
KURS-PM

KURS: Teknisk termodynamik (7,5 hp) LKT320-0104/0204
LÄSÅR: 2020/2021 Läsperiod 3
FÖR: Kemiingenjörsprogrammet 180 hp

EXAMINATOR: Gunnar Eriksson Telefon: 772 5704
E-mail: gunnar.eriksson@chalmers.se

KURSANSVARIG: Gunnar Eriksson

FÖRKUNSKAPSKRAV: Fysikalisk kemi, LKT052

SYFTE OCH MÅL

Kursen ska ge grundläggande kunskap om teknisk termodynamik med tillämpningar på ångprocesser, kylmaskiner och värmepumpar. Den ger en makroskopisk behandling av termodynamiken, vilket också brukar kallas den klassiska termodynamiken. Enklare strömningslära, i form av inkompressibel, friktionsfri strömning, introduceras också.

Efter genomgången kurs skall den blivande ingenjören kunna förstå, formulera och tolka även komplexa termodynamiska problem, med tillämpningar på ångprocesser, kylmaskiner och värmepumpar, och kunna ställa upp enklare strömningsbalanser.

INNEHÅLL

Inom ramen för kursen ingår grundläggande teknisk termodynamik, tolkningar av tillståndsdigram samt de termodynamiska grunderna för några av de viktigaste kraftvärmemaskinerna, såsom ångkraftprocessen, kylmaskin och värmepump. Dessutom behandlas enklare strömningslära, i form av friktionsfri strömning. Kursen behandlar följande moment: Öppna och slutna system; Tillståndsstorheter; Material- och energibalanser; Arbete och värme; Systemet vatten-vattenånga, ångdiagram, ångtabeller; Första och andra huvudsatsen; Kontinuitetsekvationen; Bernoullis ekvation; Entropi; Reversibla och irreversibla processer; Carnotprocessen; Ångmaskiner; Kylmaskiner; Värmepumpar.

Kursen består av en teoridel på 6 hp (0104) och en laborationsdel på 1,5 hp (0204). I teoridelen ges undervisningen i form av föreläsningar och övningar. I laborationsdelen ingår laborationsmoment och datorbaserade projektuppgifter.

ALLMÄN BESKRIVNING OCH ORGANISATION

Kursen ges i form av föreläsningar, övningar, datorövningar och laborationer. I övningarna tas räkneproblem kopplade till kursavsnitten upp. Övningarna består av demonstrationer av problemlösningsteknik kombinerat med självverksamhet. Datorövningarna är till stöd för den obligatoriska projektuppgiften. Laborationerna och labbseminariet är obligatoriska.

LITTERATUR

- Lärobok: Çengel, Y A, Cimbala, J M & Turner, R H: "Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences". 5th ed. McGraw-Hill, Inc., 2017.
Eriksson, G: "Strömningslära - kompendium för kemiingenjörslinjen", Chalmers, 2004. *(Tillämpliga delar läggs ut på kurshemsidan)*
Eriksson, G: "Övningsuppgifter till Strömnings- och energiteknik", Chalmers 2004. *(Tillämpliga delar läggs ut på kurshemsidan)*
- Referenslitteratur: Sven-Erik Mörtstedt & Gunnar Hellsten: "Data och diagram"

EXAMINATION

Examination av teoridelen sker i form av skriftlig tentamen, bestående av teoriuppgifter och beräkningsuppgifter, där betyg ges i skala 3-5. För godkänd kurs krävs också att laborationsdelen är godkänd. Slutbetyg i kursen baseras på teoridelen tentamen.

Tentamen: Tisdag 2021-03-16 kl. 14.00–18.00
Slutbetyg: Slutbetyg i skala 3-5 ges baserat på tentamen.
Hjälpmedel (Tentamen ser i dagsläget ut att gå på distans, med alla hjälpmedel tillåtna.
vid tentamen: Vid ändring av detta, kommer kurs-PM att uppdateras.)

LÄRARE

Föreläsare: Gunnar Eriksson Tel: 772 5704 gunnar.eriksson@chalmers.se
Övningsledare: Gunnar Eriksson
Labbhandledare: Gunnar Eriksson

MITTMÖTE

Den 10 februari kl. 15.00–15.30 hålls mittmöte för kursen. Mittmötet hålls på Zoom. Detta kommer sedan att följas av en kursnämnd i läsperiod 4.

SCHEMATID

Föreläsning: 28 timmar
Övning: 36 timmar
Laboration/Projekt 20 timmar

Detaljerat schema finns i slutet av detta PM.

DISPOSITION AV SCHEMATID

Föreläsningar

Föreläsning	Innehåll	Litteratur/Sid
F1	Introduktion. Grundläggande begrepp inom termodynamiken.	CCT kap 2-1 – 2-6 (CCT kap 1 kursivt)
F2	Tryck och tryckmätning.	Str kap 2, CCT kap 2-7 – 2-8
F3	Rena ämnens egenskaper.	CCT kap 4, utom 4-7
F4	Energi och energiöverföring. Värme och arbete. Energibalanser.	CCT kap 3-1 – 3-6, 5-1 (3-5 delarna "Shaft work"-... kursivt)
F5	Första huvudsatsen i slutna system. Specifik värme.	CCT kap 5-2 – 5-5
F6	Första huvudsatsen i öppna system.	CCT kap 6 utom 6-5
F7	Friktionsfri strömning: Kontinuitetsekvationen. Bernoullis ekvation.	Str kap 3–4 (se även CCT s.64 – 65 och kap 8-10)
F8	Termodynamikens andra huvudsats. Värme- och kylprocesser. Reversibla och irreversibla processer.	CCT kap 7
F9	Termodynamikens andra huvudsats. Carnotprocessen.	

Föreläsningar (forts.)

Föreläsning	Innehåll	Litteratur/Sid
F10	Entropi.	CCT kap 8 utom 8-11 (8-9 och s. 321 – 325 kursivt)
F11	Kraftprocesser: Ideala processer. Ångkraftprocessen. Rankine-processen.	CCT kap 9 utom 9-3 – 9-8, 9-11, 9-17
F12	Kraftprocesser: Förbättringar av Rankine-processen.	
F13	Kylprocesser: Kylmaskin och värmepump. Ideala ångkompressionsprocessen. Andra kylprocesser.	CCT kap 9, se ovan
F14	Repetition/Konsultation.	

Hänvisningar hänför sig till

CCT: Çengel, Cimbala & Turner: Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences, 5ed

Str: Eriksson: Strömningslära - kompendium för kemiingenjörslinjen

Räkneövningar

Räkneövning	Innehåll.	Genomgång	Rekommenderade självstudietal
Rö1	Grundläggande begrepp. Tryckmätning.	CCT 2-37, 41, 43, SE Ö1.1	CCT 2-34, 45, 46, 72, 77, 74, 75, 76, 80, SE Ö1.2, 3
Rö2	Rena ämnen.	CCT 4-46, 47, 69	CCT 4-44, 49, 54, 57, 68, 71
Rö3	Värme och arbete.	CCT 5-2, 3	CCT 5-5, 6, 9, 10, 12, 15
Rö4	Räknestuga.		
Rö5	Första huvudsatsen i slutna system.	CCT 3-34, 37, 5-57, 73	CCT 3-38, 41, 5-58, 65, 80, 96, 97, 99, 101, 103
Rö6	Första huvudsatsen i öppna system.	CCT 6-51, 59, 65	CCT 6-52, 53, 54, 62, 69
Rö7	Kontinuitetsekvationen. Bernoullis ekvation.	SE Ö1.6, 11, 21	SE Ö1.4, 5, 7-10, 12-20, 22
Rö8	Andra huvudsatsen.	CCT 7-20, 49, 70, 87	CCT 7-23, 40, 42, 44, 45, 72, 73, 75, 97, 107, 110
Rö9	Entropi.	CCT 8-19, 56	CCT 8-18, 25, 58, 61
Rö10	Kraftprocesser.	CCT 9-93, 105, 117	CCT 9-95, 102, 106, 113, 121, 122
Rö11	Kylprocesser.	CCT 9-138	CCT 9-137, 150, 177
Rö12	Räknestuga.		
Rö13	Räknestuga.		
Rö14	Konsultation/Räknestuga.		
Rö15	Räknestuga.		
Rö16	Räknestuga.		
Rö17	Räknestuga.		
Rö18	Räknestuga.		

Hänvisningar hänför sig till

CCT: Çengel, Cimbala & Turner: Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences, 5ed

SE: Eriksson: Övningsuppgifter till Strömnings- och energiteknik

Laborationer och projektuppgifter

Laborationsdelen består av två studier och ett miniprojekt. Till stöd för studierna görs dels en laboration med praktiska mätningar, dels projektuppgifter som utförs med datorhjälpmedel. Det mesta utförs i projektgrupper, men vid laborationen är dessa hopslagna till större labbgrupper.

Projektövning	Innehåll	Lokal
L1	Mätningar på utrustning med recirkulerande flöde	Apparathall
D1	Projektuppgift 1a & 1b	Zoom
D2	Studie 1	Zoom
D3	Projektövning 2a & 2b	Zoom
D4	Studie 2	Zoom
D5	Projekt	Zoom
D6	Projekt	Zoom
D7	Projekt.	Zoom
LS	Sammanfattande labbseminarium	Se detaljschema

Schema - Teknisk termodynamik 2021

Vecka	Datum	Tid	Moment	Lokal
3 (lv 1)	18/1	08.00–09.45	<i>Föreläsning F1.</i> Introduktion. Grundläggande begrepp inom termodynamiken.	Zoom
	19/1	10.00–11.45	<i>Föreläsning F2.</i> Tryck och tryckmätning.	Zoom
	20/1	08.00–09.45	<i>Räkneövning Rø1.</i> Grundläggande begrepp. Tryckmätning <i>Reflektion Tillämpad matematik.</i>	Zoom
	20/1	13.15–15.00	<i>Föreläsning F3.</i> Rena ämnens egenskaper.	Zoom
	22/1	08.00–09.45	<i>Räkneövning Rø2.</i> Rena ämnen.	Zoom
4 (lv 2)	25/1	08.00–09.45	<i>Föreläsning F4.</i> Energi och energiöverföring. Värme och arbete. Energibalanser	Zoom
	26/1	10.00–11.45	<i>Räkneövning Rø3.</i> Värme och arbete.	Zoom
	27/1	08.00–09.45	<i>Föreläsning F5.</i> Första huvudsatsen i slutna system. Specifik värme	Zoom
	29/1	08.00–09.45	<i>Räkneövning Rø4.</i> Räknestuga.	Zoom
	29/1	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rø5.</i> Första huvudsatsen i slutna system.	Zoom
5 (lv 3)	1/2	08.00–09.45	<i>Föreläsning F6.</i> Första huvudsatsen i öppna system.	Zoom
	2/2	10.00–11.45	<i>Räkneövning Rø6.</i> Första huvudsatsen i öppna system.	Zoom
	3/2	08.00–09.45	<i>Föreläsning F7.</i> Friktionsfri strömning: Kontinuitetsekvationen. Bernoullis ekvation	Zoom
	4/2	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rø7.</i> Kontinuitetsekvationen. Bernoullis ekvation.	Zoom
	5/2	08.00–11.45	<i>Laboration L1.</i> Mätningar på utrustning med recirkulerande flöde (Se särskilt schema)	App.hall
	5/2	13.15–15.00	<i>Datorövning 1.</i> Projektuppgift 1a & 1b.	Zoom
6 (lv 4)	8/2	08.00–09.45	<i>Föreläsning F8.</i> Termodynamikens andra huvudsats. Värme- och kylprocesser. Reversibla och irreversibla processer	Zoom
	8/2	15.15–17.00	<i>Datorövning 2.</i> Studie 1.	Zoom
	9/2	10.00–11.45	<i>Föreläsning F9.</i> Termodynamikens andra huvudsats. Carnotprocessen.	Zoom
	9/2	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rø8.</i> Andra huvudsatsen.	Zoom
	9/2	15.15–17.00	<i>Föreläsning F10.</i> Entropi	Zoom
	10/2	08.00–09.45	<i>Räkneövning Rø9.</i> Entropi.	Zoom
	10/2	10.00–11.45	<i>Datorövning 3.</i> Projektövning 2a & 2b.	Zoom

Schema - Teknisk termodynamik 2021

Vecka	Datum	Tid	Moment	Lokal
7 (lv 5)	15/2	08.00–09.45	<i>Föreläsning F11.</i> Kraftprocesser: Ideala processer. Ångkraftprocessen. Rankine-processen.	Zoom
	15/2	13.15–15.00	<i>Föreläsning F12.</i> Kraftprocesser: Förbättringar av Rankine-processen	Zoom
	16/2	10.00–11.45	<i>Räkneövning Rö10.</i> Kraftprocesser.	Zoom
	16/2	13.15–17.00	<i>Datorövning 4.</i> Studie 2	Zoom
	17/2	08.00–09.45	<i>Föreläsning F13.</i> Kylprocesser: Kylmaskin och värmepump. Ideala ångkompressionsprocessen. Andra kylprocesser	Zoom
	17/2	15.15–17.00	<i>Räkneövning Rö11.</i> Kylprocesser.	Zoom
	18/2	15.15–17.00	<i>Datorövning 5.</i> Projekt	Zoom
	19/2	08.00–09.45	<i>Räkneövning Rö12.</i> Räknestuga.	Zoom
8 (lv 6)	23/2	10.00–11.45	<i>Räkneövning Rö13.</i> Räknestuga.	Zoom
	23/2	13.15–17.00	<i>Datorövning 6.</i> Projekt	Zoom
	25/2	15.15–17.00	<i>Datorövning 7.</i> Projekt.	Zoom
9 (lv 7)	2/3	8.00–9.45	<i>Räkneövning Rö14.</i> Konsultation/ <i>Räknestuga.</i>	Zoom
	2/3	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rö15.</i> Räknestuga.	Zoom
	4/3	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rö16.</i> Räknestuga.	Zoom
10 (lv 8)	9/3	10.00–11.45	<i>Laboration LS.</i> Sammanfattande labbseminarium	Zoom
	10/3	08.00–09.45	<i>Föreläsning F14.</i> Repetition/Konsultation	Zoom
	10/3	10.00–11.45	<i>Räkneövning Rö17.</i> Räknestuga.	Zoom
	10/3	13.15–15.00	<i>Räkneövning Rö18.</i> Räknestuga.	Zoom
11	16/3	14.00–18.00	Tentamen	