



Tentamen i

Fysik (TFYA86)

Fysikaliska principer inom informationsteknologi (TFYA94)

Torsdag 2020-06-04 kl. 14:00-19:00

Tillåtna hjälpmedel: Samarbete är ej tillåtet! I övrigt är alla hjälpmedel är tillåtna.

Lösningförslag läggs ut på kursens Lisam-sida efter tentamen.

Inlämning av svaren på tentamen görs i Lisam. Om tekniska problem uppstår går det bra att skicka dem med e-post till examinator på emma.bjork@liu.se (TFYA86) eller lina.rogstrom@liu.se (TFYA94). Svaren ska lämnas in/skickas senast kl. 19:00. Inlämningen stänger 19:10.

Svar på teorifrågor ska skrivas i ordbehandlingsprogram och skickas in som en fil.

Lösningar på beräkningsuppgifter ska fotograferas och skickas in, helst som pdf. Om detta görs som separata filer ska dessa namnges med uppgiftens nummer.

Observera att:

Införda beteckningar skall definieras, ekvationer motiveras och numeriskt svar alltid utskrivs med korrekt enhet.

Alla steg i lösningarna måste kunna följas.

Lösningar skall, där det är motiverat, åtföljas av figur.

Tentamen består av en del med elektromagnetism (uppgift A1-A5), en del med optik (uppgift B6-B7) och en del med modern fysik (uppgift C8-C9). Första uppgiften i varje del består av teorifrågor som ger 1 p vardera. Övriga problem ger maximalt 3 p eller 4 p, så den totala poängen är 30 p. För godkänt krävs totalpoäng enligt nedan, samt minst 2p på varje del. Bonuspoäng från testerna kan endast tillgodoräknas för att nå godkänt betyg.

Preliminära betygsgränser:

3: 12 – 17,5

4: 18 – 23,5

5: 24 – 30

Lycka till!

Electric field of various symmetric charge distributions: The following table lists electric fields caused by several symmetric charge distributions. In the table, q , Q , λ , and σ refer to the magnitudes of the quantities.

Charge Distribution	Point in Electric Field	Electric Field Magnitude
Single point charge q	Distance r from q	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$
Charge q on surface of conducting sphere with radius R	Outside sphere, $r > R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$
	Inside sphere, $r < R$	$E = 0$
Infinite wire, charge per unit length λ	Distance r from wire	$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$
Infinite conducting cylinder with radius R , charge per unit length λ	Outside cylinder, $r > R$	$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$
	Inside cylinder, $r < R$	$E = 0$
Solid insulating sphere with radius R , charge Q distributed uniformly throughout volume	Outside sphere, $r > R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$
	Inside sphere, $r < R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{R^3}$
Infinite sheet of charge with uniform charge per unit area σ	Any point	$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
Two oppositely charged conducting plates with surface charge densities $+\sigma$ and $-\sigma$	Any point between plates	$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
Charged conductor	Just outside the conductor	$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

Magnetic fields due to current distributions: The table lists magnetic fields caused by several current distributions. In each case the conductor is carrying current I .

Current Distribution	Point in Magnetic Field	Magnetic-Field Magnitude
Long, straight conductor	Distance r from conductor	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
Circular loop of radius a	On axis of loop	$B = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$
	At center of loop	$B = \frac{\mu_0 I}{2a}$ (for N loops, multiply these expressions by N)
Long cylindrical conductor of radius R	Inside conductor, $r < R$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{r}{R^2}$
	Outside conductor, $r > R$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
Long, closely wound solenoid with n turns per unit length, near its midpoint	Inside solenoid, near center	$B = \mu_0 n I$
	Outside solenoid	$B \approx 0$
Tightly wound toroidal solenoid (toroid) with N turns	Within the space enclosed by the windings, distance r from symmetry axis	$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$
	Outside the space enclosed by the windings	$B \approx 0$

Del A. Elektromagnetism

Uppgift A1, teori (4p)

Frågorna nedan ska besvaras med korta beskrivningar (ca 2 – 5 meningar). Varje fråga ger 1 p vid korrekt svar.

- a) Du har en golvlampa hemma som har en strömbrytare på sladden. Mellan strömbrytaren och lampan har sladden en längd på 1,5 m. När du trycker på strömbrytaren (alltså sluter den) så tänds lampan ögonblickligen. I din fysikkurs har du lärt dig att elektronernas drifhastighet i rumstemperatur är i storleksordningen $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.
Beskriv kortfattat vad händer i sladden när du sluter brytaren som får lampan att börja lysa ögonblickligen?
- b) En plattkondensator är kopplad till ett 12 V-batteri så att potentialskillnaden mellan plattorna hålls konstant. Du vill minska den energimängd som lagras i kondensatorn utan att förändra potentialskillnaden emellan dem.
Beskriv två tillvägagångssätt och förklara varför laddningsmängden minskar. Du kan ändra storlek och dimensioner samt material hos din kondensator.
- c) En järncylinder ligger löst på ett bord. Då du för en permanentmagnet nära cylindern kommer den att attrahera cylindern.
Beskriv vad som händer i järncylindern.
- d) En viss typ av transformator består av två ledningar virade runt en kärna och omvandlar elektrisk energi mellan olika ström- och spänningsnivåer. Du har en uppställning som omvandlar 230 V från elnätet till 6 V för att användas i en CD-spelare. Nu vill du göra om transformatorn så att den kan användas i en ljudförstärkare som kräver 12 V istället.
Beskriv två tillvägagångssätt för att göra så att transformatorn omvandlar 230 V till 12 V istället för 6 V.

Uppgift A2 (3p)

I luft finns en del fria elektroner (frigörs till exempel då kosmisk strålning träffar luftens molekyler). I ett elektriskt fält kommer de fria elektronerna att accelereras. Om en elektron med tillräckligt hög energi kolliderar med en molekyl i luften kan ytterligare en elektron frigöras. Efter kollisionen accelereras två elektroner som i sin tur kolliderar med molekyler i luften vilket resulterar i en kedjereaktion. Detta sker när du får en stöt till exempel från ett dörrhandtag.

För att en elektron ska frigöras i en kollision mellan en fri elektron och en molekyl i luften krävs i genomsnitt energin $2,2 \cdot 10^{-18}$ J. En fri elektron i luft färdas i genomsnitt $1,0 \mu\text{m}$ mellan kollisioner. En elektron som frigörs från en molekyl kan antas ha hastigheten noll precis då den frigörs.

Bestäm den elektriska fältstyrka som krävs för att få en kedjereaktion.

Uppgift A3 (4p)

En cylinder med radien R och längden L har en volym-laddningstäthet som ges av $\rho = r\rho_0/R$ där ρ_0 är en konstant. Cylinderns laddningstäthet per längdenhet är λ .

- a) Bestäm konstanten ρ_0 uttryckt i R och λ .
- b) Bestäm ett uttryck för det elektriska fältet inuti cylindern ($r \leq R$).

Uppgift A4 (3p)

En elektron med den kinetiska energin $1,5$ keV rör sig i det elektriska fältet mellan två parallella, laddade ytor. Det elektriska fältet är riktat nedåt och har storleken $2,4$ kN/C. Ett externt magnetfält gör så att elektronen inte viker av mot endera plattan.

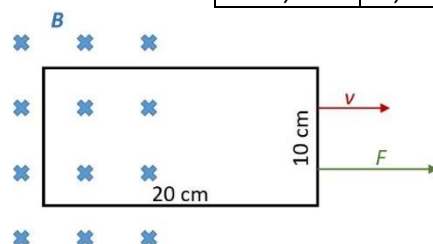
- a) Bestäm styrka och riktning hos det minsta magnetiska fält som krävs för att elektronen inte skall avvika mot någon av plattorna.
- b) Antag att det istället för en elektron är en proton som rör sig mellan plattorna. Beräkna nu det minsta magnetiska fält till storlek och riktning som krävs för att protonen skall fortsätta att röra sig horisontellt.

Uppgift A5 (4p)

Du vill undersöka storleken på ett magnetfält som är väl lokaliserat i rummet. Till din hjälp har du en rektangulär slinga som du kan förflytta med kontrollerad hastighet och en dynamometer (instrument för att mäta kraft). Du drar slingan ut ur magnetfältet och mäter samtidigt kraften och antecknar dina mätdata i tabellen till höger. Slingan har storleken 10×20 cm och resistansen $2,0$ m Ω .

Hastighet (cm/s)	Kraft (N)
1,0	0,75
2,0	1,51
4,0	3,02
6,0	4,50
8,0	6,02

Bestäm storleken på det magnetiska fältet.

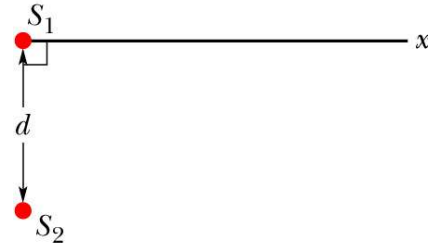


Del B. Optik

Uppgift B6, teori (3p)

Frågorna nedan ska besvaras med korta beskrivningar (ca 2 – 5 meningar). Varje fråga ger 1 p vid korrekt svar.

- a) S_1 och S_2 sänder ut identiska vågor som är i fas och har samma effekt. En detektor rör sig längs med x -axeln. **Beskriv hur signalens styrka varierar som funktion av detektorns position på x -axeln. Blir signalen noll vid någon position?**

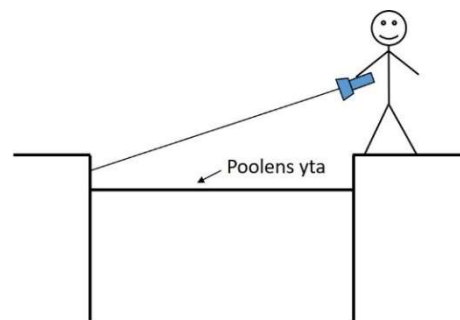


- b) Om opolariserat ljus går igenom två polarisationsfilter med polarisationsaxlarna orienterade 90° relativt varandra kommer inget ljus att passera genom det andra polarisationsfiltret. Om ett tredje polarisationsfilter placeras mellan de två filtren kan dock ljus passera genom det sista filtret. **Beskriv vad som händer då det tredje filtret används. Kan det passerade ljusets intensitet ökas ytterligare?**
- c) En laser sänder ut rött monokromatiskt ljus som infaller mot en enkelspalt varpå ett mönster syns på skärmen bakom spalten. **Beskriv mönstret på skärmen, varför det uppstår och hur det eventuellt förändras när du byter till en laser med grönt ljus.**

Uppgift B7 (3p)

En sen, kall kväll är du ute och går med en ficklampa längs kanten på en swimmingpool. Poolens kanter är klädda av ett material med brytningsindex 1,50. På vattnet ($n=1,33$) har det bildats ett tunt lager is ($n=1,31$). När du lyser på poolkanten ovanför vattenytan med en viss infallsvinkel planpolariseras ljuset helt.

Bestäm ljusstrålens vinkel i vattnet när du lyst på poolkanten med polarisationsvinkeln.



Del C. Modern fysik

Uppgift C8, teori (3p)

Frågorna nedan ska besvaras med korta beskrivningar (ca 2 – 5 meningar). Varje fråga ger 1 p vid korrekt svar.

- a) Ge två exempel på när en elektron kan ses som en partikel och två när den kan ses som en våg.

12 13 14 15 16

- b) Kisel (Si) är en halvledare. För att förändra kislets ledningsförmåga kan du dopa materialet så att det blir en p-typ eller n-typ halvledare. **Beskriv skillnaderna mellan p-typ och n-typ dopning och nämn ett lämpligt grundämne för respektive typ för dopning av kisel.**

	B	C	N	O
	Al	Si	P	S
Zn	Ga	Ge	As	Se
Cd	In	Sn	Sb	Te

- c) En fluoratom har elektronkonfigurationen $1s^1 2s^2 2p^3$. När en elektron exciteras från det inre skalet till L -skalet kan den endast anta ett särskilt kvanttillstånd. **Vilket och varför?**

Uppgift C9 (3p)

Du vill med hjälp av fotoelektrisk effekt studera olika material för att använda dem för att designa en ljussensor. I din uppställning har du en ljuskälla med våglängden 300 nm och effekten 10 W.

- a) För vilket/vilka av ämnena i tabellen kommer det att produceras en fotoelektron?
- b) Från vilket ämne kommer det att emitteras elektroner med störst kinetisk energi? Hur stor är den kinetiska energin hos dessa elektroner?
- c) Anta att varje foton som träffar materialytan upphov till en fotoelektron. Hur många elektroner skulle frigöras varje sekund?

Grundämne	Utträdesarbete (eV)
Aluminium	4,3
Kisel	4,8
Kol	5,0
Koppar	4,7
Nickel	5,1
Natrium	2,7
Silver	4,3
Titan	3,9