

# SK1119

## Termodynamik och statistisk fysik – VT2021

### Kursmål

Kursen ger de grundläggande kunskaper och färdigheter inom termodynamik och statistisk fysik som en elektroingenjör kan behöva och som krävs för att få påbörja ett masterprogram inom ett fysikrelaterat eller elkraftsrelaterat ämnesområde. Studenterna ska kunna utnyttja sina kunskaper för att lösa grundläggande praktiskt orienterade problem inom området.

Efter fullgjord kurs ska studenterna kunna

- redogöra för begreppet energi samt hur energi lagras och omvandlas mellan olika former vid termodynamiska processer
- tillämpa idealiserade termodynamiska processer (isokor, isobar, isoterm och adiabat) både enskilt och såsom sammansatta i en termodynamisk kretsprocess
- behärska termodynamikens första och andra huvudsats samt kunna utnyttja detta vid beräkningar av energi och entropi
- relatera energiflöden i termodynamiska kretsprocesser till verkningsgraden hos motorer samt till godhetstal hos värmepumpar och kylmaskiner samt utföra beräkningar på detta
- genomföra beräkningar på värmetransportproblem (strålning, konvektion, värmeledning)
- beskriva kopplingen mellan makroskopiska termodynamiska storheter och den statistiska fysikens beskrivning av motsvarande fenomen
- tillämpa statistiska fördelningar inom olika relevanta områden för en elektroingenjör (t.ex. elektriska ledare, halvledare, strålning)
- vara bekanta med grundläggande begrepp inom statistisk fysik
- beskriva de termodynamiska aspekterna av hållbar utveckling
- vara bekant med simuleringar av fysikaliska problem

### Omfattning

24 h föreläsning, 16 h lektion, 1 projektuppgift

### Kurslitteratur

Det finns två lämpliga val av kursbok i kursen. Rekommendationen är att använda Blundells bok ifall du avser att läsa vidare på masterprogrammet i Teknisk Fysik. För övriga masterprogram är Beckmans bok fullt tillräcklig.

S.J. Blundell och K.M. Blundell, Concepts in thermal physics, 2nd edition, Oxford University Press, ISBN 978-0-19-956210-7, denna bok finns även som E-bok (389 SEK) vid följande länk:

<https://www.bokus.com/bok/9780191574337/concepts-in-thermal-physics/>

O. Beckman, G. Grimvall, B. Kjöllnerström och T. Sundström, Energilära – grundläggande termodynamik, Liber AB (Stockholm), 2005, ISBN 91-47-05218-X, finns på Kårbokhandeln.

## Kursfordringar

*A: Skriftlig tentamen (6,0 hp, betygsskala A,B,C,D,E,Fx,F)*

Tentamen omfattar 6 uppgifter, varav 4 uppgifter är av räkneuppgifter, en uppgift är av teoretisk karaktär och i en uppgift behöver enbart ett kort svar ges på några frågor. Varje uppgift kan ge maximalt 4 poäng, varför maximal poäng på tentamen är 24 poäng. Betyg ges enligt följande skala baserad på sammanslagen poängsumma:

Betyg A:  $\geq 20$  poäng

Betyg B: 17-19,5 poäng

Betyg C: 14- 16,5 poäng

Betyg D: 12-13,5 poäng

Betyg E: 11-11,5 poäng

Betyg Fx: 10-10,5 poäng

Betyg F:  $< 10$  poäng

## Anmälan till tentamen är obligatorisk och sker via Mina Sidor.

Komplettering av tentamen för att uppnå betyget E får frivilligt göras av de studenter som fått betyget Fx. Uppgiften består av att självständigt konstruera en räkneuppgift av tentamenskaraktär samt lösa detta problem.

*B: Projektuppgift (1,5 hp, betygsskala P,F)*

I projektuppgiften ska du i en grupp om 3-4 studenter planera, genomföra och utföra ett eget fysikaliskt experiment med värmetransport. Arbetet innefattar att skapa en fysikalisk modell av det som ni väljer att studera samt att dokumentera vad som händer i verkligheten med hjälp av en värmekamera. Arbetet ska resultera i en muntlig presentation.

*Godkännande av hel kurs (7,5 hp, betygsskala A,B,C,D,E)*

Minst betyg E på tentamensmomentet och betyg Pass på projektuppgiften. Betyget på hel kurs är detsamma som på tentamensmomentet.

## Kursinnehåll

Termodynamik: Energi och värme, gaslagar, termodynamikens 1:a och 2:a huvudsats, entropi, Carnotprocessen, verkningsgrad och godhetstal, värmetransport (strålning, konvektion, värmeledning), fri energi, entalpi, Maxwellrelationer, Jorden som ett termodynamiskt system

Statistisk fysik: Bose-Einstein, Fermi-Dirac och Maxwell-Boltzmanns fördelningar samt olika praktiska tillämpningar på dessa fördelningar (metaller, halvledare, strålning), tillståndssumma, tillståndstäthet

## Medverkande

Kursansvarig/Examinator: Martin Månsson

[condmat@kth.se](mailto:condmat@kth.se)

Övningsassistent: Ola Kenji Forslund

[okfo@kth.se](mailto:okfo@kth.se)

## Ytterligare information:

På kursens hemsida (numera i CANVAS) kan du finna all relevant information om kursen. Adressen är:

<https://canvas.kth.se/courses/22048>

## Föreläsningsschema

Schemat anger vilka kapitel som går igenom i vardera av de föreslagna böckerna vid föreläsningarna. För mer preciserade sidhänvisningar, se läshänvisningarna nedan:

<u>Fö</u>	<u>Thermal</u>	<u>Energilära</u>	<u>Innehåll (preliminär plan)</u>
1	1-2	1-2, 4:1-2	Energi och energilagring, allmänna gaslagen
2	5-6, 8, 19	5	Maxwell-Boltzmanns fördelning, 1:a huvudsatsen
3	10:3, 10:5	6:4, 8	Värmetransport
4	9-10	8-9	Värmeledningsekvationen, diffusion
5	11-12	10:1-8	Gasprocesser
6	14	11	Entropi, termodynamikens 2:a huvudsats
7	13	11, 13	Kretsprocesser
8	16	12	Termodynamiska potentialer, Maxwellrelationer
9	20-21	7:1-6, 16:9	Maxwell-Boltzmanns fördelning, tillståndssumma
10	22, 28:1-3	12:6	Tillämpningar, fasövergångar
11	29-30	6, 7:7-8	Bose-Einstein och Fermi-Diracs fördelningar
12	23:1-6, 37	6:4-5, 16:6-7	Tillämpningar, Jorden som ett termodynamiskt system

## Övningar

Övningsboken är under utveckling och kommer att kompletteras med fler uppgifter under kursens gång. Nedan anges vilket av de områden som finns i kursboken som kommer att täckas in under vardera av övningarna.

### Övn Uppgiftsområde i exempelsamlingen

- 1 Energi, energilagring och allmänna gaslagen
- 2 Värmetransport och värmeledningsekvationen
- 3 Gasprocesser
- 4 Entropi och kretsprocesser
- 5 Termodynamiska potentialer och andra gaslar
- 6 Maxwell-Boltzmanns fördelning, gasers statistiska fördelning
- 7 Fermi-Diracs och Bose-Einsteins fördelningar
- 8 Blandade uppgifter

## Projektuppgift (under diskussion för VT-21 pga Covid)

Ni hittar på och planerar ett eget fysikaliskt experiment som handlar om värmetransport. Under experimentet får ni låna hem en professionell värmekamera för att kunna genomföra ert experiment. Ni ska sedan jämföra ert experiment med er egen modell för värmetransporten i det experiment som ni väljer att genomföra. Arbetet ska redovisas vid en muntlig presentation.

**Läshänvisningar:**

De sidhänvisningar som har markerats med (kursivt) bör läsas igenom antingen för förståelsen av sammanhanget i kursen eller som repetition av tidigare fysikkunskaper. De kommer dock inte explicit att tenteras i kursen.

*S.J. Blundell och K.M. Blundell, Concepts in thermal physics*

Kapitel	Sidor	Kapitel	Sidor
1	Hela kapitlet	20	Hela kapitlet
2	Hela kapitlet	21	Hela kapitlet
3	Ingår ej	22	Hela kapitlet
4	Hela kapitlet	23	263-273
5	Hela kapitlet	24	Ingår ej
6	Hela kapitlet	25	Ingår ej
7	Ingår ej	26	Ingår ej
8	Hela kapitlet	27	Ingår ej
9	81-89	28	321-327
10	Hela kapitlet	29	Hela kapitlet
11	Hela kapitlet	30	Hela kapitlet
12	Hela kapitlet	31	Ingår ej
13	Hela kapitlet	32	Ingår ej
14	Hela kapitlet	33	Ingår ej
15	Ingår ej	34	Ingår ej
16	Hela kapitlet	35	Ingår ej
17	Kursivt	36	Ingår ej
18	Ingår ej	37	Hela kapitlet
19	Hela kapitlet		

*O. Beckman, G- Grimvall, B. Kjällerström och T. Sundström, Energilära*

Kapitel	Sidor	Kapitel	Sidor
1	Hela kapitlet	11	Hela kapitlet
2	Hela kapitlet	12	Hela kapitlet
3	41-44	13	Hela kapitlet
4	Hela kapitlet	14	Kursivt
5	Hela kapitlet	15	Kursivt
6	Hela kapitlet	16	289-303
7	Hela kapitlet	17	321-323
8	Hela kapitlet	18	Ingår ej
9	143-149	19	Ingår ej
10	Hela kapitlet	20	Kursivt