

# Tentamen i SK1111 Elektricitets- och vågrörelselära för K, Bio fr den 21 okt 2011 kl 8-13

**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 111021

Lycka till !

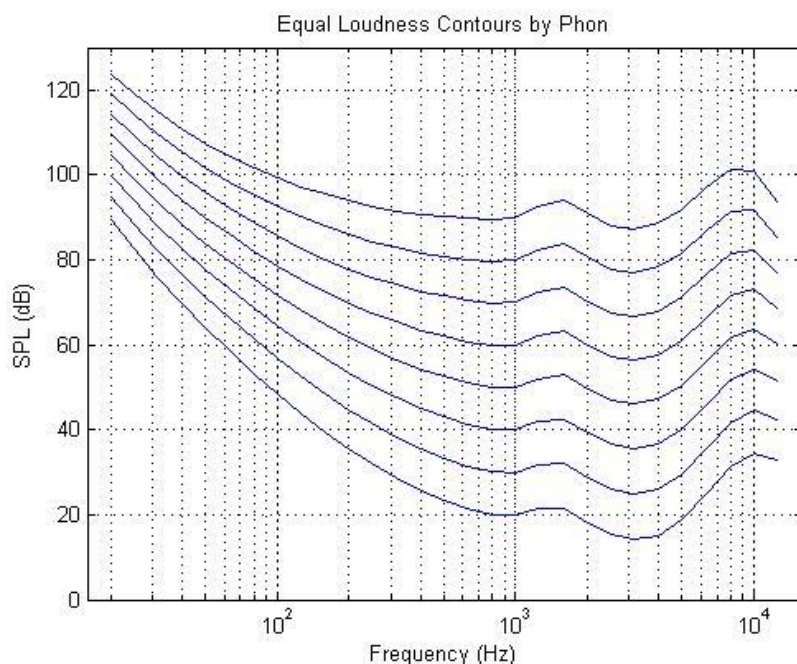
## A-delen

A1. Nobelpriset i Kemi 2011 gick till några forskargrupper som påvisat kristaller med symmetrier som man inte trodde kunde uppstå, så kallade kvasikristaller. Vissa legeringar av metaller kan bilda kvasikristaller efter värmebehandling. Många kvasikristaller har låg värmeledningsförmåga och låg elektrisk ledningsförmåga (dvs hög resistivitet) jämfört med vanliga metaller. En tråd med radien 1 mm och längden 5 m av en legering med en viss sammansättning av Al, Cu och Cr har resistansen  $R_l = 15 \Omega$  vid rumstemperatur. Beräkna resistiviteten  $\rho_l$  för legeringen och bestäm förhållandet  $\frac{\rho_l}{\rho_{Cu}}$ , dvs hur stor resistiviteten  $\rho_l$  för legeringen är jämfört med resistiviteten  $\rho_{Cu}$  för koppar. (4p)

A2. Fletcher och Munson gjorde på 1930-talet mätningar av ljudintensitetsnivån, så kallade hörnivåkurvor, där varje kurva anger samma hörselintryck (samma uppfattad ljudstyrka), och där phon = dB vid 1000 Hz. Mätningarna reviderades på 1950-talet och en ny standard för dB-A (för normalhörande) kom 1956. När mätningarna på 1990-talet upprepades och kunde göras noggrannare visade det sig att mätningarna från 1930-talet låg närmare de nya

mätningarna än de från 1950-talet. Den nya standarden kom 2003, se figur till höger.

Bestäm hur mycket ljudintensiteten  $I$  måste ökas om man ska få samma hörselintryck, 20 phon, vid frekvensen 100 Hz som vid frekvensen 1000 Hz. Det gäller att 20 phon = 20 dB vid 1000 Hz. (4p)



A3. En nattklubbs namn lyser i olika färger på en skylt. Bokstäverna på skylten består av parallella gasfyllda lysrör med olika färger. Avståndet mellan två lysrör av samma färg är 2,5 cm. En bokstav har neonrör och ger huvudsakligen rött ljus med våglängden 640 nm, en bokstav har lysrör med blått ljus med våglängden 440 nm. Bestäm vilket ljus som är lättast att lösa upp. Ögats pupilldiameter har en storlek på 5,2 mm vid mörkeradaptering. (4p)

A4. A high-power laser in a factory was used to cut through cloth and metal. The laser had a beam diameter of 1,0 mm and was generating an electric field strength  $E$  having an amplitude of 0,70 MV/m at the target.

- Find the amplitude of the generated magnetic field strength  $B$ . (1p)
- Find the intensity of the laser. (1p)
- Find the power of the laser and the delivered energy by the laser in a 1 ms puls. (2p)

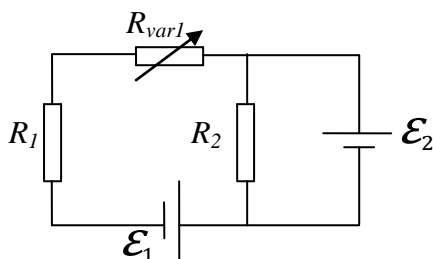
A5. En  $+1$  - laddad jon gick med farten  $v = 1 \cdot 10^4$  m/s genom ett hastighetsfilter med korsade  $E$ - och  $B$ -fält. Den magnetiska fältstyrkan var  $B = 0,5$  T.

- Bestäm storleken på den elektriska fältstyrkan  $E$  så att jonen balanseras i hastighetsfiltret. (3p)
- Rita en figur med riktningar på  $E$ ,  $B$ , och  $v$  så att filtret kan fungera och vinklarna klart framgår. (1p)

## B-delen

B1. En likströmskrets ska anpassas för maximal effekt, se figuren nedan.

- Bestäm det variabla motståndet  $R_{var1}$  i kretsen så att maximal effekt  $P_{max1}$  utvecklas i det motståndet. (3p)
- Bestäm  $P_{max1}$  för det bestämda värdet på  $R_{var1}$ . (1p)



$$R_1 = 200 \, \Omega, \quad R_2 = 400 \, \Omega, \quad \mathcal{E}_1 = 10 \, \text{V}, \quad \mathcal{E}_2 = 5 \, \text{V}$$

Ledning: Potentialvandring och använd Kirchoffs lagar som vanligt. Maximera  $P$  med vanlig metod.

B2. Solceller av kisel (Si) kan beläggas med tunna antireflexiva filmer för att minska reflexionsförlusterna. Bästa valet av brytningsindex kan bestämmas med uttrycket  $n_{film} \approx \sqrt{n_1 \cdot n_2}$ , där  $n_1$  och  $n_2$  är brytningsindexen för de omgivande medierna, i det här fallet luft och kisel, och man får  $n_{film} \approx \sqrt{n_2}$ . För kisel gäller att  $n_2 \approx 3,95$  mitt i synliga området (400-700 nm).

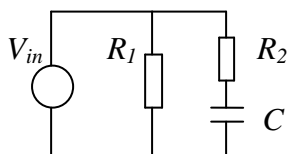
- Two different coatings are available to choose from, magnesium fluoride,  $MgF_2$  ( $n_{MgF_2} = 1,38$ ) and silicon dioxide,  $SiO_2$ , ( $n_{SiO_2} = 1,9$ ), choose the best one according to the above. (1p)
- Determine the thinnest layer of the chosen coating that gives an antireflexive film. Motivate how phase changes in the boundaries come into play in the condition at reflection. (3p)

B3. En lång solid cylinder med radien 2 cm är fylld med polystyren. Cylindern har en varierande volym-laddningstäthet enligt  $\rho = 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot r^2 \text{ C/m}^3$ .  $r = 0$  på symmetriaxeln för cylindern. Polystyren har dielektricitetskonstanten  $K = 2,56$ .

- Determine the electric field strength in magnitude and direction in a point for  $r = 10 \text{ cm}$  outside the cylinder. (2p)
- Determine the electric field strength in magnitude and direction in a point for  $r = 1 \text{ cm}$  inside the cylinder. (2p)

Ledning: Integration krävs. För cylindervolymen med längden  $L$  är volymselementet  $dV = L \cdot 2\pi r dr$ .

B4. Betrakta växelströmskretsen nedan i figuren.



$$R_1 = 200 \Omega, \quad R_2 = 100 \Omega, \quad C = 1 \mu\text{F}, \quad V_{in} = 10 \text{ V}, 1000 \text{ Hz}$$

- Determine the magnitude of the total current and the branch currents. (2p)
- Plot the total current and the branch currents in a complex phasor diagram, draw to scale according to the magnitudes, and show clearly how the branch currents are summed. (2p)

B5. Transcranial magnetic stimulation (TMS) är en teknik för att stimulera delar av den mänskliga hjärnan. I TMS placeras en liten spole ovanpå huvudet och en kortvariga strömpulser i spolen skapar magnetfält som snabbt ändras, i hjärnan. Det induceras en emk som kan stimulera neuronerna.

- Assume that a vertically directed magnetic field that changes from 0 to 1,5 T in 120 ms is generated in a coil on the head. Calculate the induced emf along a horizontal circle with radius 1,60 mm in the brain tissue. (2p)
- Let the magnetic field decrease from 0,500 T in 80 ms. Calculate the emf that is induced in that case and discuss the direction. (2p)

## 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

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 delas ut vid tentamen och finns på kursens hemsida.

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

### Målinriktning i ECTS-systemet

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