

# Introduction to thermal physics - Short course in thermodynamics

Anders Malthe-Sørensen

19. august 2013

# 1 Introduction

Velkommen til kurset Fys2160 - Termisk og statistisk fysikk

I dette kurset skal du lære hvorfor tiden har en retning for makroskopiske systemer, du skal lære hvorfor "More is different", og du skal lære om noen av de mest fundamentale fysiske lovene vi har - termodynamikkens første og andre hovedsetning.

Vi skal prøve å bruke det dere har lært til nå i mekanikk, elektromagnetisme og kvantemekanikk, og bygge opp en teori for realistiske, makroskopiske systemer.

Vi skal utforske systemer ved modellering, lage teoretiske modeller som beskriver det vi måler i modellene, og generalisere til andre systemer.

Til det trenger vi både teoretiske og beregningsmessige verktøy.

Vi skal også gjøre noen laboratorieforsøk - og lære hvordan vi kan tolke og forstå disse. Fysikk handler om verden rundt oss - og det er derfor viktig å knytte teoriene og modellene til observable - til observasjoner fra eksperimenter.

Vi skal også se på ting som kan virke kjedelig. Vi skal se på varmemaskiner - en teori som ble bygget for å kunne optimalisere dampmaskiner. Men selv om dampmaskiner ikke er så relevante lenger, er teorien vel så relevant. Fordi termodynamikkens lover fremdeles legger begrensninger på hvilke maskiner vi kan bygge. Vil du bygge en varmeveksler for å kunne kjøle huset med vann fra fjell? Vil du bygge en geoelektrisk stasjon som lager elektrisitet av varmt vann? Vil du bygge en bedre forbrenningsmotor? For alle disse spørsmålene må vi hele tiden basere argumentene våre på termodynamikkens lover.

Dessuten skal vi lære om termodynamikkens mikroskopiske fundament. Og for mange anvendelser og aktuelle problemstillinger er det nettopp i grensen mellom termodynamikk - det vi har når vi har  $10^{23}$  atomer - og det mesoskopiske, der vi har tusenvis eller millioner eller milliarder atomer. For mange biologiske prosesser er i denne grensen - de kan kun forstås på et lite nok nivå.

Vi skal lære å se på slike systemer med en numerisk metode som heter Molekylær Dynamikk. Denne metoden er basert på latterlig enkle prinsipper, men åpner for mange dype og fremdeles ubesvarte spørsmål, den lar oss få en innsikt i nettopp de statistiske aspektene ved de fysiske lovene, og teorien gir oss i mange tilfeller svært gode svar. Merk likevel at det er aspekter ved MD som vi ikke tar opp her - spesielt hvordan man skal modellere og bestemmer parametere i modellene - som krever betydelig innsats. De bedre metodene i dag har vekselvirkninger som er bestemt fra QM beregninger, slik at kjeden fra QM gjennom mekanikk til statistisk mekanikk / termodynamikk blir direkte.

I dag skal vi begynne å bli kjent med statistisk fysikk gjennom noen eksempler og oppgaver, men først skal vi gå gjennom noen praktiske detaljer om kurset.

## Kursopplegg

Undervisningen består av

- Forelesninger/Fellessamlinger
- Gruppeundervisning og Data-lab
- **Egenstudium**
- Oppgaveregning,
- Obliger

## Forelesninger

- Aktiv læring
- Deltagelse på forelesninger er gøy
- Klikkere
- Samarbeid og gruppeoppgaver
- Plenumsregning

Forelesningene vil ikke dekke hele pensum. Du må selv sørge for å dekke pensum gjennom oppgaver og lærebok.

## Informasjonsflyt – blog

Jeg kommer i dette kurset til å benytte meg av en **blog** for å gi informasjon til dere.

- Du kan følge innleggene på bloggen på Facebook
- Jeg kommer til å poste informasjon om forelesningene
- Det er hyggelig med spørsmål - vi gjør vårt beste for å besvare

## Grupper og obliger

- Du vil få regneoppgaver og obliger
- Obliger rettes på gruppene og godkjennes der av gruppelærer
- Du kan få hjelp til obligen på data-lab på mandag etter forelesning
- Obligene vil etterhvert likne på eksamensoppgaver
- Obligene vil dekke pensum for gjennomsnittsstudenten (C)
- Obligene vil ofte ha numeriske aspekter. Det vil vi også ha på eksamen
- Du må ha godkjent 2/3 av obligene for å kunne gå opp til eksamen

## Læring og undervisning

- Læring er målet
- Undervisning er middelet jeg har til disposisjon
- Du må selv jobbe – jeg kan ikke jobbe for deg (jeg har tatt kurset og jeg fikk A)
- Vi vet mye om hvordan du kan lære best
- Delta på forelesningene – du vil lære av det og ha det gøy med oss andre

## **Belønning**

Ære, berømmelse – og en god karakter – er ikke alt.

Vi skal også ha det moro!

Derfor kommer jeg til å tilby spontane belønninger til de av dere som deltar aktivt, tar en sjanse, og byr på dere selv!

Jeg tolererer ikke at vi ikke setter pris på innsats!

Ca. hver 14. dag vil jeg plukke ut en student som får være med å studentmiddagen på slutten av semesteret.

## **Eksamen**

- Eksamen vil likne mye på tidligere eksamener
- Eksamen vil ha noen nye elementer – slik dere også opplevde i fys-mek
- Obliger vil forberede til eksamen
- Det vil bli laget et “prøve-eksamens-sett”

## **Laboratorieundervisning**

### **Lærebøker**

“Introduction to Thermal Physics”, Schroder

“Statistical and Thermal Physics With Computer Applications”, Gould and Tobochnik