

# This is a Very Important Title!

Person McSomething  
(Dated: November 4, 2021)

This abstract is abstract.

If you want to learn more about using L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, you should check UiO's official tutorials: <https://www.mn.uio.no/ifi/tjenester/it/hjelp/latex/>

If you are familiar with L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X and you want to learn more about the REVTeX4-1 document class, check: [http://www.physics.csbsju.edu/370/papers/Journal\\_Style\\_Manuals/auguide4-1.pdf](http://www.physics.csbsju.edu/370/papers/Journal_Style_Manuals/auguide4-1.pdf)

## I. INTRODUKSON

## II. MAL JEG MÅ ENDRE PÅ

Vi starter med et  $2 \times 2$  gitter og skal regne dette analytisk slik at vi kan gjøre en sammenlikning med vårt numeriske resultat. Vi ser at hver kombinasjon av ett spinn opp vil være en rotert versjon av de andre kombinasjonene av ett spinn opp. Den samme rotasjonsegenskapen ser vi med tre spinn opp, siden det også bare er ett spinn ned. Med to spinn opp derimot, ser vi at vi får flere kombinasjoner. Vi har igjen fire roterte versjoner hvor spinn opp-partiklene er ved siden av hverandre, men også to hvor de er diagonale til hverandre. For å finne energien vil vi trenge

$$E(s) = -J \sum_{\langle kl \rangle}^N s_k \cdot s_l$$

Hvor  $\langle kl \rangle$  betyr at vi går over alle partiklene uten å telle interaksjonen mellom partiklene to ganger.  $s_l$  og  $s_k$  vil også være nabopartikler i gitteret. Vi vil i alle forsøkene, også utenfor  $2 \times 2$  eksempelet anta periodiske grensebetingelser. Det vil si at vi antar at i hver ende vil nabopartikelen være den motsatte enden. Man kan tenke seg at i én dimensjon så vil partiklene være i en sirkel hvor endene møtes.

Vi skal også regne det magnetiske feltet gitt ved

$$M(\mathbf{s}) = \sum_i s_i$$

## III. TEORI

Vi skal regne for tilstander  $\mathbf{s}$  gitt som et 2D  $L \times L$  gitter med partikler  $s_i$  som enten kan ha tilstanden spinn opp eller spinn ned. Vi setter at dersom  $s_i$  har tilstanden spinn opp så er  $s_i = +1$  og hvis  $s_i$  har spinn ned er  $s_i = -1$ . Vi vil bruke periodiske grensebetingelser slik at naboen til  $s_1$  som er lengst til venstre vil ha  $s_L$  som er lengst til høyre som sin venstre nabo. Det samme gjelder

da lodrett, så den øverste spinnet vil ha den nederste parikkelen som sin nabo. I dette forsøket antar vi at ved å bruke Hamiltonianeren på en slik state gir energien

$$E(\mathbf{s}) = -J \sum_{\langle kl \rangle}^N s_k s_l$$

hvor  $\langle kl \rangle$  betyr at den går gjennom det energien mellom hvert spinn og deres naboer én gang og teller ikke dette to ganger.  $J$  vil være koblingskonstant.  $N = L^2$  altså størrelsen av  $\mathbf{s}$  slik at vi går gjennom hele matrisen. Vi har også energien per spin  $\epsilon$  gitt ved

$$\epsilon(\mathbf{s}) = \frac{E(\mathbf{s})}{N}$$

som vi må bruke når vi skal sammenligne matriser av ulike størrelser.

Vi trenger også magnetisaseringen gitt ved

$$M(\mathbf{s}) = \sum_i^N s_i$$

så vi da får en magnetisasjon per spin som

$$m(\mathbf{s}) = \frac{\mathbf{s}}{N}$$

Vi skal også finne forventingsverdiene  $\langle \epsilon \rangle$  og  $\langle |m| \rangle$ . Forventingsverdien i dette systemet er gitt ved

$$\langle a \rangle = \sum_i^N a(\mathbf{s}_i) p(\mathbf{s}_i)$$

hvor vi her går gjennom alle mulige tilstander  $\mathbf{s}_i$  som systemet av denne størrelsen kan være i.  $Z$  er her partisjonsfunksjonen gitt som

$$Z = \sum_i^N e^{\beta \mathbf{s}_i}$$

hvor  $\beta = \frac{1}{k_B T}$ .

Vi skal også finne den spesifikke varmekapasiteten

$$C_V = \frac{1}{k_B T^2} (\langle \epsilon \rangle^2 - \langle \epsilon^2 \rangle)$$

og den susceptibiliteten

$$\chi = \frac{1}{k_B T} (\langle m^2 \rangle - \langle m \rangle^2 - \langle |m| \rangle^2)$$

så vi må også finne  $\langle \epsilon^2 \rangle$  og  $\langle m^2 \rangle$ .

Når vi flipper et spinn så skal vi også kunne få en energiendring gitt ved

$$\Delta E = E(\mathbf{s}_{etter}) - E(\mathbf{s}_{før}) = E(\mathbf{s}_a) - E(\mathbf{s}_b)$$

Utvider vi det får vi

$$\Delta E = -J \sum_{\langle kl \rangle}^N s_{ak} s_{la} - (-J) \sum_{\langle kl \rangle}^N s_{kb} s_{lb}$$

$$\Delta E = -J \sum_{\langle kl \rangle}^N s_{ka} s_{la} - s_{kb} s_{lb}$$

La oss si at vi flipper spinn  $s_{i,j}$  hvor  $i$  representerer den vannrette posisjonen og  $j$  den lodrette. Da kun  $s_{kb} s_{lb}$  kun endre seg hvor  $s_{i,j}$  er en av faktorene. Ellers vil  $s_{kb} s_{lb} = s_{ka} s_{la}$  og her vil  $s_{ka} s_{la} - s_{kb} s_{lb} = 0$ . Vi står da kun igjen med

$$\Delta E = -J(s_{i,j-1} s_{i,j_a} - s_{i,j-1} s_{i,j_b} + s_{i+1,j} s_{i,j_a} - s_{i+1,j} s_{i,j_b} + s_{i,j+1} s_{i,j_a} - s_{i,j+1} s_{i,j_b} + s_{i-1,j} s_{i,j_a} - s_{i-1,j} s_{i,j_b})$$

#### IV. METODE

#### V. RESULTATER

#### VI. DISKUSJON

#### VII. KONKLUSJON

#### ACKNOWLEDGMENTS

I would like thank myself for writing this beautiful document.

#### REFERENCES

- Reference 1
- Reference 2

#### Appendix A: Name of appendix

This will be the body of the appendix.

#### Appendix B: This is another appendix

Tada.

Note that this document is written in the two-column format. If you want to display a large equation, a large

figure, or whatever, in one-column format, you can do this like so:

This text and this equation are both in one-column format.

[? ]

$$\frac{-\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V\Psi = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi \quad (\text{B1})$$

Note that the equation numbering (this: B1) follows the appendix as this text is technically inside Appendix B. If you want a detailed listing of (almost) every available math command, check: <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Mathematics>.

And now we're back to two-column format. It's really easy to switch between the two. It's recommended to keep the two-column format, because it is easier to read, it's not very cluttered, etc. Pro Tip: You should also get used to working with REVTeX because it is really helpful in FYS2150.

One last thing, this is a code listing:

```
This will be displayed with a cool programming font!
```

You can add extra arguments using optional parameters:

```
This will be displayed with a cool programming font!
```

You can also list code from a file using `lstinputlisting`. If you're interested, check [https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Source\\_Code\\_Listings](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Source_Code_Listings).

This is a basic table:

Table I. This is a nice table

Hey	Hey	Hey
Hello	Hello	Hello
Bye	Bye	Bye

You can a detailed description of tables here: <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Tables>.

I'm not going to delve into Tikz in any level detail, but here's a quick picture:

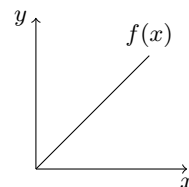


Figure 1. This is great caption

If you want to know more, check: <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/PGF/TikZ>.