



KTH Electrical Engineering

Kurs-PM: HT2020, Teoretisk elektroteknik E: EI1220 (10.5hp) för CELTE₂, Teoretisk elektroteknik mindre kurs: EI1228 (6hp) för CENMI₃, CLGYM₄

Föreläsningar, datum och kapitel

Datum	Innehåll	häfte	Cheng
8/9	Introduktion. Coulombs lag. Elektrisk fältstyrka.	1	1,3.1–3.3
15/9	Elektriska skalära potentialen, Poissons ekvation. Elektrisk spänning. Arbete	1	3.1–3.3, 3.5
17/9	Gauss lag för E-fältet. Fält i ledare. Logaritmisk potential	2	3.4-3.6
21/9	Poissons ekvation. Kapacitans, Delkapacitanser	2	3.6,3.10
25/9	Elektrisk dipolmoment. Isolatorer, bunden laddningstäthet, polarisation.	3	3.7, 3.8, 3.3.1
28/9	Bunden laddningstäthet, polarisation, elektrisk flödestäthet, Gauss lag för D-fält	3	3.8-3.9
2/10	Elektrostatisk energi. Krafter. Vridmoment.	4	3.11
4/10	Laplace och Poissons ekvationer. Randvärdesproblem. Spegling i plan.	5	4.1-4.4.1
10/10	Likström, Resistans. Ohms lag. Joules lag. Randvärdesproblem	7	5
27/10	Biot-Savarts lag. Kraft. Magnetisk flödestäthet. Magnetisk vektorpotential. Poissons ekvation, Amperes lag.	8	6-6.4
30/10	Magnetiskt moment. Magnetisering. Magnetisk fältstyrka	9	6.5,6.6,6.7
2/11	Kraft. Vridmoment. Randvillkor [Komplettering].	10	6.10.6.13
4/11	Magnetiska kretsen. Magnetiska material	11	6.8,6.9
10/11	Induktionslagen. Transformation av fält	12	7.1,7.2
12/11	Induktansbegreppet, ömsesidig induktans, kopplingsfaktor	13	6.11, 6.12, 7.2
16/11	Järntransformatorn.	14	7.2
19/11	Magnetisk Energi, Arbete, Krafter	15	6.12,6.13
25/11	Maxwells ekvationer, Kontinuitets ekv., Randvillkor, vågekvationen	17	7.3,7.4,7.5
27/11	Vågekvationen, komplexa vektorstorheter, Poyntings sats, magnetiska material	17	7.6,7.7, 8.5
2/12	Plana vågor, förlustfri	18	8.1,8.2
4/12	Plana vågor, förlustmaterial	18	8.2,8.3,8.5
7/12	Reflektion av plana vågor	19	8.6,8.7,8.8
9/12	Elementärdipoler,	21	11.1,11.2,11.3
11/12	Halvvågsdipolen, Arrayer	21	11.4,11.5

Avdelning: Elektroteknisk teori och konstruktion (EME), Teknikringen 31.

Kursansvarig, föreläsare och examinator: Lars Jonsson, 08-790 7732
email: ei1220@eecs.kth.se, ei1228@eecs.kth.se

Övningsassistenter: Ahmad Emadeddin (ahmade@kth.se), Qiao Chen (ciaoc@kth.se) [båda undervisar på engelska].

Studera expedition: student-support@kth.se

Lämpliga tal – 2020

Datum	Innehåll	Studiehäfte
10/9	Coulombs lag. Elektrisk fältstyrka.	Kap 1: 1,2,3,8,10,L1601(1),L1504(3),L2004(1)
15/9	Elektriska potentialen. Arbete	Kap 1: 4,5,6,7,9, 160314(1) Cheng P3-13 L2001(1)
18/9	Gauss lag. Egenskaper hos ledare, Logaritmisk potential	Kap 2: 1,2,3,4,5, P3-16, P3.17
22/9	Poissions ekvation, Kapacitans, Delkapacitans	Kap 2: 6,7,8, L1401(2), L1701(1), P3.31, P3.35, P3.38, P3.39, P3.43
25/9	Dipoler. Elektrisk flödestäthet, isolatorer, Komplettering	Kap 3: 1,2,3,4,P3.24,L1401(1ce)
1/10	Isolatorer. Gauss lag, dielektrika	Kap 3: 5,6,7,8,9,10, L1603(3), L1801(3), L1904(1)
5/10	Elektrostatisk energi. Krafter.	Kap 4: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12; L1504(1) L1501(4), L1310(5), L1601(3), L1901(1)
8/10	Randvärdesproblem. Spegling i plan	Kap 5:1,2,3,4,5,6,7,8, L1310(1c), L1501(1)
9/10	Likström. Resistans. Effekt.	Kap 7:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10; L1401(5), L1601(2)
26/10	Kontrollskrivning E	Kap. 1-5,7
27/10	Biot-Savarts lag. Kraft. Vektorpotential, Amperes lag	Kap 8:1,2,3,4,5,6,7; L1401(4), L1501(2), L1310(1ab)
30/10	Magnetisk moment. Magnetisering. Magnetisk fältstyrka	Kap 9:1,2,3,4,5,6,7,8,9; L1310(3), L1603(4)
2/10	Randvillkor. Kraft. Komplettering	Kap 10: 1*,3,4,5,6, L1504(2), L1901(2)
6/11	Magnetiska kretsen. Magnetiska material	Kap 11:1,2,3,4,5,6,7; L1901(4a)
10/11	Induktionslagen. Transformation av fält.	Kap 12:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, L1601(4)
13/11	Induktans, ömsesidig induktans, kopplingsfaktor	Kap 13: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,L1901(4b) L1310(4), L1401(1ab), L1603(2)
16/11	Järntransformatorn	Kap 14: 1,2,3,4,5, L1310(2) L1401(3),L1504(4)
20/11	Magnetisk energi. Kraft.	Kap 15:1,2,3,4,5,6; L1904(2)
24/11	Kontrollskrivning M	Kap. 8-15
25/11	Maxwells ekvationer 011221(2)**; 020410(5); 020819(5); 021220(3); 040823(4); 070604(2); 071218(2); 080602(2); 090604(2);	Kap 17:1,2,3,4,5,6,7,8,9,11; L1904(5) 031219(3); 040419(4); 091217(1); 100603(2);
27/11	Vågekvationen. Komplexa vektorstorheter 111221(4); 051214(2); 010425(2); 060605(4); 061213(2);	Kap 17:10; 041213(2); 060605(2); 081219(3); 111221(4); 030424(4);
3/12	Plana vågor förlustfritt 050331(3); 050826(2); 090604(3), L1504(6); L1904(6)	Kap 18:1,2,3,4,5,6,7; 021220(2); L1901(5)
4/12	Plana vågor, förlustmaterial	Kap 18:8,9,10,11; L1901(5); 020819(1); 050826(3); 070604(3); L1501(5)
7/12	Reflektion 080602(3); 091217(2); 101216(4); 120608(4); 050331(4); 071218(3); 081219(2); 100603(3); 110601(5);	Kap 19:1,2,3,7,8,9,10, 4,5,6; 061213(3); 111221(5); 121015(4);
10/12	Elementärdipoler, Arrayer L1501(6);L1804(6), L1704(6), L1701(5EI1220) 080602(1); 091217(4); 101216(6); 110601(6); 120608(6);	Kap 21:1,2,3,4,5,6,7,8,11; L1504(5); 060605(5); 071218(5);
11/12	Halvdipolen, Arrayer Repetition: Ytterligare tenta-tal	Kap 21:9,10,12,13,14,15,16,17 031219(4); 041213(5); L1901(6)
17/12	Kontrollskrivning D	Kap 17-19,21

*använd ytströmmar. **Ex-tentasamling för fysiker. L(år-månad) refererar till Lars ex-tentor 2013-, P(nummer)

refererar till Chengs uppgifter, Kap. refererar till kapitel i studiehäftet.

Obs: Schemat för P2 är fortfarande inte helt spikat.

Kursinformation

Aktuell kursinformation och kursmaterial finns på KTH canvas kurshemsidor för EI1220 och EI1228. Föreläsaren kontaktas enklast vid lektionstillfället eller per email.

En kort repetition av vektoranalys finns i kap 2 i Cheng, se även formelsamlingen i slutet av studiehäftet. Det är nyttigt att repetera vektoranalysen innan kursen startar, då beräkningarna av elektromagnetismens storheter använder bl.a. integraler över vektorstorheter, nabla, rotation och kryssprodukter mm.

Lärandemål, förkunskapskrav:

Förkunskapskrav, innehåll och lärandemål: se <https://www.kth.se/student/kurser/kurs/EI1220?l=sv>
<https://www.kth.se/student/kurser/kurs/EI1228?l=sv>

Lärandemål: Efter kursen ska studenten utifrån en elektromagnetisk problembeskrivning kunna

E: lösa elektrostatiske problem genom att välja rätt metod, analysera problemet med korrekt tillämpad teori och matematiska verktyg (vektoralgebra, integralkalkyl, approximationer), för att erhålla och presentera korrekta resultat, samt rimlighetsbedöma om resultaten är korrekta,

M: lösa magnetostatiska problem och induktionsproblem genom att välja rätt metod, analysera problemet med korrekt tillämpad teori och matematiska verktyg (vektoralgebra, integralkalkyl, approximationer), för att erhålla och presentera korrekta resultat, samt rimlighetsbedöma om resultaten är korrekta,

D: lösa elektrodynamiska problem genom att välja rätt metod, analysera problemet med korrekt tillämpad teori och matematiska verktyg (vektoralgebra, integralkalkyl, approximationer, komplexa metoden), för att erhålla och presentera korrekta resultat, samt rimlighetsbedöma om resultaten är korrekta.

Notera att 'lösa problem' i alla tre lärandemålen ovan betyder också att utifrån en lämplig del av Maxwells ekvationer med hjälp av vektoranalys, integralkalkyl och differentialekvationer kunna visa hur, inom elektromagnetismen, kända uttryck är relaterade till varandra. T.ex. Gauss lag på integralform ska kunna härledas utifrån differentialekvationen.

Notera EI1220 har lärandemål E,M,D medan EI1228 har lärandemål E,M.

Kurslitteratur

Kursbok: Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, Kårbokhandeln

Studiehäfte: Gunnar Petersson, *Teoretisk Elektroteknik, stationära fenomen och elektromagnetism* (Kårbokhandeln)

CD-ROM-skiva: "EMIL" (kurshemsidan, under kursmaterial)

Undervisning

Kurserna EI1220(EI1228) ges i period 1 och 2 fördelad på 48h(34) föreläsningar och 48h(34) övningar. Därutöver finns det tre(två) kontrollskrivningar 9h(6h) samt 13h(11) räknestugor.

Påbyggnadskurs: Teoretisk elektroteknik, fortsättningskurs (EI1222) ges i period 3.

Kursupplägg

Kursen presenteras via (digitala) föreläsningar och övningar. För att du skall få delta i kursen måste du registrera dig till den. Registrering sker elektroniskt via mina sidor. Om den inte finns där kan du kontakta Servicecenteret. Kursen följer studiehäftena där de flesta kursmoment går igenom, här finns föreberedelseavsnitt med viss kortfattad teori och förberedelseuppgifter. En mappning av lektioner till Cheng-kapitel hittar du först i detta dokument. På CD-ROM skivan "EMIL" finns enklare uppgifter som ska underlätta förståelsen av teorin. På övningarna räknas ett antal uppgifter ofta från studiehäftet, som exemplifierar hur teorin kan användas i enklare situationer. Med enkla i detta sammanhang avses problem, som kan lösas med analytiska metoder på begränsad tid. Räknestugorna är för egenräkning, där lärare finns att fråga.

Det kan inte nog understrykas, att för att man ska kunna tillgodogöra sig kursen krävs *en aktiv insats i form av att man självständigt löser ett stort antal problem.*

Examinationsmoment

Kursen har tre kontrollskrivningar för EI1220 (de två första för EI1228), en för varje lärandemål: Elektrostatik (TENE), Magnetostatik (TENM), och Elektrodynamik (TEND). Vi har också en avslutande tenta (TEN) där alla lärandemål testas. Utöver detta finns det två uppsättningar av online övningar (hemuppgifter) (HEM E,M), kopplad till respektive lärandemål E och M. Kontrollskrivningarna ligger på respektive Okt. 28, Nov 27, Dec 17 och tentan Jan 7.

Det finns två tillfällen under kursen att klara ett lärandemål, se tabellen nedan tillsammans med möjliga betyg och motsvarande materialhänvisning för varje lärandemål.

Lärandemål	TENE	TENM	TEND	TEN	Litteraturhänvisning
Elektrostatik	A,C,E,Fx,F			A,C,E,Fx,F	SH1-5,7 C1,3-5
Magnetostatik		A,C,E,Fx,F		A,C,E,Fx,F	SH8-15 C6,7
Elektrostatik			A,C,E,Fx,F	A,C,E,Fx,F	SH17-19,21 C7,8,11

SH=studiehäfte, C=Cheng. Kontrollskrivningarna ger möjlighet att klara av respektive lärandemål motsvarande TENE, TENM och TEND. Dvs godkänd kontrollskrivning TENx motsvarar godkänt Ladok TENx moment.

Hemuppgifter: På canvas finns hemuppgifter (i form av Quizes) för elektrostatik (HEM-E 1,2,3) och magnetostatik (HEM-M 1,2,3). Respektive del i HEM-E x är öppen en vecka, och det maximala antalet poäng räknas till veckans bidrag. Om summan av alla HEM-E x är 90% eller mer av poängen ger detta ett bonus bidrag med 1p till motsvarande läromoment (på samma sätt för HEM-M). HEM-E och HEM-M är oberoende av varandra, dvs man kan klara av HEM-M och falla HEM-E eller tvärt om. Poängen bidrar endast till motsvarande del på slut-tentan. HEM-E/HEM-M finns för både EI1220 och EI1228 på respektive Canvas-sida. **Notera, eventuella poäng från Hemuppgifter håller jag reda på fram till första omtentan, där efter försvinner poängen.**

Notera: Hemuppgifterna har som mål att introducera studenten till termer och begrepp samt öva för att undvika vanliga missuppfattningar. Hemuppgifterna har inte som mål att öva på att lösa tentamens-liknande problem. Syftet med hemuppgifter är främst att främja kontinuerligt läsande i kurslitteraturen, och att öva på begrepp och grundläggande formler.

Betygskriterier för respektive lärandemål

Varje lärandemål kan examineras på en kontrollskrivning eller motsvarande tenta-del på sluttentamen. Poängen på ett lärandemål (kontrollskrivning/tentamens-del) betygssätts enligt tabellen nedan med motsvarande koppling till lärandemålen.

Betyg	Poäng [%]	Koppling till lärandemål för examinationsdelen
F	$p \in [0, 50 - 10^{-15})$	Grundläggande brister i användandet av teori och/eller matematiska verktyg, felaktigt val av metod, felaktig analys av problem, brister i lösning och/eller presentation och/eller rimlighetsuppskattning.
Fx	$p \in [50 - 10^{-15}, 50)$	Används i praktiken inte i denna kurs.
E	$p \in [50, 66)$	Rimligt val av metod, problemet är väl analyserat med avseende på vald metod i ett läsbart presenterat lösningsförsök, med mindre fel med avseende på antingen teori eller matematiska verktyg.
C	$p \in [66, 83)$	Rätt val av metod, problemet är korrekt analyserat i en väl presenterad lösning, endast enstaka små fel med avseende på antingen teori eller matematiska verktyg. En rimlighetsanalys är genomförd.
A	$p \in [83, 100]$	Utöver kraven för C, ska analys och presentation vara utmärkta.

Variabeln p beräknas lite olika sätt under kursens gång, allt eftersom moment klaras av. Alternativen är följande:

- för TEN_x där x ∈ E,M,D är p summan av erhållen poäng på TEN_x delat med alla möjliga poäng för TEN_x.
- Alt1: för slut-tentan är p summan för x-delen i tentan plus eventuell poäng från hemuppgiften på motsvarande del, allt delat med tentans max-poäng för den delen.
- Alt2: för tentan är p summan av $\min(\max\text{Tal1}, \max(\text{TEN}_x, \text{Tal1}))$ plus tentans övriga poäng på x-delen plus eventuell hemuppgifts poäng, allt delat med maxipoäng från x-delen på tentan.

$\max\text{Tal1}$ =maximalt antal möjliga poäng på första talet på x-delen av tentan. TEN_x =poäng på TEN_x, Tal1 =poäng på första talet på x-delen på tentan. Här är x=E,M,D-delen av tentan. Notera att $p \in [50, 66)$ är ekvivalent med $50 \leq p < 66$.

Godkänt, $\geq 50\%$, på ett TEN_x-moment rapporteras till ladok.

Information om Kontrollskrivningar och Tentan

Anmälan till tentamen och kontrollskrivningar är obligatorisk och görs via webben på Mina sidor: <https://www.kth.se/student/minasidor>. För att kunna anmäla dig till en tentamen måste du dels vara registrerad på kursen, dels vara terminsregistrerad för aktuell termin. Du måste anmäla dig till tentamen senast 14 dagar före examinationstillfället.

Tentamen för EI1228 består av läromomenten Elektrostatik och Magnetostatik med motsvarande Kontrollskrivningar och tentamensdelar. Betygskriterier på vardera delen enligt ovan. Kursbetyg enligt tabellen nedan.

Tentamen för EI1220 omfattar alla tre delarna. Betyg på vardera delen (elektrostatik, magnetostatik och dynamik) enligt betygskriterierna ovan, kursbetyg enligt tabellen nedan:

Komplettering: Denna kurs använder ej Fx.

Tillåtna hjälpmedel vid tentamen och kontrollskrivningar: Hjälpmedel till examinationsmoment: Formelsamlingen BETA av Råde och Westergren, samt en A4-sida med egenhändigt handskrivna text (formelblad). **Notera, endast en sida av pappret.** A4-sidan ska lämnas in med tenta/kontrollskrivning.

Kursbetyg

Kursbetyg sätts utifrån betygen av lärandemålen. Ett kursbetyg sätts utifrån en tripplett(par) av lärandemålsbetyg för EI1220(EI1228). Notera att betygsmässigt är tex (E,E,C)=(E,C,E)=(E,E,C) på samma sätt för övriga trippletter och betygpar.

EI1220	
Betyg	Lärandemålsbetyg
E	(E,E,E), (E,E,C)
D	(E,E,A), (E,C,C)
C	(E,C,A), (C,C,C)
B	(E,A,A), (C,C,A)
A	(C,A,A), (A,A,A)

EI1228	
Betyg	Lärandemålsbetyg
E	(E,E)
D	(E,C)
C	(E,A), (C,C)
B	(C,A)
A	(A,A)

Om ett av lärandemålen har Fx och övriga lärandemål är godkända fås helkursbetyget Fx. Alla andra kombinationer resulterar i F som helkursbetyg.

Rättningsnormer: För att man ska få poäng på en uppgift krävs att uppgiften i princip har lösts i sin helhet. Grova räknefel och orimliga svar (bland annat teckenfel och dimensionsfel) medför poängavdrag. Uppställda samband skall motiveras, och räkningarna skall åtföljas av en förklarande text, så att sammanhanget framgår tydligt. Dåliga eller obefintliga motiveringar medför avdrag, liksom lösningar som är svåra att följa.

Föreläsningar

Föreläsningarna behandlar i huvudsak samma stoff som kurslitteraturen men framställningssättet är ibland annorlunda. Stor vikt läggs på förståelsen av den fysikaliska bakgrunden. Som student förväntas du ha läst anvisat kapitel *före* lektionens början, då endast kapitlets kritiska huvudpunkter kommer att diskuteras under föreläsningen. De övriga koncepten förväntas studenten arbeta in på egen hand.

Föreläsningarna innehåller koncept frågor (polls) att lösas under lektionen, dessa är viktiga då de försöker hjälpa till att förmedla en fysikalisk förståelse för de fenomen som diskuteras. För att kunna lösa koncept frågor är det nödvändigt att läsa motsvarande avsnitt i boken *före* lektionen. Detta kommer också att underlätta förståelsen av materialet som avhandlas på lektionen. Till detta kommer hemuppgifterna som ska lösas på angiven tid.

Notera: Föreläsningarna håller ett relativt högt tempo. Därför rekommenderas att inför varje föreläsning noggrant läsa igenom relevanta avsnitt i kursboken och studiehäftet, samt börja lösa förberedelse- och övnings- tal motsvarande det aktuella kapitlet.