

Tentamen i SK1111 Elektricitets- och vågrörelselära för K, Bio to den 30 okt 2013 kl 14-19

Tillåtna hjälpmedel: Två st A4-sidor med eget material, på tentamen utdelat datablad, på tentamen utdelade sammanfattningar ur kursboken Young Freedman, matematik-handboken, Beta, samt räknedosa. Skrivningen består av 10 problem som kan ge 4 poäng maximalt vardera.

Tentamen: A-delen innefattar 5 problem och B-delen innefattar 5 problem. För godkänt, grad E, krävs totalt 60% på A-delen. Alla resonemang skall redovisas och figur ritas vid behov. Kraven för olika betygsgrader finns längst bak i tentamen.

Lars-Gunnar Andersson 131030 **Lycka till!**

A-delen

A1. Det var stiltje och klart och en segelbåt gick på fjärden rakt mot hamn. Den hade två lanternor på 1,4 m avstånd. Glaset på lanternorna var färgade med maximal transmission i gult. På hur stort avstånd är det teoretiskt möjligt att lösa upp de två lanternorna så att man kan se dem som två separata ljus? (4p)

Data: Pupilldiametern d_{pupill} är 3 mm, våglängden λ är 550 nm.

A2. Den blandade kören stod och sjöng julvisor. Elin hade ställt sig närmare kören än Emeli. När Emeli gick fram 20 m till Elin så att de stod tillsammans höjdes ljudintensitetsnivån 10 dB för Emeli. Ljudet var lika högt hela tiden.

a) Beräkna hur långt ifrån kören de stod tillsammans. (2p)

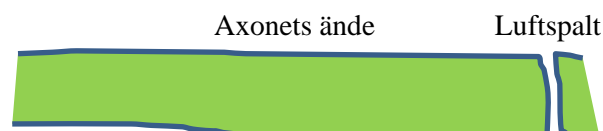
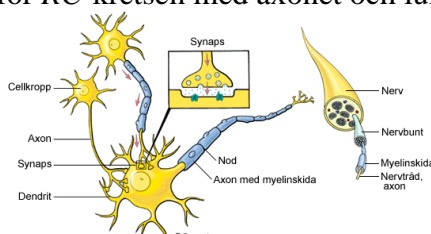
b) Beräkna vilken intensitet det var där Emeli stod först innan hon gick fram till Elin om det var 60 dB ljudintensitetsnivå där hon stod först. (2p)

A3. The potential difference between the outer and the inner side of a cell membrane in an axon is 70 mV, with an lower inner potential. Assume that the membrane is 6 nm thick. Determine the size of the electric field strength E inside the membrane. It is also assumed that E is constant inside the membrane. (4p)

A4. Antag att ett axon med axoplasma i en nervcell kan behandlas som en vanlig resistor som ström går igenom. Antag att längden är 1 m på ett axon som går från ryggraden ner till stortån.

a) Beräkna resistansen R för axonet om det har radien $5 \mu\text{m}$ och resistiviteten för axoplasm i axonet är ca $0,5 \Omega\text{m}$. (2p)

b) I slutet av axonet finns en smal luftspalt (ett mellanrum) i axonet som uppkommit genom en skada så att en kontaktkapacitans har bildats. Antag att spaltavståndet är $0,01 \mu\text{m}$, bestäm tidskonstanten $\tau = R \cdot C$ för RC-kretsen med axonet och luftspalten. (2p)



A5. Heliumläckor i ett vacuumsystem spårades med en masspektrometer. He^{+1} – jonerna hade massan $6,65 \cdot 10^{-27}$ kg. I hastighetsfiltret innan masspektrometern fanns en magnetisk fältstyrka på 0,5 T och en elektrisk fältstyrka på 50 kV/m. Isotoperna träffade en detektor efter att ha gått i en halvcirkelbana i masspektrometern. Avståndet mellan inloppet till masspektrometern och där de träffar detektorn var 15,10 cm. Bestäm vilken magnetisk fältstyrka det var i masspektrometern. (4p)

B-delen

B1. Heinrich Hertz använde en selektiv krets vid sitt banbrytande försök med elektromagnetiska vågor 1887, där vågorna skapades och detekterades av en resonanskrets. På liknande sätt kan man använda en *RCL*-seriekrets, där *R*, *L* och *C* sitter i serie, vid detektion i andra sammanhang, t ex i säkerhetssammanhang kan signalers frekvens detekteras och avpassade stör signaler sändas ut. Antag att det finns en *RCL*-seriekrets där den pålagda växelspänningen har amplituden 10 V.

Övriga data är: $R=100 \Omega$, $L=10$ mH och $C=10 \mu\text{F}$.

a) Visa att det största värdet på strömmen fås vid en bestämd frekvens på växelspänningen genom att ställa upp totala impedansen Z_{tot} för serieresonanskretsen, och sedan optimera och söka min för Z_{tot} med avseende på vinkelfrekvensen, och bestämma ett uttryck på frekvensen uttryckt i *L* och *C*. (2p)

b) Räkna ut resonansfrekvensen ur uttrycket i a) som man får med de angivna värdena. (1p)

c) Räkna ut storleken på strömmen och fasförskjutningen mellan ström och spänning, när frekvensen är 1000 Hz. (1p)

Ledning: I a) ska man derivera.

B2. Alldeles invid en sommarstuga, 50 m ifrån den, gick en kraftledning med längden 100 meter med strömmen 100 A. Vid middagen började man diskutera om den var farlig.

a) Beräkna magnetiska fältstyrkan på mittpunktsnormalen av 100-metersbiten av kraftledningen vid stugan. Observera att det inte är en oändligt lång kraftledning. Integrera fram *B*. (3p)

b) Jämför med fältstyrkan i det jordmagnetiska fältet i Sverige som är 50 μT och räkna ut hur många procent det beräknade *B* från ledningen är av fältstyrkan i det jordmagnetiska fältet. (1p)

B3. För en viss flöjt ligger den lägsta möjliga egenfrekvensen på 261,6 Hz, vilket motsvarar tonen C. Flöjten är av en typ som är öppen i båda ändar.

a) Bestäm vilken flöjtlängd det krävs för att skapa en ton med frekvensen 261,6 Hz vid 20° C. Om temperaturen ändras måste flöjtens längd justeras genom att förlängas (dras ut) eller förkortas (dras in) för att man ska få rätt frekvens. (2p)

b) Bestäm hur mycket man måste justera längden och ange om flöjten måste förkortas eller förlängas för att få samma frekvens vid temperaturen 32° C. Observera att det blir approximativa längder, man blåser ju inte längst ut i änden. (2p)

B4. Många billiga lasrar med hög effekt, använder grönt ljus (532 nm). Uppskatta vilken effekt från laserstrålen som maximalt kan komma in i ett öga på avståndet 20 m, om den passerar en cirkulär öppning med radien 0,5 mm innan den kommer ut. Lasern har effekten 100 mW, och ögats pupill har radien 2 mm? (4p)

B5. I en dielektrisk sfär med radien $R = 15$ cm beror laddningstätheten ρ C/m³ på följande sätt av radien r :

$$\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R} \right) \text{ C/m}^3, \text{ där } \rho_0 = +7 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^3.$$

- a) Bestäm storleken på den elektriska fältstyrkan E inuti sfären för $r = 10$ cm. (2p)
- b) Bestäm storleken på den elektriska fältstyrkan E utanför sfären för $r = 20$ cm. (1p)
- c) Bestäm för vilket r den elektriska fältstyrkan antar sitt maximum. Bestäm också storleken på den maximala elektriska fältstyrkan E_{max} . (1p)

Ledning: Observera! ρ varierar med radien!

Tentamensprincipen enligt ECTS-systemet, kraven för olika betygsgrader

Tentamen är uppdelad i två delar, del A och del B.

Del A består av 5 st något enklare uppgifter, varje uppgift kan ge maximalt 4p, totalt har A-delen 20p.

Del B består av 5 st uppgifter som kräver större problemlösningsförmåga, varje uppgift kan ge 4p, totalt har B-delen 20p. Alla problem får behandlas.

Betygsgraderna A, B, C, D, E, FX och F finns, grad A är högst.

Minimikraven för de olika betygsgraderna

Betyg **A** 60 % på A-delen (12p) + 60 % på B-delen (12p)

Betyg **B** 60 % på A-delen (12p) + 40 % på B-delen (8p)

Betyg **C** 60 % på A-delen (12p) + 20 % på B-delen (4p)

Betyg **D** 80 % på A-delen (16p) **eller** 60 % på A-delen (12p) + 10 % på B-delen (2p)

Betyg **E** 60 % på A-delen (12p)

Betyg **FX** Underkänt inom en viss gräns under E med rätt att komplettera till E, examinator bestämmer gränsen

Betyg **F** Underkänt

Minst 60 % på A-delen måste alltså klaras för samtliga betygsgrader, och poängen på B-delen bestämmer betyget. D-graden kan fås genom att klara 80 % på A-delen.

Hjälpmedel

Datablad med konstantvärden och sammanfattningar ur läroboken delas ut vid tentamen och finns på kursens hemsida.

2 egna A4-sidor med anteckningar med innehåll från kursen får användas. Övriga parametervärden som behövs finns angivet på tentan. Matematiktabeller, Beta eller andra, får användas.

Målinriktning i ECTS-systemet

Målinriktningen innebär att problemen sorteras i en A-del och en B-del, så att tentanderna ska kunna göra egna val beträffande betygsgraden.

Bonuspoäng

Bonuspoäng avklarade under övningarna adderas till poängen på B-delen, ≥ 4 lösta omgångar ger 1 p, och ≥ 7 lösta omgångar ger 2 p

Bonuspoäng på inlämningsuppgift 6 ger 1 p på A-delen, om ≥ 7 p av max 10 p erhållits.