

Detta material innehåller tentamen, ett formelblad samt ett kursutvärderingsblad. När du är klar med tentamen, var god och riv ut kursutvärderingen, fyll i den och lämna den separat till tentavakten. Materialet behandlas anonymt och skall vara grund för utvärdering av kursen.

Chalmers Tekniska Högskola
Teknisk Fysik
Igor Zoric

2005-05-24

Tentamen i FFY 600: Fysik för Ingenjörer 2 – Elektricitet, Magnetism och Optik

Tid och plats: Tisdagen, 24/5 kl 8.30-12.30 i VV

Examinator: Igor Zoric, tel: 031-7723371, 0733-661232

Hjälpmedel: Typgodkänd räknedosa och utdelad formelsamling

Bedömning: Uppgifterna ger tillsammans högst 60 poäng. Poäng från inlämningsuppgifter adderas till tentamenspoängen. För godkänt krävs minst 30 poäng, för betyg 4 krävs 40 poäng och för betyg 5 krävs 50 poäng.

Lösningar: Finns på kursens hemsida omedelbart efter skrivningens slut.

Rättningsprotokoll: Anslås senast 8 juni

Rättningsgranskning: Torsdagen den 9 juni kl 12-13 i rum 5110 i Forskarhuset Fysik.

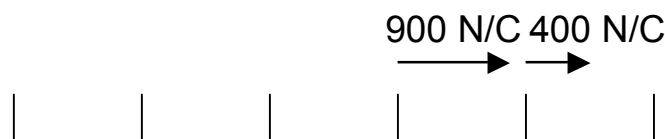
Några av uppgifterna i denna tentamen baseras på en serie situationer där du löser verkliga arbetslivsrelaterade problem.

Elektrostatik (15p totalt)

1.1 Det elektriska fältets styrka från en punktladdning visas i en punkt i nedanstående figur.



- a) Förklara om det är möjligt att avgöra om laddningen är positiv eller negativ utgående från denna figur. (1 p)
- b) I nedanstående figur visas elektriska fältets styrka från en punktladdning i två punkter i rummet. Förklara om det är möjligt att avgöra om laddningen är positiv eller negativ utgående från denna figur. (2 p)



- c) Kan du bestämma läget på laddningen? Om så är fallet rita in det i figuren. Om inte, varför? (2 p)

1.2 Du har ett fantastiskt sommarjobb i en forskningsgrupp som undersöker möjligheten att producera energi från fusion. Anläggningen som håller på att konstrueras stänger in en het gas av positivt laddade joner, som kallas ett plasma, i en väldigt lång cylinder med radien 2.0 cm. Laddningstätheten i plasmat i cylindern är $6.0 \times 10^{-5} \text{ C/m}^3$. Positivt laddade Tritium joner skall injiceras i plasmat vinkelrätt mot cylinderaxeln och i en riktning mot cylinderns centrum. Din uppgift är att bestämma den hastighet en Tritium jon skall ha när den passerar in genom cylinderns mantelyta för att dess hastighet skall vara noll när den når cylinderaxeln. Tritium är en av vätes isotoper, med en proton och två neutroner i kärnan. Du letar upp

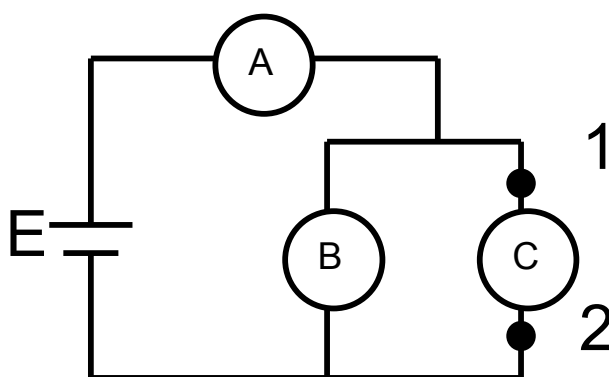
laddningen hos en proton och massan för Tritium in din kärna Fysikbok och hittar följande värden: $q=1.6 \times 10^{-19}$ C och $m=5.0 \times 10^{-27}$ kg.

- a) Ange riktningen på det elektriska fältet utanför och inuti cylindern med den heta joniserade gasen. (1 p)
- b) Beräkna storleken på det elektriska fältet inuti cylindern som funktion av avståndet från cylinderaxeln (Ledning: använd Gauss lag). (3 p)
- c) Beräkna potentialskillnaden mellan cylinderns axel och mantelyta. (3 p)
- d) Bestäm den hastighet en Tritium jon skall ha när den kommer in i cylindern med plasmata för att dess hastighet skall vara noll när den når cylinderns axel. (3 p)

Likströmskretsar (15p totalt)

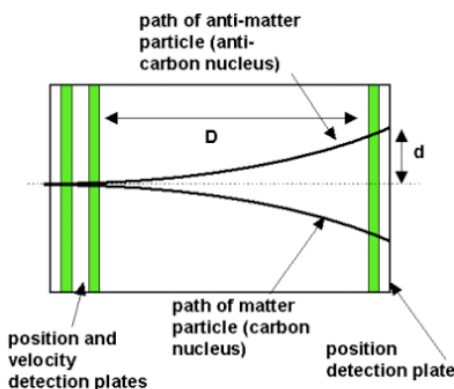
- 2.1 En grupp identiska kondensatorer kopplas först i serie och sedan parallellt. Resultande kapacitansen är vid parallellkoppling 100 gånger större än vid seriekoppling. Hur många kondensatorer innehåller gruppen? (4 p)
- 2.2 På grund av din fysikbakgrund (i första hand FFY600 kursen) har du lyckats få ett sommarjobb som tekniker hos ett telefonbolag i Kalifornien. Vid en nyligen inträffad jordbävning har en 10.0 km lång underjordskabel skadats på någon punkt. Telefonkabeln består av två parallella kopparledningar med samma diameter och samma längd. I punkten där kabeln skadats har dessa två ledare kommit i kontakt med varandra. Din chef vill att du lokaliserar denna punkt, så att kabeln kan grävas upp och lagas. Du kopplar bort kabeln från telefonnätet genom att koppla bort kabelns båda ledningar i båda ändar. Sedan går du till ena ändan av kabeln och kopplar ena polen på ett 6-V batteri till en av ledningarna, den andra polen ansluter du till en ingång på en amperemeter (som har resistansen ungefär noll). När andra ingången på amperemetern ansluts till den andra ledningen visar amperemetern 1 A. Du kopplar sedan bort allting och åker till andra ändan av kabeln där du upprepar samma mätning. Amperemetern visar nu 1/3 A. Var meddelar du din chef att man skall börja gräva? (3 p)
- 2.3 En ledning används för att transportera elektrisk energi från Umeå till Göteborg.
 - 2.3.1 Vilket val av ledningsmaterial ger den mest effektiva transporten?
 - a) en ledning av en metal med hög resistivitet
 - b) en ledning av en metal med låg resistivitet
 - c) ledningens resistivitet är inte relevantVälj ett svar och ge en ordentlig motivering till ditt val. (1 p)
 - 2.3.2 Vilket val av ledningens geometri ger den mest effektiva transporten?
 - d) en ledning med liten tvärsnittsytta
 - e) en ledning med stor tvärsnittsytta
 - f) ledningens tvärsnittsytta är inte relevantVälj ett svar och ge en ordentlig motivering till ditt val. (1 p)
 - 2.3.3 Elektrisk energi transporteras mest effektivt om överföringen sker vid hög spänning. Varför?
 - g) vid hög spänning värms ledningen upp vilket får elektronerna att röra sig lättare.
 - h) vid hög spänning kommer strömmen genom ledningen att minska så att de resistiva förlusterna minskar
 - i) hög spänning ger den högre potential som krävs för att transportera så långa avstånd.Välj ett svar och ge en ordentlig motivering till ditt val. (1 p)

- 2.4 I nedanstående krets är tre identiska lampor (A, B och C) anslutna till en spänningskälla.
- a) Rangordna lampornas ljusstyrka från största till minsta styrka. Motivera ditt svar. (2 p)
- b) Antag att en ledning (med försumbar resistans) kopplas mellan punkt 1 och 2 i kretsen. Vad händer med ljusstyrkan hos varje lampa. Blir den större, oförändrad eller mindre? Motivera ditt svar. (3 p)



Magnetism (10p totalt)

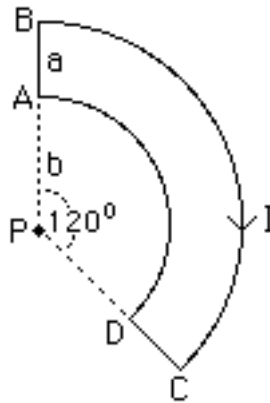
- 3.1 Ett internationellt konsortium bygger för närvarande en utrustning som skall titta efter kärnor av antimateria i den kosmiska strålningen för att hjälpa oss avgöra om det finns galaxer som består av antimateria. Antimateria är precis som vanlig materia förutom att de grundläggande byggstenarna (anti-protoner och anti-elektroner) har motsatt laddning jämfört med vanlig materia. (Anti-protoner är negativa och anti-elektroner är positiva).
- En schematisk figur av utrustningen visas i nedanstående figur. En kosmisk stråle – antag en kolkärna eller en anti-kolkärna – kommer in i utrustningen i vänsterkanten. Där mäts partikelns position och hastighet. Partikeln passerar sedan genom ett (ganska homogent) magnetfält. Partikelns bana böjs i en riktning om dess laddning är positiv och i motsatt riktning om laddningen är negativ. Avböjningen mäts när partikeln lämnar utrustningen.



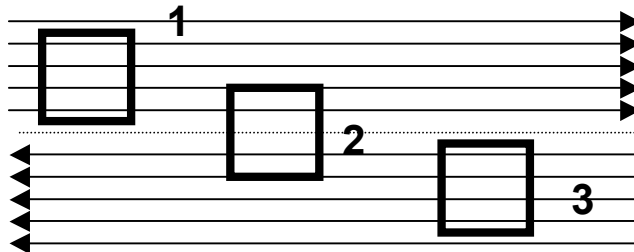
Vilken riktning har magnetfältet i figuren? Motivera ditt svar. (2 p)

- 3.2 Du har hela tiden problem med skärmen på din dator och du undrar om det beror på magnetfältet från elledningarna i ditt hus. En husritning visar att närmaste elledning dragits enligt nedanstående figur. Din skärm befinner sig i punkten P. Beräkna det magnetiska fältet i punkten P som funktion av strömmen I och avstånden a och b. Cirkelbågarna BC och AD är delar av två koncentriska cirklar. Sträckorna AB och DC är räta linjer. Vinkeln APD är 120° . (4 p)

(Ledning: B-fältet i mitten av en cirkulär strömslinga med radius R ges av $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ där I är strömmen i slingan)

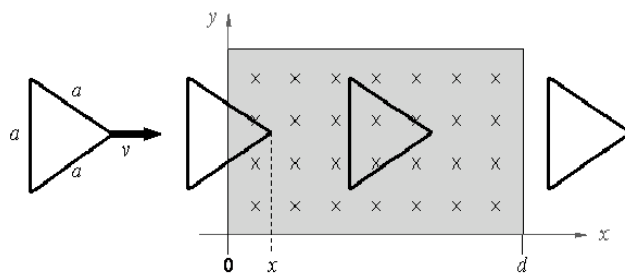


- 3.3 Det konstanta magnetiska fältet ovanför den punktade linjen, i figuren nedan, är riktat åt höger och har styrkan $B = 2 \text{ T}$. Under den punktade linjen är fältet riktat åt vänster med styrkan $B = 2 \text{ T}$. Tre likadana kvadratiska slutna kurvor (markerade 1, 2 och 3), med kantlängden $L = 1 \text{ m}$, har placerats i fälten enligt figuren. Beräkna linjeintegralen $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ runt var och en av de tre slutna kurvorna genom att göra integrationen medurs. (4 p)



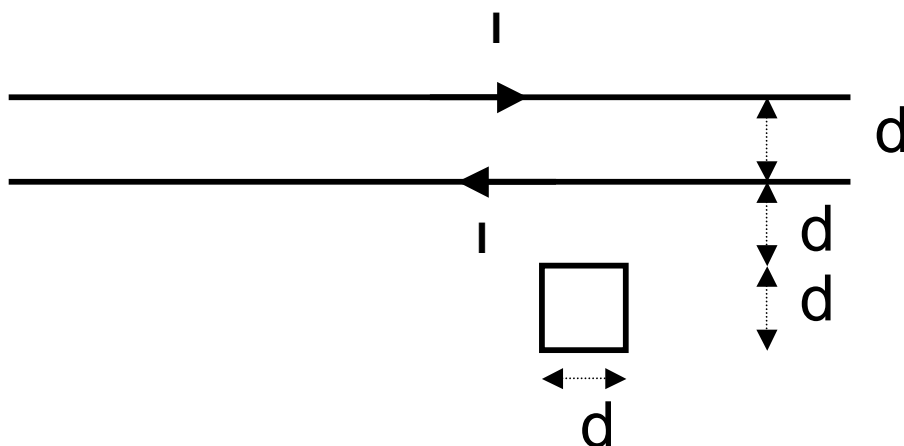
Faradays lag (15p totalt)

- 4.1 En ett-varvs strömslinga i form av en liksidig triangel med sidan $a = 10 \text{ cm}$ ligger i xy -planet och rör sig med hastigheten $v = 0.1 \text{ m/s}$ i $+x$ -riktningen. (En magisk yttre kraft håller hastigheten konstant). Slingan har resistansen $R = 2 \Omega$. Den passerar genom en region med konstant och homogent magnetfält $B = 0.3 \text{ T}$, som är riktat i $-z$ -riktningen (in i papperet) och som existerar från $x = 0$ till $x = d$.



Vi anger slingans position med hjälp av triangelspetsens x-koordinat (som visas i figuren).

- Under vilken/vilka del/delar av slingans bana (dvs intervall i x-koordinat) kommer det att induceras en ström i slingan? (1 p)
 - Skissa den inducerade strömmen I som funktion av x över hela den sträcka som visas i figuren. Låt positiv I indikera ström medurs. (2 p)
 - Beräkna den inducerade strömmen I i slingan som funktion av slingans x -position. Detta uttryck skall vara giltigt från det att triangelns spets kommer in i magnetfältet till det att triangelns bas kommer in i fältet. (4 p)
- 4.2 Två oändligt långa parallella ledare på avståndet $d = 2\text{ cm}$ från varandra leder lika stora strömmar I i motsatta riktningar. I ökar med hastigheten $dI/dt = 0.1\text{ A/s}$. En kvadratisk ledningsslinga, med sidan d , ligger i samma plan som ledarna på ett avstånd d från en av ledarna (se figur).
- Beräkna den inducerade emk:n i den kvadratiske slingan. (6 p)
 - Vilken riktning har den inducerade strömmen? Förklara ditt svar. (2 p)



Växelströmskretsar (5p)

5. En $10\ \Omega$ resistor, en 10 mH induktans och en $100\ \mu\text{F}$ kondensator är kopplade i serie till en 50 V (rms) spänningskälla med variabel frekvens. Om den inställda frekvensen är två gånger resonansfrekvensen, beräkna:
- totala impedansen i kretsen (1 p)
 - I_{rms} i kretsen (2 p)
 - Energien som spänningskällan levererar till kretsen under en period (2 p)

Lycka till! Igor