



## TERMODYNAMIK OCH STRÖMNINGSLÄRA

MMV050

### Thermodynamics and Fluid Mechanics

**Antal högskolepoäng:** 10,5. **Betygskala:** TH. **Nivå:** G2 (Grundnivå, fördjupad).

**Undervisningsspråk:** Kursen ges på svenska. **Obligatorisk för:** M2, MD2. **Kursansvarig:** Christoffer Norberg, christoffer.norberg@vok.lth.se, Energivetenskaper.

**Förkunskapskrav:** FMA410 Matematik, endimensionell analys. **Förutsatta förkunskaper:** FMA421 Linjär algebra med beräkningsintroduktion, FMA435 Flerdimensionell analys med vektoranalys alt FMA430 Flerdimensionell analys, FME052 Mekanik, allmän kurs.

**Prestationsbedömning:** Examination sker via två skriftliga prov (huvudsakligen teori), bedömning av individuella skriftliga hemuppgifter och laborationsredogörelse, samt en slutlig skriftlig tentamen som främst avser problemlösning. Betyget bestäms av en viktad total poängsumma som består av resultat vid godkänd tentamen, godkända skriftliga prov samt ev. bonuspoäng från godkända hemuppgifter, enligt särskild formel. **Poängsatta delmoment:** 3. **Hemsida:** <http://www.vok.lth.se/>.

#### Syfte

Kursens syfte är att ge grundläggande kunskaper och färdigheter i teknisk termodynamik och strömningslära, med huvudsakliga tillämpningar inom energisektorn.

#### Mål

##### *Kunskap och förståelse*

För godkänd kurs skall studenten

- definiera och/eller klargöra kortfattat vissa grundläggande termodynamiska och strömningsmässiga begrepp, principer och fenomen
- redovisa kortfattat och generellt formulera grundläggande tillstånds-, mass-, energi-, entropi- och strömnings samband, med viss förståelse för dess begränsningar och tillämpbarhet
- redovisa och utifrån grundläggande samband och principer härleda vissa för ämnet tekniskt viktiga samband

##### *Färdighet och förmåga*

För godkänd kurs skall studenten

- på ett systematiskt sätt kunna lösa grundläggande energi- och strömningsproblem, med en god ingenjörsmässig hantering av tillståndstabeller och  $\Phi$ diagram
- kortfattat beskriva, klargöra och analysera vissa tekniskt viktiga termodynamiska

processer, inklusive kvantitativ bedömning avseende påverkan på omgivningen (entropigenerering)

- genomföra en fullständig dimensionsanalys av givet dimensionsproblem
- tillämpa kontrollvolymanalys avseende mass-, energi- och impulsbalans vid stationär strömning och homogena förhållanden vid in- och utlopp
- genomföra grundläggande strömningsteknisk analys av enkla rörsystem vid stationär inkompressibel strömning samt isentrop kompressibel strömning i munstycken

*Värderingsförmåga och förhållningssätt*

För godkänd kurs skall studenten

- kommunicera skriftligt på ett välstrukturerat, förståelseinriktat och illustrativt sätt avseende problemlösning och laborationsredogörelse, med beaktande av begränsningar, rimlighet, noggrannhet och källangivelser

### **Innehåll**

Inom termodynamik (motsvarande 4 poäng) behandlas begreppen temperatur, arbete, värme, energi och entropi samt termodynamikens huvudsatser (främst första och andra) inklusive tillämpningar. Gasers och vätskors egenskaper liksom övergångar mellan dessa båda faser studeras. Tillståndstorheter, tillståndsdigram, termodynamiska samband, exergi, gasblandningar inklusive fuktig luft innefattas. Tillämpningar är inriktade mot förbränningsmotorer, gasturbiner, ångkraftsanläggningar, värmeväxlare, kylmaskiner, värmepumpar samt luftkonditionering. Härvid poängteras särskilt aspekter av irreversibilitet och entropigenerering.

Inom strömningslära (motsvarande 3 poäng) introduceras inledningsvis ett antal grundläggande begrepp, t.ex. fluid, inkompressibel strömning och viskositet. Därefter genomgås och tillämpas olika metoder för problemlösning (integral-, differential- och dimensionsanalys). Bland dessa ges Bernoullis ekvation, impulssatsen samt Reynolds likformighetslag ett förhållandevis stort utrymme. De fullständiga rörelseekvationerna vid inkompressibel strömning av en Newtonsk fluid presenteras. De begränsade möjligheterna till exakta lösningar diskuteras. Vidare behandlas laminär och turbulent rörströmning, gränsskikt, strömningssmotstånd inklusive avlösning samt isentrop kompressibel strömning i munstycken.

### **Litteratur**

Çengel, Y. A. & Boles, M. A.: Thermodynamics – An Engineering Approach, Fifth Edition in SI Units. McGraw-Hill 2006. ISBN: 007-125084-0

Young, D. F., Munson, B. R. & Okiishi, T. H.: A Brief Introduction to Fluid Mechanics, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2004. ISBN: 0-471-46260-8

### **Poängsatta delmoment**

**Kod:** 0105. **Benämning:** Termodynamik och strömningslära.

**Antal Högskolepoäng:** 3. **Betygskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftlig tentamen (4 timmar, problemlösning). **Delmomentet omfattar:** Tillämpningar inom grundläggande teknisk termodynamik och strömningslära. Tillämpningar inom grundläggande teknisk termodynamik och strömningslära.

**Kod:** 0205. **Benämning:** Termodynamik.

**Antal Högskolepoäng:** 4,5. **Betygskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftligt prov om ca 2 timmar, teori samt inledande problemlösning; individuella hemuppgifter. **Delmomentet omfattar:** Skriftligt prov: grundläggande begrepp; egenskaper hos enhetliga ämnen; värme-, arbets- och massutbyte; första huvudsatsen; energi; andra huvudsatsen; entropi; irreversibilitet och entropigenerering; exergi;

termodynamiska relationer; gascykler; ideala gasblandningar. Hemuppgifter: tillämpningar av första och andra huvudsatsen; gasprocesser.

**Kod:** 0305. **Benämning:** Strömningslära.

**Antal Högskolepoäng:** 3. **Betygskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftligt teori prov om ca 1,5 timme; individuella hemuppgifter (problemlösning). **Delmomentet omfattar:** Skriftligt teoriprov: grundläggande begrepp; fluiders statik; Bernoullis ekvation; kinematik; kontrollvolymsanalys; differentialanalys; dimensionsanalys; likformighet; viskös strömning i rör; omströmmade kroppar; kompressibel strömning, inledande koncept. Hemuppgifter: teknisk termodynamik, t ex ångcykler och luftkonditionering; tillämpningar inom grundläggande strömningslära, t ex beräkning av infästningskrafter samt flöde och tryckfall i enkla rörssystem.