

KURS-PM

KURS: Strömnings- och energiteknik (7,5hp) **LKT340-0104/0204**
LÄSÅR: 2020/2021 **Läsperiod 4**
FÖR: Kemiingenjörsprogrammet 180hp

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

KURSANSVARIG: Gunnar Eriksson

FÖRKUNSKAPSKRAV: Teknisk termodynamik, LKT320

SYFTE

Kursen ska ge ingående kunskap om grundläggande fysikaliska storheter rörande strömning och värmetransport. Den ska ge inblick i grundläggande strömningslagar för framförallt endimensionella strömningsfall, samt orientering om pumpar.

Den ska också ge kunskap om olika mekanismer för värmetransport, metoder att förhindra värmetransport samt apparatur för att överföra och återvinna värmeenergi.

Efter genomgången kurs skall den blivande ingenjören kunna förstå, formulera och tolka industriella problem av strömningsteknisk natur eller rörande värmeöverföring, med särskild kunskap om tillämpning på pumpar och värmeväxlare.

INNEHÅLL

Kursen behandlar strömningslära och värmeöverföring ur ett för kemiingenjören lämpligt perspektiv. I strömningsläran byggs vidare från den friktionsfria strömningen (ingår i Teknisk termodynamik) med teorier bakom strömningsförluster och tryckfall, med tonvikten lagd på strömning i rörssystem. Vidare kommer utrustning för mätning av flöde, och pumpar för att åstadkomma flöde, att studeras.

I värmeöverföringen studeras de grundläggande mekanismerna, med viss tonvikt på problematik inom processindustrin, framförallt i form av värmeförluster och värmeväxlare. Följande moment ingår:

Strömningsteknik: Viskositet; Laminär och turbulent strömning; Reynolds tal; Flödesmätning; Friktionsfaktorn; Tryckfallsberäkningar; Pumpar.

Värmeteknik: Fouriers lag för värmeledning; Fri och påtvingad konvektion; Nusselts och Prandtls tal; Strålning; Isolering; Värmeväxlare.

ALLMÄN BESKRIVNING OCH ORGANISATION

Kursen består av en teoridel på 6hp och en laborationsdel på 1,5hp. I teoridelen ges undervisningen i form av föreläsningar och övningar. I övningarna tas räkneproblem kopplade till kursavsnitten upp. Övningarna består av demonstrationer av problemlösningsteknik kombinerat med självverksamhet. Samtliga moment i laborationskursen är obligatoriska. I laborationsdelen ingår, förutom laborationer, projektuppgift och labbseminarier, även en obligatorisk MatLab-övning i samverkan med kursen Separationsteknik 1, och ett studiebesök med tillhörande förberedelser och uppföljning.

LITTERATUR

- Lärobok: Çengel, Y A, Cimbala, J M & Turner, R H: "Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences". 5th ed. McGraw-Hill, Inc., 2017.
- Eriksson, G: "Grundläggande strömningslära - kompendium för kemiingenjörslinjen", Chalmers, 2005. *(Läggs ut på kurshemsidan)*
- Eriksson, G: "Övningsuppgifter till Strömnings- och energiteknik", Chalmers 2005. *(Läggs ut på kurshemsidan)*
- Övrigt material: Utdelat under kursens gång.
- Referenslitteratur: Sven-Erik Mörtstedt & Gunnar Hellsten: "Data och diagram"

EXAMINATION

Examinationen i Värme- och energiteknik består av en skriftlig tentamen bestående av teori- och problemlösningsuppgifter. Tentamenstiden är 4 timmar.

- Tentamen: Måndag 2021-05-31 kl. 14.00 – 18.00
- Slutbetyg : Slutbetyg i skala 3-5 ges baserat på tentamen.
- Tillåtna hjälpmedel vid tentamen: (Tentamen kommer förmodligen att gå på distans, med alla hjälpmedel tillåtna. 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

SCHEMATID

Detaljer i schemat kan komma att anpassas efter att kursen ges på distans med campusinslag.

- Föreläsningar: 24 timmar
- Övningar: 32 timmar
- Laborationskurs: 12 timmar+ 2(+2) timmar MATLAB-övning (i samverkan med Separationsteknik 1) + 3 timmar Studiebesök på distans

Detaljerat schema finns bifogat i bilaga 1.

DISPOSITION AV SCHEMATID

Föreläsningar

Föreläs nr	Tid	Ämne	Litteratur
F1	2h	Introduktion. Grundläggande strömningsbegrepp. Viskositet.	GS kap.5
F2	2h	Laminär och turbulent strömning. Reynolds tal. Flödes- och hastighetsmätning.	GS kap.6-7
F3	2h	Rörströmning med förluster. Moodydiagram.	GS kap.8-9
F4	2h	Rörströmning med förluster. Engångsförluster. Rörssystem.	GS kap.8-9
F5	2h	Reservtillfälle	
F5	2h	Pumpar. Allmänna begrepp.	GS kap.10
F6	2h	Pumpar. Pumptyper.	GS kap.10 + Utdelat material
F7	2h	Introduktion värmeöverföring. Värmeledning.	ÇCT kap. 16, 17-1, 17-4 <i>Kursivt: 17-2, 17-3, 17-5</i> Ej: 17-6
F8	2h	Konvektion. Värmeöverföring vid rörströmning.	ÇCT kap. 19-1 – 19-2, 19-5 – 19-8 Ej: 19-3 – 19-4
F9	2h	Fri konvektion.	ÇCT kap. 20-1 – 20-3 <i>Kursivt: 20-4</i>
F10	2h	Värmeväxlare.	ÇCT kap. 22-1 – 22-4 Ej: 22-5
F11	2h	Strålning.	ÇCT kap. 21-1 – 21-4, 21-6 – 21-7 Ej: 21-5, s. 898-900
F12	2h	Repetition/Konsultation.	

Beteckningarna i

litteraturhänvisningen innebär: GS – Eriksson: Grundläggande strömningslära
ÇCT – Çengel-Cimbala-Turner: Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences, 5ed

Räkneövningar

Räkneövn nr	Tid	Innehåll.	Tal för genomgång	Kommentarer om egen räkning ¹
Rö1	2h	Viskositet. Reynolds tal. Hagen-Poiseuilles ekvation.	Ö2.1, 3, 8	
Rö2	2h	Hastighets- och flödesmätning.	Ö3.1, 6, 12	
Rö3	2h	Rörströmning med friktion.	Ö4.1, 15, 17	Räkna ej: Ö4.31-33
Rö4	2h	Rörströmning. Rörsystem.	Ö5.1	
Rö5	2h	Pumpar.	Ö6.1, 4, 6, 9	
Rö6	2h	Räknestuga.		
Rö7	2h	Värmeledning.	Ö7.1, 8	Extra tal i ÇCT: ² 17-14, 15, 24
Rö8	2h	Konvektion. Värmeöverföring vid rörströmning.	Ö8.1, 6, 14	Räkna ej: Ö8.18-23 Extra tal i ÇCT: ² 17-21, 19-7, 70
Rö9	2h	Räknestuga.		
Rö10	2h	Värmeväxlare.	Ö10.1, 3	Extra tal i ÇCT: 22-39, 49
Rö11	2h	Räknestuga.		
Rö12	2h	Strålning.	Ö9.1	Extra tal i ÇCT: ² 21-106, 107
Rö13	2h	Värmeöverföring. Kopplade mekanismer.	Ö9.7, 9	Extra tal i ÇCT: ² 19-132, 20-22
Rö14	2h	Räknestuga.		
Rö15	2h	Räknestuga.		
Rö16	2h	Räknestuga.		

- 1) När inget annat sägs, är alla tal i motsvarande kapitel i Eriksson: "Övningsuppgifter till Strömnings- och energiteknik" rekommenderade tal.
- 2) Extra tal i Çengel -Cimbala-Turner: "Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences", 5ed är till för den som vill eller behöver räkna ytterligare tal. Svar till dessa kommer att tillhandahållas.

Laborationer

Vissa laborationsmoment kommer inte i nuläget att kunna utföras på campus, men kommer då att ersättas av distansuppgifter. Ett tänkt heldags studiebesök ersätts med ett studiebesök på distans (ej heldag).

Laboration	Tid	Innehåll	Lokal
L1	2h	Reologi	2190A
L2	2h	Flödesmätning & rörfriktion	Energilabb, Patricia (Lindholmen)
L3	2h	Värmeväxlare	Energilabb, Patricia (Lindholmen)
LP1	2h	Projekt: Reologi	Se schema
LS1	2h	Seminarium L1 & L2	Se schema
LS2	2h	Seminarium L3	Se schema
Datorövning	4h (2+2h)	MatLab (i samverkan med Separationsteknik 1)	Datasal, se schema
StF	2h	Förberedelse studiebesök	Se schema
Stud	(heldag)	Studiebesök på distans	Borealis, Stenungsund

Schema - Strömnings- och energiteknik**Bilaga 1**

Vecka	Datum	Tid	Moment	Lokal
12 (lv 1)	22/3	08:00-09:45	Föreläsning F1. Introduktion. Grundläggande strömningsbegrepp. Viskositet.	Zoom
	22/3	13:15-15:00	Föreläsning F2. Laminär och turbulent strömning. Reynolds tal. Flödes- och hastighetsmätning.	Zoom
	23/3	08:00-09:45	Räkneövning Rö1. Viskositet. Reynolds tal. Hagen-Poiseuilles ekvation.	Zoom
	23/3	10:00-11:45	Räkneövning Rö2. Hastighets- och flödesmätning.	Zoom
	24/3	10:00-11:45	Föreläsning F3. Rörströmning med förluster. Moodydiagram.	Zoom
	24/3	13:15-15:00	Föreläsning F4. Rörströmning med förluster. Engångsförluster. Rörsystem.	Zoom
	25/3	08:00-09:45	Räkneövning Rö3. Rörströmning med friktion.	Zoom
	25/3	13:15-15:00	Räkneövning Rö4. Rörströmning. Rörsystem.	Zoom
	26/3	13:15-15:00	Laboration L1. Reologi & Projekt: Reologi Introduktion	Zoom
13 (lv 2)	29/3	08:00-09:45	Föreläsning F5. Pumpar. Allmänna begrepp.	Zoom
	29/3	15:15-17:00	Föreläsning F6. Pumpar. Pumptyper.	Zoom
	30/3	08:00-11:45	Laboration L1. Reologi Pass 1-2 (Bokbara tider)	2190A
	30/3	13:15-17:00	Laboration L1. Reologi Pass 3-5 (Bokbara tider)	2190A
	31/3	10:00-11:45	Projekttid. Projekt: Reologi	Zoom
15 (lv 3)	12/4	15:15-17:00	Räkneövning Rö5. Pumpar.	Zoom
	13/4	13:15-15:00	Räkneövning Rö6. Räknestuga.	Zoom
	14/4	08:00-09:45	Föreläsning F7. Introduktion värmeöverföring. Värmeledning.	Zoom
	14/4	10:00-11:45	Räkneövning Rö7. Värmeledning.	Zoom
	14/4	13:15-17:00	Laboration L1. Reologi Pass 6-8 (Bokbara tider)	2190A
	15/4	10:00-11:45	Föreläsning F8. Konvektion. Värmeöverföring vid rörströmning.	Zoom

Schema - Strömnings- och energiteknik**Bilaga 1**

Vecka	Datum	Tid	Moment	Lokal
16 (lv4)	19/4	8:00-9:45	Föreläsning F9. Fri konvektion.	Zoom
	19/4	13:15-15:00	Räkneövning Rö8. Konvektion. Värmeöverföring vid rörströmning.	Zoom
	21/4	10:00-11:45	Räkneövning Rö9. Räknestuga.	Zoom
	21/4	13:15-15:00	Föreläsning F10. Värmeväxlare.	Zoom
17 (lv5)	26/4	10:00-11:45	Räkneövning Rö10. Värmeväxlare.	Zoom
	26/4	13:15-15:00	Räkneövning Rö11. Räknestuga.	Zoom
	28/4	08:00-11:45	Laboration L2. Flödesmätning & rörfriktion Distans	Energilabb, Patricia Zoom
18 (lv 6)	4/5	13:15-17:00	Laboration L3. Värmeväxlare Distans	Energilabb, Patricia Zoom
	5/5	10:00-11:45	Förberedelse studiebesök & Konsultation	Zoom
	6/5	(Heldag)	Studiebesök på distans Distans	Borealis, Stenungsund
	7/5	08:00-11:45	Datorövning. MatLab (i samverkan med Separationsteknik 1)	Zoom
19 (lv 7)	10/5	13:15-17:00	Datorövning. MatLab (i samverkan med Separationsteknik 1)	Zoom
	11/5	08:00-09:45	Föreläsning F11. Strålning.	Zoom
	12/5	08:00-09:45	Räkneövning Rö12. Strålning.	Zoom
20 (lv 8)	17/5	08:00-09:45	Räkneövning Rö13. Värmeöverföring. Kopplade mekanismer.	Zoom
	17/5	15:15-17:00	Labbseminarium LS1. Seminarium L1 & L2	Zoom
	19/5	08:00-09:45	Räkneövning Rö14. Räknestuga.	
21 (lv 9)	24/5	08:00-09:45	Föreläsning F12. Repetition/Konsultation.	Zoom
	25/5	08:00-09:45	Räkneövning Rö15. Räknestuga.	Zoom
	25/5	10:00-11:45	Labbseminarium LS2. Seminarium L3	Zoom
	26/5	13:15-15:00	Räkneövning Rö16. Räknestuga.	Zoom
22	31/5	14:00-18:00	Tentamen	

(Med reservation för ändringar)