automatyki i robotyki*. Katedra Cybernetyki i Robotyki, Wydział Elektroniki, Politechnika Wrocławska, 2018.

- [Wika] Wikibooks.  $\LaTeX$ . <https://pl.wikibooks.org/wiki/LaTeX>.
- [Wikb] Wikibooks.  $\LaTeX$ /Importing graphics. [https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Importing\\_Graphics](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Importing_Graphics).
- [Wike] Wikibooks. TikZ. <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/PGF/TikZ>.
- [Wikd] Wikipedia.  $\LaTeX$ . <https://pl.wikipedia.org/wiki/LaTeX>.
- [Wike] Wikipedia. Bib $\TeX$ . <https://pl.wikipedia.org/wiki/BibTeX>.
- [Wikf] Wikipedia. Emacs. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Emacs>.
- [Wikg] Wikipedia. GIMP. <https://pl.wikipedia.org/wiki/GIMP>.
- [Wikh] Wikipedia. Inkscape. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Inkscape>.
- [Wiki] Wikipedia. Przegub Cardana. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Przegub\\_Cardana](https://pl.wikipedia.org/wiki/Przegub_Cardana).
- [Wikj] Wikipedia.  $\LaTeX$ Source Code Listings. [https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Source\\_Code\\_Listings](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Source_Code_Listings).
- [Wikk] Wikipedia. Vim. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Vim>.
- [Wol] Wolfram. Mathematica. <http://www.wolfram.com/mathematica/>.
- [Zan] Benito van der Zander. TeXstudio. <https://www.texstudio.org/>.
- [ZRM09] R.K.P. Zia, E.F. Redish, S.R. McKay, Making sense of the Legendre Transform. *American Journal of Physics*, 77(7):614–622, 2009.

# Spis rysunków

1	Bardzo ważna ilustracja . . . . .	10
1.1	„Medytacja nad wirującym bąkiem“, [Gus] . . . . .	12
2.1	Przekształcenie układów współrzędnych, [TM18] . . . . .	16
3.1	Przykład bąków swobodnych a) żyroskop, [Hin], b) model bąka Eulera	20
3.2	Kolejne etapy powstawania portretu fazowego (cdn.) . . . . .	21
3.2	Kolejne etapy powstawania portretu fazowego (cd.) . . . . .	22
3.3	Wykres efektywnego potencjału . . . . .	22
3.4	Przebieg dla $u_1 < u_L < u_2$ , $\alpha = 114.991$ . . . . .	23
3.5	Wykres uchybu regulacji. . . . .	23
3.6	Przykład wizualizacji danych z pliku . . . . .	24
3.7	Schemat symulowanego układu sterowania dla algorytmu Qu-Dorseya	24
3.8	Dynamic state feedback linearisation [Boc19] . . . . .	24
3.9	Przykładowy wydruk umieszczony na rysunku . . . . .	25
A.1	Atom . . . . .	36
A.2	Słonecznik . . . . .	37
A.3	Kwiat . . . . .	37
A.4	Gwiazda . . . . .	38
A.5	Paszczka . . . . .	38
A.6	Życie bąka . . . . .	39

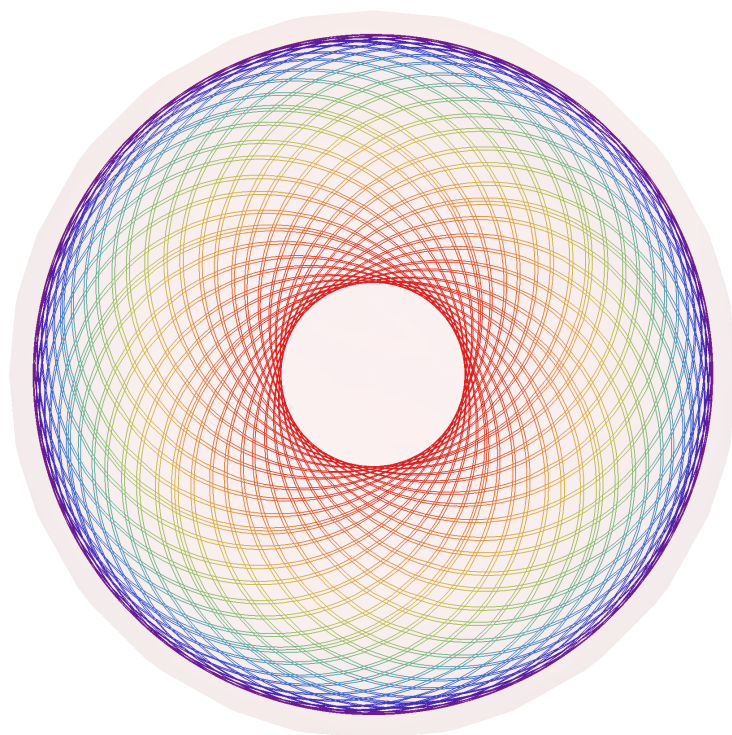


# Dodatek A

## Bąkiem malowane

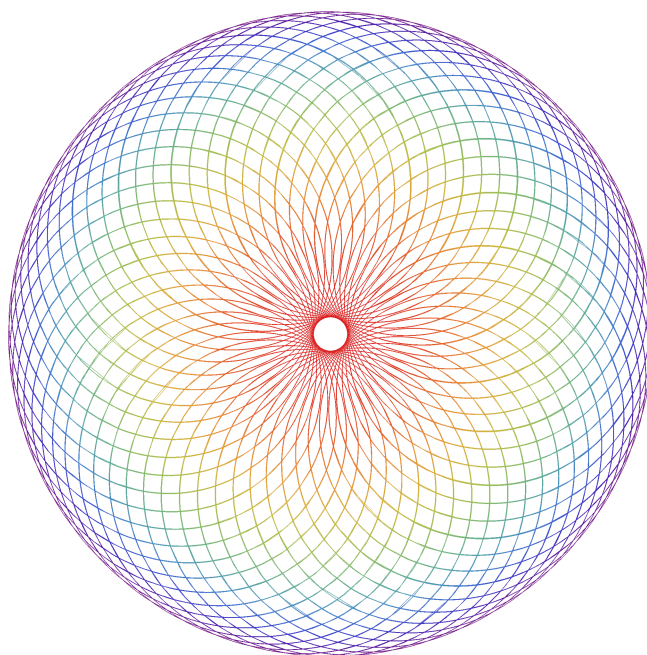
Ponieważ niektóre otrzymywane ślady ruchu bąków bywały niezwykle artystyczne i wprawiały nas w zdumienie zdecydowaliśmy się pokazać co ciekawsze ku ucie-sze czytelnika. Zestaw śladów, który najbardziej przypadł nam do gustu przedsta-wiono na rysunku [A.6](#) [Jon14].

Czasami pojawia się potrzeba umieszczenia w pracy dodatków. Wówczas wy-starczy poprzedzić je poleceniem `\appendix` i voilà, mamy co potrzebowaliśmy. Tu można umieszczać rzeczy poboczne, kod programu, dowód jakiegoś twierdzenia, w większej liczbie symulacje, wyniki, czy też może jakąś galerię.

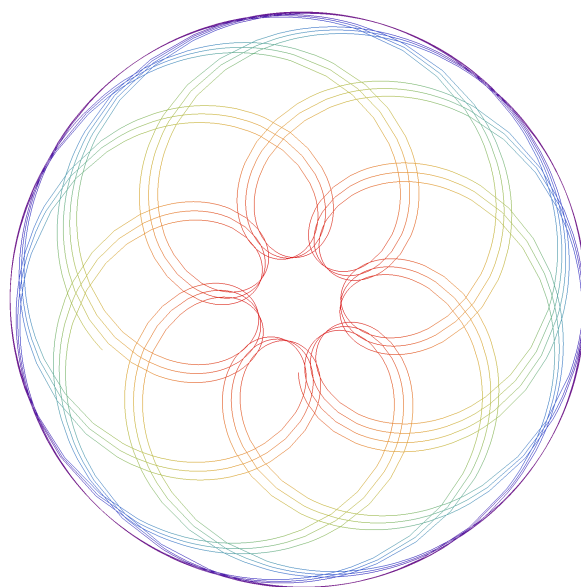


Rysunek A.1 Atom

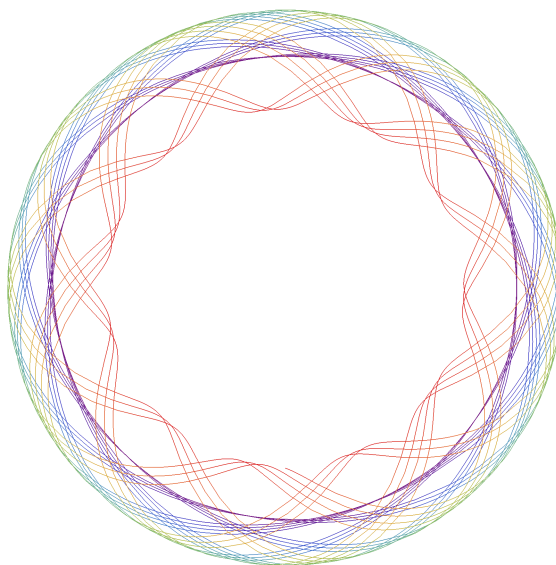




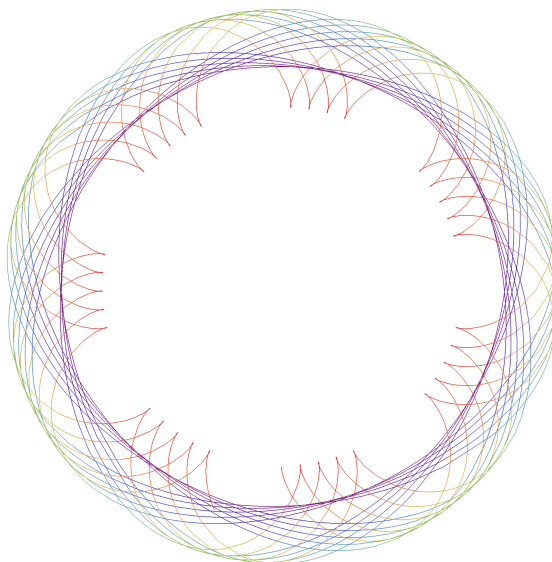
Rysunek A.2 Słonecznik



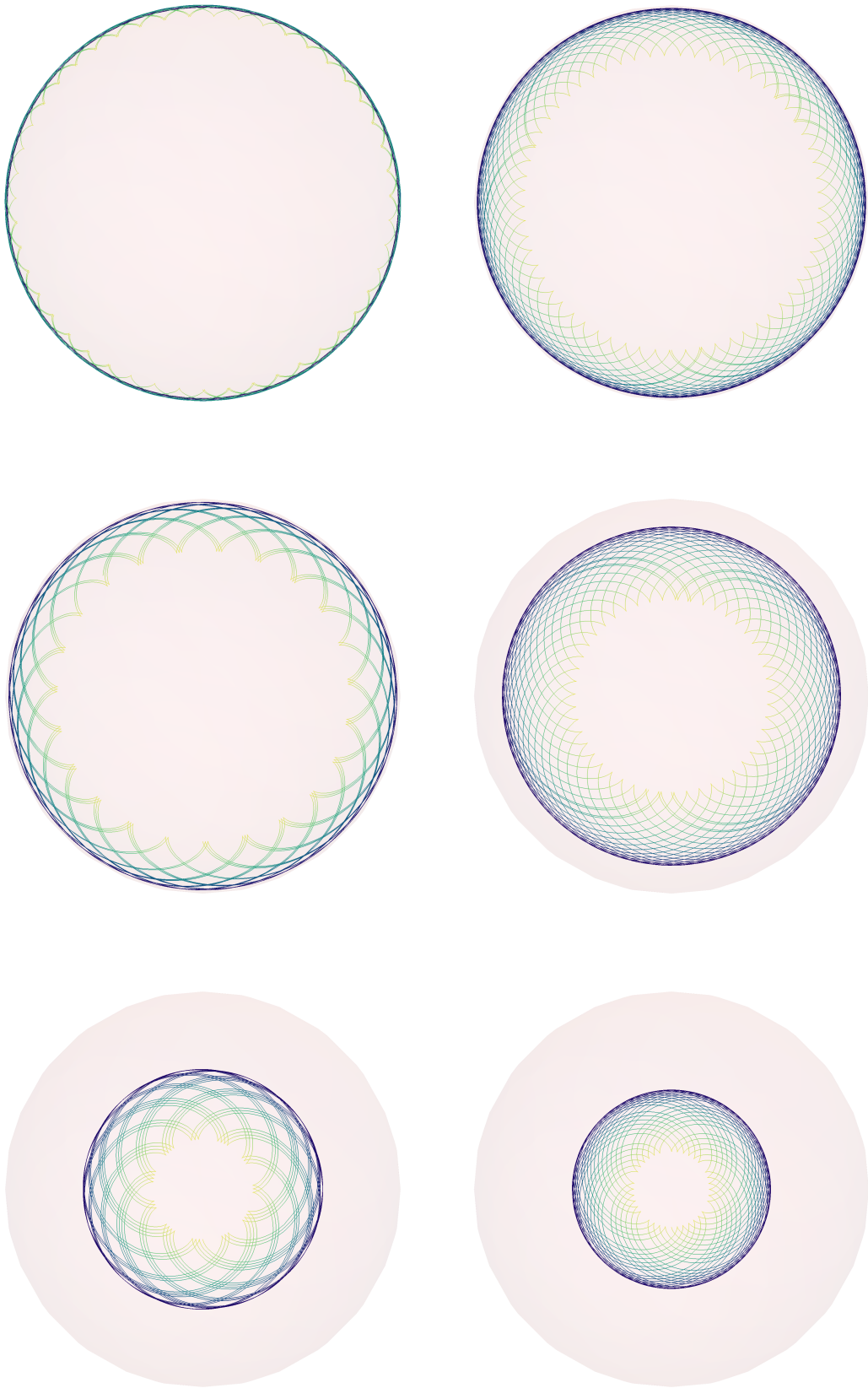
Rysunek A.3 Kwiat



Rysunek A.4 Gwiazda



Rysunek A.5 Paszcza



Rysunek A.6 Życie bąka



# Do zrobienia

tak to wygląda wówczas . . . . .	9
Rysunek: Dodać rysunek, który zilustruje całość. . . . .	10
inline wygląda tak, że można tu napisać trochę więcej rzeczy i można, i można, i można, ale psuje się łam . . . . .	10