

# notebookmal\_V23

February 3, 2023

## 1 Labrapport som Jupyter Notebook på fysikklab våren 2023

Oskar Ryggetangen, Marte Høiskar og Jon Andreas Støvneng Institutt for Fysikk, NTNU

### 1.1 Sammendrag

Sammendraget inneholder en konsis oppsummering av innholdet i oppgaven. Det kan være en god idé å skrive denne delen til slutt, når du har god oversikt over hele teksten. Typisk inneholder sammendraget 4-5 setninger. På disse få setningene skal forsøket introduseres, de eksperimentelle og numeriske metodene nevnes, og resultatene - og deres betydning - skal presenteres. Sentrale tallverdier oppgis med tilhørende usikkerhet.

### 1.2 Introduksjon

Selve rapporten starter her. Introduksjonen bør inneholde en tydelig motivasjon og hensikt ved forsøket. Her kan også teksten settes i en historisk sammenheng. Det vil i så fall være naturlig å referere til relevant litteratur.

### 1.3 Teori

Her presenteres relevant teori nødvendig for å lese resten av rapporten. Jupyter notebook støtter LaTeX-kode, så dere kan inkludere fint formaterte ligninger her. For eksempel har vi sett at baneakselerasjonen til ei kompakt kule som ruller på et krumt underlag uten å slure (gli) er gitt ved

$$a = -\frac{5g \sin \beta}{7}, \quad (1)$$

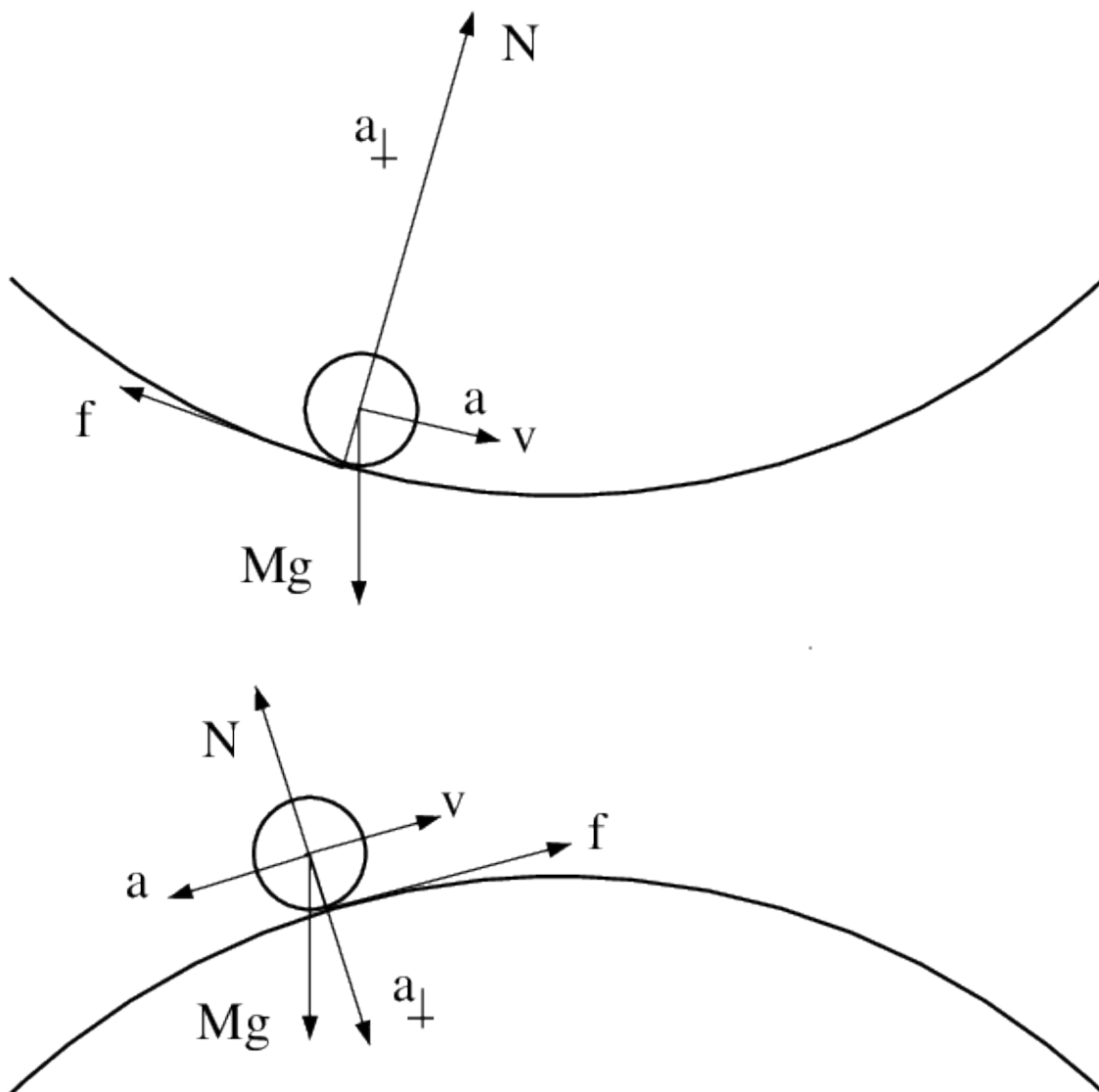
der  $g$  er tyngdens akselerasjon og  $\beta$  er banens helningsvinkel. Her forklarer vi alle nye størrelser som blir innført med ord. For at dette skal ha god flyt, skal ligningene kunne leses som en naturlig del av setningen, slik som ovenfor.

Teoridelen inneholder ikke referanser til selve forsøket. Den er generell og kan leses isolert fra resten av rapporten.

Her vil det ofte være naturlig å inkludere en eller flere forklarende figurer. Disse skal dere lage selv, for eksempel ved hjelp av [Inkscape](#) som er et nokså brukervennlig program for å lage vektorgrafikk. Her er et eksempel på en slik figur:

```
[1]: from IPython import display
display.Image("./krefter.png", width=300)
```

[1]:



Figur 1. Kule som ruller på et krumt underlag. Her er  $v$  kulas fart,  $a$  er baneakselerasjon,  $a_{\perp}$  er sentripetalakselerasjon,  $Mg$  er tyngdekraft,  $f$  er friksjonskraft og  $N$  er normalkraft.

#### 1.4 Metode

Dette avsnittet inneholder en forholdsvis detaljert beskrivelse av utstyr og metoder som er brukt i prosjektet, både numeriske og eksperimentelle metoder. En figur som viser det eksperimentelle oppsettet inngår naturlig her. Metodedelen kan godt inneholde små kodesnutter som illustrerer hvordan ulike størrelser beregnes. Disse vil da typisk inkluderes i Markdown-celler, slik at notebooken ikke prøver å kjøre dem.

Et konkret eksempel:

Baneformen fastlegges ved hjelp av tredjegradspolynomer på intervallene mellom de 8 tilfeldig valgte skruefestehøydene, slik at både banen, dens deriverte og krumningen er kontinuerlige i skrue-

festene. Dette gjøres i Python med funksjonen `CubicSpline` fra SciPy-biblioteket interpolate med kommandoen

```
cs = CubicSpline(xfast,yfast,bc_type='natural')
```

Her er `xfast` og `yfast` tabeller (numpy arrays) med henholdsvis horisontale og vertikale koordinater for skruefestene, og med `bc_type='natural'` velges krumning lik null i de to ytterste skruefestene.

Deretter vil den konkrete bruken av funksjonen `CubicSpline` komme i Resultat-avsnittet.

## 1.5 Resultater

Her presenteres numeriske og eksperimentelle resultater. Dere inkluderer figurer i henhold til rapportkravene, samt tallverdier for kulas rulletid, slutt hastighet, tilhørende kinetisk energi, og tap i mekanisk energi, med tilhørende usikkerhet. Anvendt pythonkode inngår naturlig her. En må forvente at dette avsnittet opptar størst plass i rapporten.

## 1.6 Diskusjon

Her diskuteres resultatene, både de numeriske og de eksperimentelle. Viktige elementer å tenke over kan være:

- Kan forskjellene mellom numerisk og eksperimentell hastighet  $v(x)$  forklares med utgangspunkt i forskjellene mellom numerisk og eksperimentell baneform  $y(x)$ ? Er det andre faktorer som kan gi forskjeller i numeriske og eksperimentelle verdier for  $y(x)$  og  $v(x)$ ?
- Er grafene for  $v(x)$ ,  $N(x)$  og  $f(x)$  rimelige med utgangspunkt i baneformen  $y(x)$ ? Vurder spesielt topp-punkt, bunnpunkt(er) og vendepunkter.
- Er det sannsynlig at baneformen gir ren rulling? Dette avhenger av at beregnet friksjonskraft hele veien er mindre enn maksimal statisk friksjonskraft, som er gitt ved  $\mu_s N$ . Grafen for  $|f(x)/N(x)|$  gir grunnlag for å diskutere dette.
- Er målt rulletid rimelig, med utgangspunkt i beregnet rulletid?
- Er målt tap i mekanisk energi rimelig? Diskuter feilkilder.

## 1.7 Konklusjon

Dette er en kort oppsummering av det som ble gjort og hvilke resultater som ble oppnådd. Tallverdier for numerisk vs eksperimentell rulletid og slutfart oppgis, samt tap i mekanisk energi med usikkerhet.

## 1.8 Referanser

En labrapport som denne vil typisk inneholde et *lite* antall referanser. Av den grunn er det greit å nummerere disse manuelt. Hvis du sjekker ulike tidsskrifter, vil du se at ulike konvensjoner for formatering av referanser benyttes. Det viktige er at referanselista formateres systematisk. Nedenfor viser vi eksempler på henvisning til tidsskriftartikler, bok og url, med formatering som benyttet i tidsskriftet Physical Review Letters:

[1] D. Xiao, W. Yao, and Q. Niu, Valley-Contrasting Physics in Graphene: Magnetic Moment and Topological Transport, Phys. Rev. Lett. 99, 236809 (2007).

[2] D. Xiao, M.-C. Chang, and Q. Niu, Berry phase effects on electronic properties, Rev. Mod. Phys. 82, 1959 (2010).

[3] T. Ihn, Semiconductor Nanostructures: Quantum States and Electronic Transport (Oxford University Press, New York, 2010).

[4] See Supplemental Materials at [link.aps.org/supplemental/10.1103/PhysRevLett.128.067702](https://link.aps.org/supplemental/10.1103/PhysRevLett.128.067702).

Til sammenligning, et par referanser fra en artikkel i Chemical Reviews:

- (1) Ayyagari, A. V.; Gwalani, B.; Muskeri, S.; Mukherjee, S.; Banerjee, R. Surface degradation mechanisms in precipitationhardened high-entropy alloys. *npj Materials Degradation* 2018, *2*, 33.
- (2) Frankel, G. S.; Vienna, J. D.; Lian, J.; Scully, J. R.; Gin, S.; Ryan, J. V.; Wang, J.; Kim, S. H.; Windl, W.; Du, J. A comparative review of the aqueous corrosion of glasses, crystalline ceramics, and metals. *npj Materials Degradation* 2018, *2*, 15.

Små, men *mange* forskjeller: type parentes i referansenummeret; plassering, parentesbruk og font for årstall; plassering av forbokstav i fornavn; *and* eller ikke *and* foran sistnevnte av tre eller flere forfattere. Ubetydelige valg i seg selv, men viktig at alt gjøres *systematisk*.