



## TERMODYNAMIK OCH STRÖMNINGSLÄRA

MMV050

### Thermodynamics and Fluid Mechanics

**Antal poäng:** 7. **Betygskala:** TH. **Obligatorisk för:** M2, MD2. **Kursansvarig:** Christoffer Norberg, christoffer.norberg@vok.lth.se, Energivetenskaper. **Förkunskapskrav:** FMA410 Matematik, endimensionell analys. **Rekommenderade förkunskaper:** FMA421 Linjär algebra med beräkningsintroduktion, FMA435 Flerdimensionell analys med vektoranalys alt FMA430 Flerdimensionell analys, FME052 Mekanik, allmän kurs.

**Prestationsbedömning:** Skriftlig tentamen, två skriftliga prov, individuella hemuppgifter, laboration. 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/>.

#### Mål

##### *Kunskapsmål*

- att kunna definiera alternativt klargöra vissa grundläggande termodynamiska och strömningsmässiga begrepp, principer och fenomen
- att kunna förstå, redovisa och tillämpa grundläggande tillstånds-, energi-, entropi- och strömningssamband, t.ex. ideala gaslagen, termodynamikens första och andra huvudsats och Reynolds likformighetslag
- att kunna redovisa, tillämpa och utifrån grundläggande samband och principer härleda vissa sekundära men tekniskt viktiga samband, t.ex. energiekvationen vid stationär strömning, termisk verkningsgrad för ideala gasprocesser och Bernoullis ekvation längs en strömlinje

##### *Färdighetsmål*

- att kunna kommunicera med både lekmän och civilingenjörer avseende problemställningar inom grundläggande teknisk termodynamik och strömningslära
- att på ett systematiskt sätt kunna lösa grundläggande energi- och strömningsproblem, med en strukturerad, illustrativ, källklar och skriftlig redovisning
- att kunna beskriva, klargöra och analysera ett antal tekniskt viktiga processer, t.ex. Rankines ångkraftsprocess
- att kunna genomföra en fullständig dimensionsanalys av givet dimensionsproblem
- att kunna genomföra kontrollvolymanalys avseende mass-, energi- och impulsbalans, framförallt vid stationär strömning och homogena förhållanden vid in- och utlopp
- att kunna genomföra strömningsteknisk analys av enkla rörsystem vid stationär

inkompressibel strömning samt isentrop kompressibel strömning i munstycken

### **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, ångkraftanläggningar, 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**

Cengel, Y A; Boles, M A: Thermodynamics - An Engineering Approach, 5:e uppl., SI-enheter, McGraw-Hill 2006 samt Young, D F; Munson, B R; Okiishi, T H: A Brief Introduction to Fluid Mechanics, 3:e uppl. John Wiley & Sons, Inc. 2004.

### **Poängsatta delmoment**

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

**Antal poäng:** 2. **Betygskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftlig tentamen (4 timmar, problemlösning). **Delmomentet omfattar:** Tillämpningar inom grundläggande teknisk termodynamik och strömningslära.

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

**Antal poäng:** 3. **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 poäng:** 2. **Betygskala:** UG. **Prestationsbedömning:** Skriftligt teoriprov om ca 1,5 timme; individuella hemuppgifter (problemlösning). **Delmomentet omfattar:** Skriftligt teoriprov: grundläggande begrepp; fluiders statik; Bernoullis ekvation; kinematik; kontrollvolymanalys; 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 rörsystem.