

ABSTRACT

DAWN, WILLIAM C. Sodium Cooled Fast Reactor Simulations with the Finite Element Method. (Under the direction of Scott P. Palmtag and David J. Kropaczek.)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis.

Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

© Copyright 2018 by William C. Dawn

All Rights Reserved

Sodium Cooled Fast Reactor Simulations with the Finite Element Method

by
William C. Dawn

A thesis submitted to the Graduate Faculty of
North Carolina State University
in partial fulfillment of the
requirements for the Degree of
Master of Science

Nuclear Engineering

Raleigh, North Carolina

2018

APPROVED BY:

Joseph M. Doster

Zhilin Li

Scott P. Palmtag
Co-chair of Advisory Committee

David J. Kropaczek
Co-chair of Advisory Committee

DEDICATION

To my parents.

BIOGRAPHY

The author was born in a small town ...

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my advisor for his help.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES	vi
LIST OF FIGURES	vii
Chapter 1 INTRODUCTION	1
1.1 Math enviroments	1
1.1.1 Equations	1
Chapter 2 INTRODUCTION	4
2.1 Math enviroments	4
2.1.1 Equations	4
Chapter 3 TABLES, FIGURES AND MATRICES	7
3.1 Tables	7
3.2 Figures	10
3.3 Matrices	15
Chapter 4 LOREM IPSUM	16
Bibliography	22
APPENDIX	23
Appendix A LOREM IPSUM	24
A.1 A First Section	24
A.2 A Second Section	27

LIST OF TABLES

Table 3.1	Table Example	7
Table 3.2	Landscape Table Example	9
Table A.1	A table in the appendix.	27

LIST OF FIGURES

Figure 3.1	Here is a sample figure	10
Figure 3.2	Here is a HUGE sample figure with a HUGE caption. Our goal is to make a caption that is so long that the caption spills into the lower margin, leading to an ETD error. The way to solve this problem in a systematic way is to calculate how many lines of text the caption will use, then adjust the size of the image, such that it leaves just enough space for your huge caption. How I am solving this problem is by providing a new variable called graphht that stores how tall the image should be. Then, to calculate how tall to make the figure, you use the new function that I am providing called calculategraphicstargetheight. This function has one argument. The argument of the function is how many lines of text you estimate that the caption occupies. You can always run your tex once, measure this number, and type it into the argument for the function. What the function will do (it is defined in the preamble) is take into account the size you give it, the spacing of the chapter and the footer at the bottom, and then calculate the total vertical space available. Thus, this function should be used for images that are taller than they are wide.	11
Figure 3.3	Here is a sample figure	12
Figure 3.4	Here are two floating subfigures	12
Figure 3.5	This figure has been turned sideways. With large figures, the author must ensure that there are at least two double spaces between the caption and the page number.	14
Figure 4.1	A figure at the top of the page.	18
Figure 4.2	A figure in the middle of text.	19
Figure 4.3	A figure at the bottom of the page.	20
Figure A.1	A figure in the appendix.	26

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Let's start with a few paragraph basics, here is how to make **bold**, and *italics*, and *emphasized*. Let's say you need to cite something in your references, simply type `\cite{key}`, which produces [ER35]. Some other references are [GVL96] and [LK74]. Some \LaTeX compilers require a second compilation for citations and references to be sorted and matched properly in the resulting document.

Here is a quotation:

Alice, Bob and Carol are boring. Who would even want to know their secret?

Let's say we need to make a list, try this on for size

1. NCSU is great
2. I like NCSU
3. I really hope I can find a job when I graduate!

1.1 Math environments

1.1.1 Equations

There are many different ways to write equations, for example we could put $a^2 + b^2 = c^2$ directly into a sentence. Or we could use the equation environment and do

$$a^2 + b^2 = c^2. \tag{1.1}$$

And from here we can later reference it by simply doing typing `\ref{label}`, which gives 2.1. However, defining and using equation and figure reference macros will ensure that the equation references are consistent, instead of having Eq. (1), Equation 3, Eqn 4 scattered through the thesis. This template file defines `\eref` and `\fref` for this purpose. You can modify the macros to your liking in the `YourName-thesis.tex` file. For example, the command `\eref{label}` gives Eq. 2.1.

If you don't need to reference an equation you may simply do this

$$a^2 + b^2 = c^2.$$

For Greek letters you must go to the math environments, for example α , β , and γ . Let's look at equations that cover multiple lines, none of these equations may be true or mean anything, but so that the reader can get some ideas. In addition I will use some other useful notations like subscripts, superscripts, fractions, etc. One important item of note is that one uses the "ampersand" symbol to line up equations (also look at how I used quotations).

$$\gamma_1 = \alpha^\beta + \psi_0 \frac{\psi_1}{\psi_2 + \psi_3} \tag{1.2}$$

$$= \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k$$

$$\rightarrow E(\gamma_2) \tag{1.3}$$

Alternatively, one can specify a slightly different environment if none of the equations need to be numbered. Remember that if you are planning on referring to them later on, you must use a "label" statement.

$$\gamma_1 = n^{-1/2} \sum_{i=1}^n [h(X_i, \beta_0) - E\{h(X_i, \beta_0)\}]$$

$$\rightarrow \hat{q} \pm \frac{\partial \gamma_2}{\partial \beta}.$$

Lastly there may be times in which you want to use a non-italicized word your formula, such as an indicator function that may look like this $I\{\mu_i(1, \beta) > \mu_i(0, \beta)\}$, if so just use the "mbox" statement.

You could use a multiline equation for long equations. The environment is `multline`. Insert `\\` for line breaks.

$$\vec{\cdot} \cdot \vec{\nabla} \psi(\vec{r}, \cdot, E) + \Sigma_t(\vec{r}, E) \psi(\vec{r}, \cdot, E) = \int_{4\pi} d\vec{\cdot}' \int_0^\infty dE' \Sigma_s(\vec{r}, \cdot' \rightarrow \cdot, E' \rightarrow E) \psi(\vec{r}, \cdot', E') + Q(\vec{r}, \cdot, E),$$

we operate with $\int_0^\infty (\cdot) dE$ to obtain

$$\vec{\cdot} \cdot \vec{\nabla} \tilde{\psi}(\vec{r}, \cdot) + \Sigma_t(\vec{r}) \tilde{\psi}(\vec{r}, \cdot) = \int_{4\pi} d\vec{\cdot}' \int_0^\infty dE' \psi(\vec{r}, \cdot', E') \left[\int_0^\infty dE \Sigma_s(\vec{r}, \cdot' \rightarrow \cdot, E' \rightarrow E) \right] + \tilde{Q}(\vec{r}, \cdot),$$

CHAPTER 2

INTRODUCTION

Let's start with a few paragraph basics, here is how to make **bold**, and *italics*, and *emphasized*. Let's say you need to cite something in your references, simply type `\cite{key}`, which produces [ER35]. Some other references are [GVL96] and [LK74]. Some \LaTeX compilers require a second compilation for citations and references to be sorted and matched properly in the resulting document.

Here is a quotation:

Alice, Bob and Carol are boring. Who would even want to know their secret?

Let's say we need to make a list, try this on for size

1. NCSU is great
2. I like NCSU
3. I really hope I can find a job when I graduate!

2.1 Math environments

2.1.1 Equations

There are many different ways to write equations, for example we could put $a^2 + b^2 = c^2$ directly into a sentence. Or we could use the equation environment and do

$$a^2 + b^2 = c^2. \tag{2.1}$$

And from here we can later reference it by simply doing typing `\ref{label}`, which gives 2.1. However, defining and using equation and figure reference macros will ensure that the equation references are consistent, instead of having Eq. (1), Equation 3, Eqn 4 scattered through the thesis. This template file defines `\eref` and `\fref` for this purpose. You can modify the macros to your liking in the `YourName-thesis.tex` file. For example, the command `\eref{label}` gives Eq. 2.1.

If you don't need to reference an equation you may simply do this

$$a^2 + b^2 = c^2.$$

For Greek letters you must go to the math environments, for example α , β , and γ . Let's look at equations that cover multiple lines, none of these equations may be true or mean anything, but so that the reader can get some ideas. In addition I will use some other useful notations like subscripts, superscripts, fractions, etc. One important item of note is that one uses the "ampersand" symbol to line up equations (also look at how I used quotations).

$$\gamma_1 = \alpha^\beta + \psi_0 \frac{\psi_1}{\psi_2 + \psi_3} \tag{2.2}$$

$$= \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k$$

$$\rightarrow E(\gamma_2) \tag{2.3}$$

Alternatively, one can specify a slightly different environment if none of the equations need to be numbered. Remember that if you are planning on referring to them later on, you must use a "label" statement.

$$\gamma_1 = n^{-1/2} \sum_{i=1}^n [h(X_i, \beta_0) - E\{h(X_i, \beta_0)\}]$$

$$\rightarrow \hat{q} \pm \frac{\partial \gamma_2}{\partial \beta}.$$

Lastly there may be times in which you want to use a non-italicized word your formula, such as an indicator function that may look like this $I\{\mu_i(1, \beta) > \mu_i(0, \beta)\}$, if so just use the "mbox" statement.

You could use a multiline equation for long equations. The environment is `multline`. Insert `\\` for line breaks.

$$\vec{\cdot} \cdot \vec{\nabla} \psi(\vec{r}, \vec{\cdot}, E) + \Sigma_t(\vec{r}, E) \psi(\vec{r}, \vec{\cdot}, E) =$$

$$\int_{4\pi} d\vec{\cdot}' \int_0^\infty dE' \Sigma_s(\vec{r}, \vec{\cdot}' \rightarrow \vec{\cdot}, E' \rightarrow E) \psi(\vec{r}, \vec{\cdot}', E') + Q(\vec{r}, \vec{\cdot}, E),$$

we operate with $\int_0^\infty (\cdot) dE$ to obtain

$$\vec{\cdot} \cdot \vec{\nabla} \tilde{\psi}(\vec{r}, \vec{\cdot}) + \Sigma_t(\vec{r}) \tilde{\psi}(\vec{r}, \vec{\cdot}) =$$

$$\int_{4\pi} d\vec{\cdot}' \int_0^\infty dE' \psi(\vec{r}, \vec{\cdot}', E') \left[\int_0^\infty dE \Sigma_s(\vec{r}, \vec{\cdot}' \rightarrow \vec{\cdot}, E' \rightarrow E) \right] + \tilde{Q}(\vec{r}, \vec{\cdot}),$$

CHAPTER 3

TABLES, FIGURES AND MATRICES

In Chapter 2 we did some typesetting and equations; now let's look at tables, figures, and matrices.

3.1 Tables

Table 3.1 is about as simple as they come, to put a formula in a table just use the same methods as putting a formula in a paragraph. Table 3.2 is a similar table in landscape on a separate page.

3.1.0.0.1 Filler Text

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi

Table 3.1 Table Example

Treatment	No Death	Death	Total
Therapy A	1295	72	1367
Therapy B	2294	195	2489
Total	3589	267	3856

tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Table 3.2 Landscape Table Example

Patient	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
John	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Amy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Jim	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Jason	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Sandy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Icem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	45
Total	6	12	18	24	30	36	42	48	54	270

3.2 Figures

The easiest way to insert a picture is to have that picture in pdf format. Fig. 3.1 and Fig. 3.3 are two figures typeset normally. ETD guidelines allow the use of landscape pages in the electronic submission. To rotate a page, do NOT use the `landscape` environment. Instead, use the `pdfscape` package, for compatibility with PDF_{La}TeX. Please note, if you are preparing a document for binding, consider giving the `hardcopy` option in the `\documentclass` declaration. This will place the page number at the normal location, which is where it should be for printing and binding.

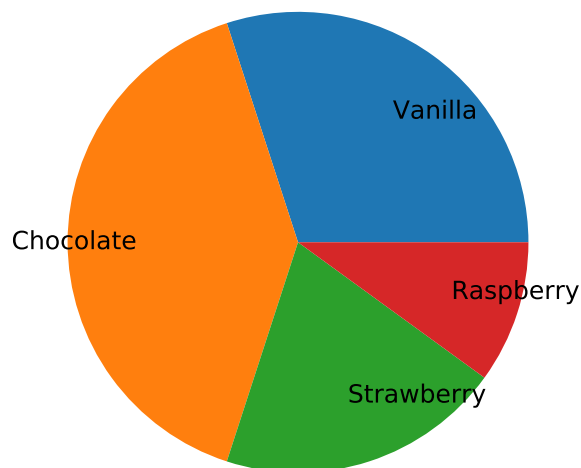


Figure 3.1 Here is a sample figure

For an example of a figure with a really long caption, see Fig. 3.2

3.2.0.0.1 Filler Text

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium

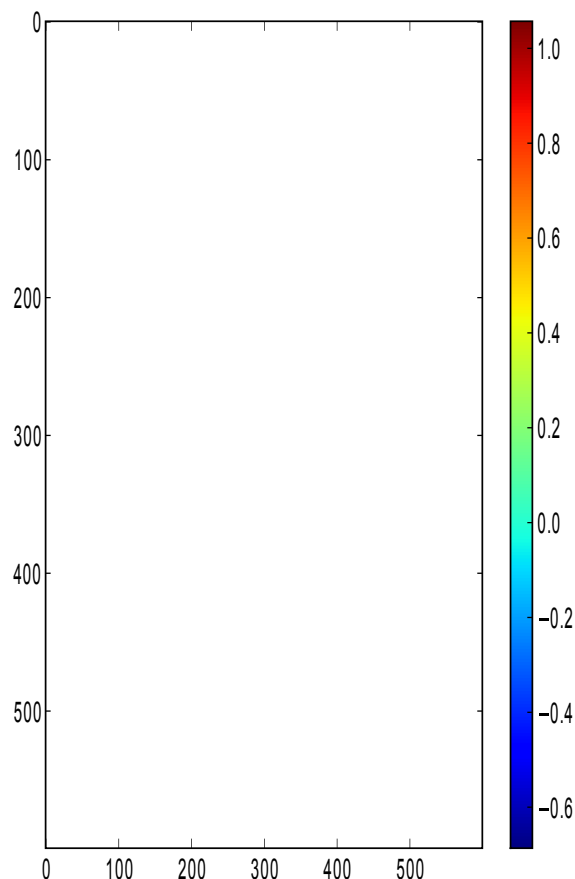


Figure 3.2 Here is a HUGE sample figure with a HUGE caption. Our goal is to make a caption that is so long that the caption spills into the lower margin, leading to an ETD error. The way to solve this problem in a systematic way is to calculate how many lines of text the caption will use, then adjust the size of the image, such that it leaves just enough space for your huge caption. How I am solving this problem is by providing a new variable called `graphht` that stores how tall the image should be. Then, to calculate how tall to make the figure, you use the new function that I am providing called `calculategraphicstargetheight`. This function has one argument. The argument of the function is how many lines of text you estimate that the caption occupies. You can always run your tex once, measure this number, and type it into the argument for the function. What the function will do (it is defined in the preamble) is take into account the size you give it, the spacing of the chapter and the footer at the bottom, and then calculate the total vertical space available. Thus, this function should be used for images that are taller than they are wide.

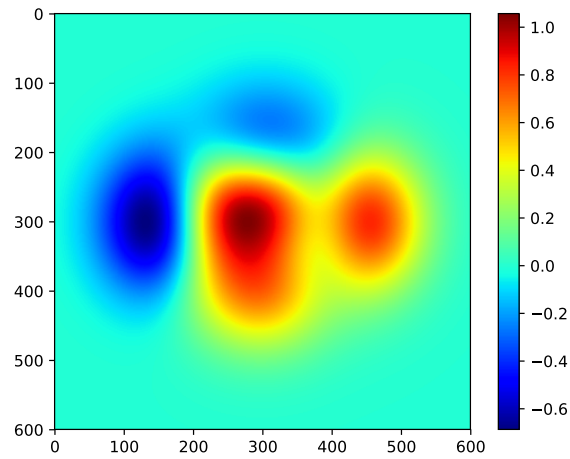
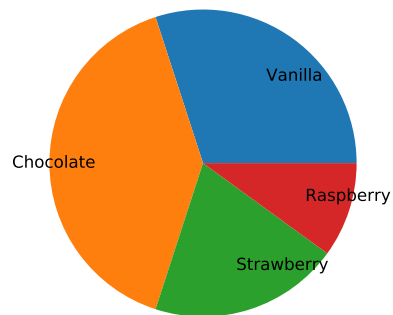
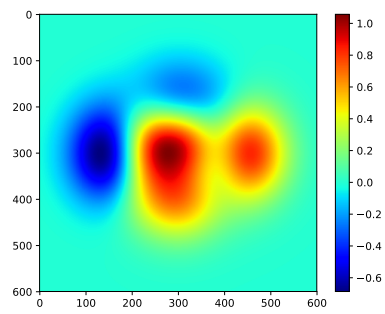


Figure 3.3 Here is a sample figure



(a)



(b)

Figure 3.4 Here are two floating subfigures

lorem, quis consecetuer tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

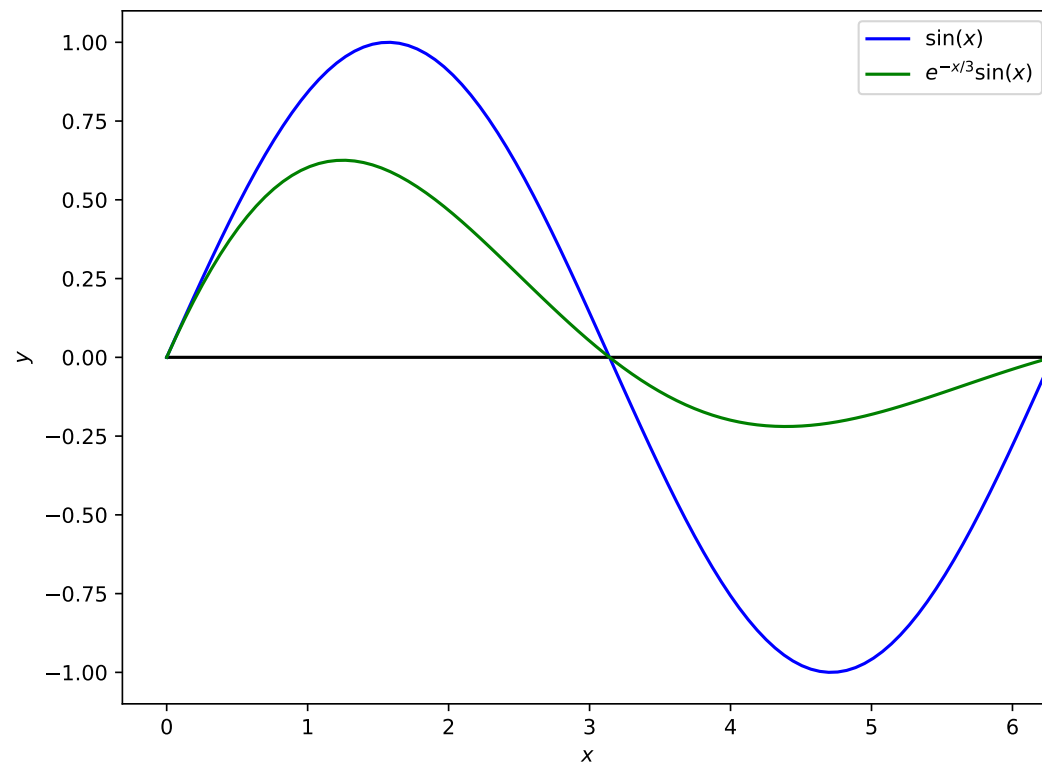


Figure 3.5 This figure has been turned sideways. With large figures, the author must ensure that there are at least two double spaces between the caption and the page number.

3.3 Matrices

Let's look at a simple example of a matrix:

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$$

You may prefer to write it this way:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

CHAPTER 4

LOREM IPSUM

A First Section

4.0.0.0.1 Filler Text

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique,

libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at,

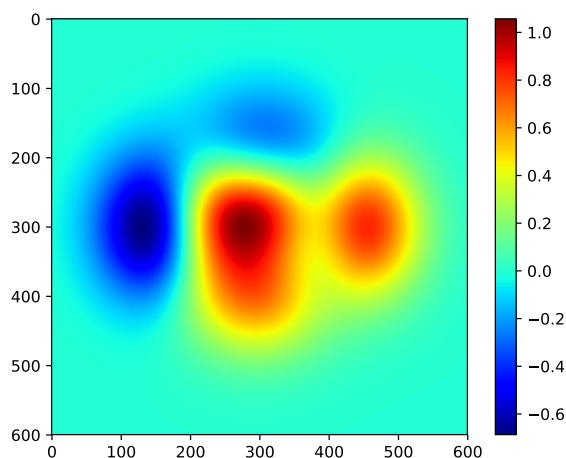


Figure 4.1 A figure at the top of the page.

consectetuer sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

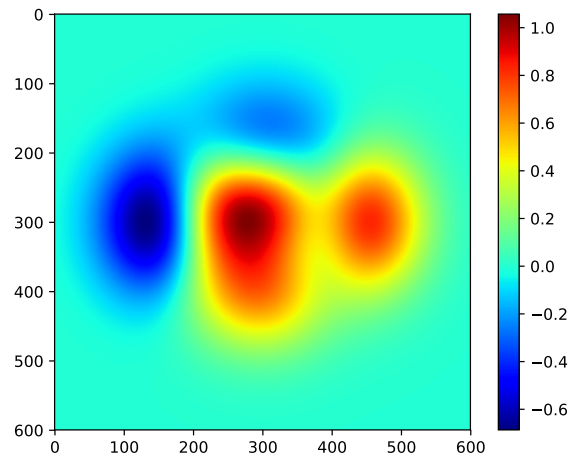


Figure 4.2 A figure in the middle of text.

Etiam ac leo a risus tristisque nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec

ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla

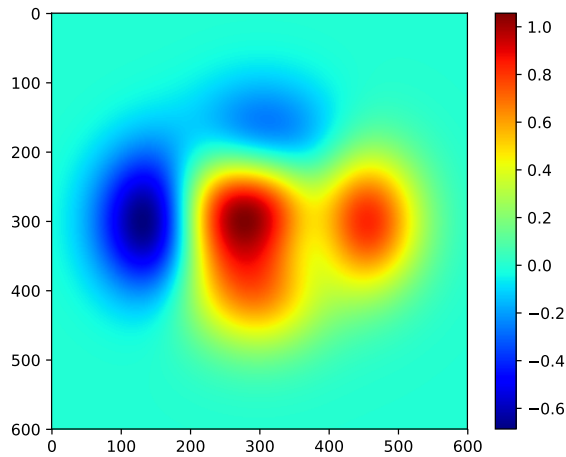


Figure 4.3 A figure at the bottom of the page.

facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

BIBLIOGRAPHY

- [ER35] Einstein, A. & Rosen, N. "The particle problem in the general theory of relativity". *Physical Review* **48**.1 (1935), pp. 73–77.
- [GVL96] Golub, G. & Van Loan, C. *Matrix computations*. Johns Hopkins Univ Pr, 1996.
- [LK74] Larsen, E. & Keller, J. "Asymptotic solution of neutron transport problems for small mean free paths". *Journal of Mathematical Physics* **15** (1974), p. 75.

APPENDIX

APPENDIX A

LOREM IPSUM

A.1 A First Section

A.1.0.0.1 Filler Text

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique,

libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at,

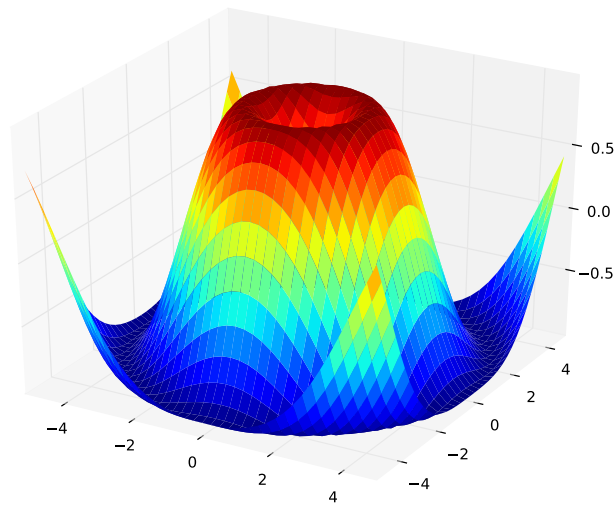


Figure A.1 A figure in the appendix.

consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Table A.1 A table in the appendix.

System	Author
T _E X	Donald Knuth
L ^A T _E X	Leslie Lamport

A.2 A Second Section

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.