

Tentamen i SK1111 Elektricitets- och vågrörelselära för K, Bio fr den 18 okt 2012 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 resonans skall redovisas och figur ritas vid behov. Kraven för olika betygsgrader finns längst bak i tentamen.*

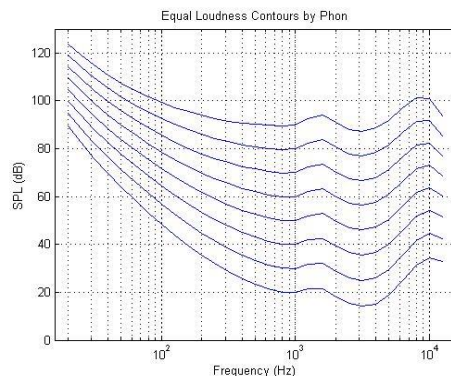
Lars-Gunnar Andersson 121018

Lycka till !

A-delen

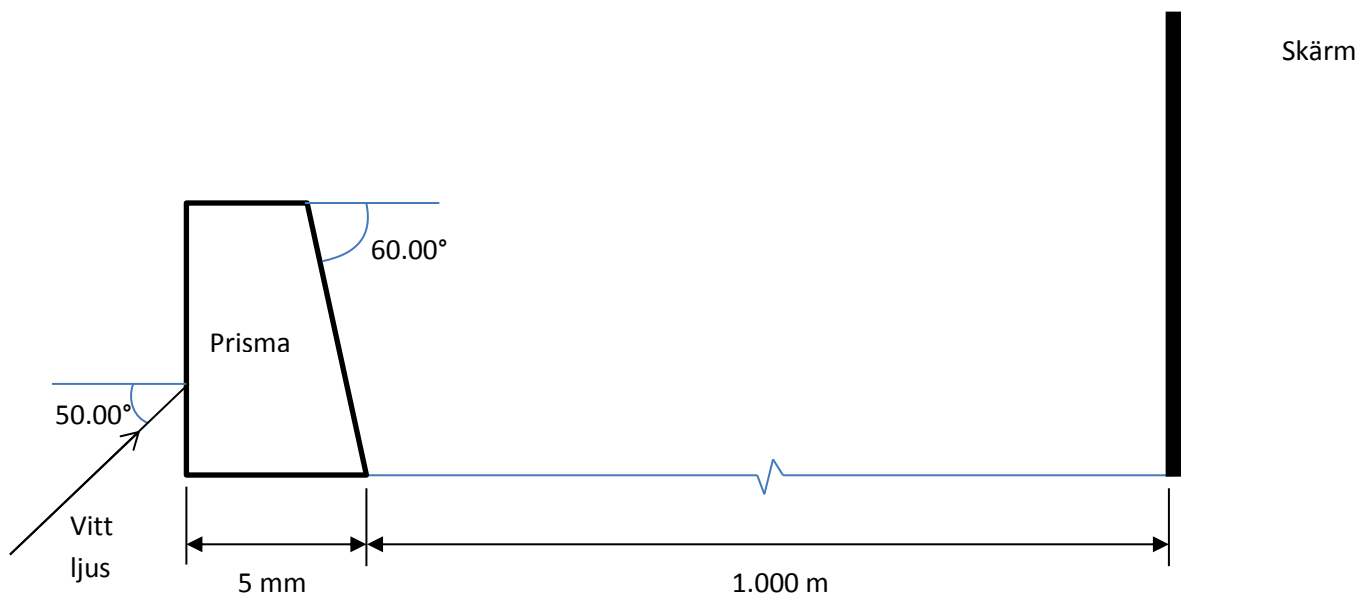
A1. Antag att hörselgången hos en människa är ca 2,5 cm lång.

- Bestäm vilken lägsta resonansfrekvens, grundtonen, det motsvarar om örat kan ses som ett rör öppet i ena änden och slutet i andra änden. (3p)
- Studera det bifogade Fletcher-Munson-diagrammet nedan. Förklara varför minimum för alla kurvor ligger vid samma frekvens genom att jämföra med fråga a) ovan. (1p)



A2. En av nobelpristagarna i fysik 2012, David J. Wineland, verksam i Boulder, Colorado i USA använder sig av jonfällor för att stänga in elektriskt laddade atomer, joner, och mäta och styra dem med laserljus, dvs fotoner. Den elektriska potentialen V i en jonfälla med cylindrisk symmetri kan uttryckas som $V = \frac{V_0}{2r_0^2} (x^2 + y^2 - 2z^2)$ i ett kartesiskt koordinatsystem, där $r_0 = 5,5$ mm är radien i fällan och $V_0 = 1000$ V är amplituden hos den pålagda potentialen som används. V kommer till nytta när rörelseekvationerna för en jon i fällan ska ställas upp, t ex för simulering av jonbanorna. Bestäm storleken på den elektriska fältstyrkan i punkten (1,1,1) mm. (4p)

A3. Regnbågar bildas då ljus av olika våglängd bryts olika mycket genom små vattendroppar. Anledningen till detta är att brytningsindex är lite olika för olika våglängder, s.k. dispersion. Om man tar ett prisma gjort i s.k. BK7-glas enligt figuren nedan och låter vitt ljus innehållande hela synliga spektrum som t ex solljus kommer våglängderna att separeras och dess spektrum synas, som en regnbåge. Antag att spektrumet består av ljus mellan 390 och 750 nm med brytningsindex $n(\lambda=390.0 \text{ nm}) = 1.5321$ och $n(\lambda=750.0 \text{ nm}) = 1.5118$ för BK7-glas. Bestäm hur bred ”regnbågen” blir på skärmen i figuren. Prismat omges av luft. Rimliga geometriska approximationer kan göras. (4p)



A4. In an neodymium-glass laser, short pulses of high-intensity electromagnetic waves are emitted in air. Assume that the average power of each pulse passing through a circular surface with a radius of 2,0 mm is $1,7 \cdot 10^{11} \text{ W}$.

- a) Determine the amplitude of the electric field strength in the wave. (2p)
- b) Determine the amplitude of the magnetic field strength in the wave. (2p)

The waves can be treated as harmonic waves.

A5. Mjöl kan laddas upp vid längre transport i rör av gummi, plast eller annat material av icke-ledande material. Antag att mjöl tappas från plaströr i en kakfabrik i säckar som sedan bärs. Kring säckarna finns mjöldamm med partiklar som är uppladdade genom gnidning inuti rören. Arbetarna kan ses som kondensatorer som lagrar laddning med en kapacitans på ca 250 pF. Om gränsvärdet för genomslag i luften överskrids kan brand uppstå, om tillräckligt mycket energi lagras kan explosion ske. Antag att gränsvärdet på energin för att en explosion ska ske är 150 mJ. Om potentialen till jord maximalt är 15 kV från en person, kan en explosion ske vid neutralisering till jord om personen rör något. Bestäm om en explosion kan ske i det här fallet. (4p)

B-delen

B1. Betrakta prismet i uppgift A3 ovan. I en viss tillämpning är det önskvärt att filtrera bort grönt ljus med våglängden $\lambda=540$ nm från det vita ljuset vid infallsvinkeln 50° mot prismet. Detta kan göras genom att belägga båda ytorna med tunna skikt, men vi nöjer oss här med belägga den första ytan, där det infallande ljuset träffar. Om man använder en film med brytningsindex $n = 1,55$ för $\lambda = 540$ nm, hur tjockt skall detta skikt göras? Antag att dispersionen är linjär inom det synliga spektrumet. Brytningsindex för glaset vid $\lambda=540$ nm är mindre än $n = 1,55$. Redogör noggrant för vad som sker och rita en figur med strålgångar. (4p)

B2. Mätningar gjordes på en solenoidspole som skulle sitta i en radio. Solenoidens induktans och resistans skulle bestämmas. Solenoiden placerades i serie med ett batteri med emk $\mathcal{E} = 100$ V och försumbar inre resistans, ett $10,0 \Omega$ motstånd och en strömbrytare. Ett oscilloskop kopplades sedan över solenoiden för att mäta spänningen som en funktion av tiden. Från det att kretsen slöts med strömbrytaren uppmättes spänningen 20 V efter 10 ms. Teknikern tog en timmes lunch och upptäckte att spänningen sjunkit till 12 V under den timmen. Bestäm solenoidens induktans och resistans. Antag att induktansen och resistansen ligger i serie. (4p)

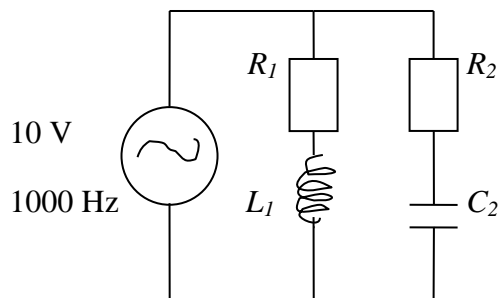
B3. En parallellkrets enligt figuren nedan som ingick i en förstärkare ansluts till växelspänningen 10 V, 1000 Hz.

a) Beräkna spänningarnas storlek och fasvinkeln i varje gren över resistanserna, spolen och kondensatorn. Använd $j\omega$ -metoden och ange impedanserna komplext i Ohms lag. (2p)

b) Rita ett visardiagram med de riktade sträckorna som representerar spänningarna över R_1 respektive L_1 i gren 1 och R_2 respektive C_2 i gren 2 och visa att summan blir lika med totalspänningen för respektive gren. Rita ett skalenligt visardiagram.

Komponentvärden är $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $L_1 = 20$ mH och $C_2 = 1 \mu\text{F}$. (2p)

Det är 4 st olika spänningar, 2 st i gren 1 och 2 st i gren 2 som ska bestämmas i a) och ritas upp i b) tillsammans med totalspänningen 10 V.



B4. För en digital systemkamera med CMOS-sensor finns följande specifikationer:

Antal pixlar: 12,3 miljoner pixlar



Bildsensorstorlek: 23,5 x 15,6 mm

En pixel eller bildpunkt är det minsta elementet på sensorn som en bild byggs upp av. Antag att ett objektiv med diametern 2 cm används. Är det möjligt att lösa upp en separat pixel på CMOS-arrayen med det objektivet? Avståndet från objektivet till sensorn är ca 7 cm (4p)

Ledning: Man kan räkna på en våglängd mitt i det synliga området. Pixlarnas form spelar ingen roll. Det är utsträckningen av en pixel som är viktig här.

B5. Teflon används till olika implantat i kroppen.

Fördelarna med teflon är många, bl a följande:

- Det är vävnadsvänligt och påverkar ej människokroppen.
- Dielektricitetskonstanten är låg och oberoende av temperatur och frekvens.
- Det bryts inte ner av UV-ljus, ozon eller syre till skillnad mot andra termoplaster.
- Det åldras mycket litet.

En del i ett teflonimplantat har blivit uppladdad. Det är en cylinder med radien 50 mm. Teflonet har dielektricitetskonstanten $K=2,1$. Laddningstätheten är $\rho = -5 \cdot 10^{-6} \text{ C/m}^3$ i teflonet. Laddningen är homogent fördelad i teflonet.

a) Bestäm storlek och riktning på den elektriska fältstyrkan vid radien $r = 5 \text{ mm}$ och vid radien $r = 70 \text{ mm}$. (2p)

b) Bestäm och rita ett diagram över hur den elektriska fältstyrkan E varierar i cylindern från $r = 0 \text{ mm}$ till $r = 50 \text{ mm}$ och utanför cylindern för $r > 50 \text{ mm}$, ange speciellt vad som händer med kontinuiteten hos E i diagrammet. (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.