

# Tentamen i 5A1225 Elektricitets- och vågrörelselära för K och Bio och I to den 28 aug 2008 kl 8-13

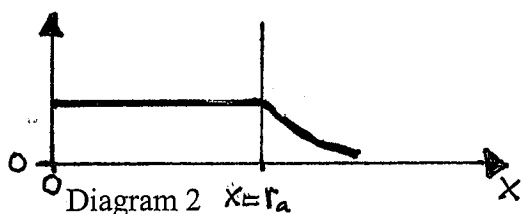
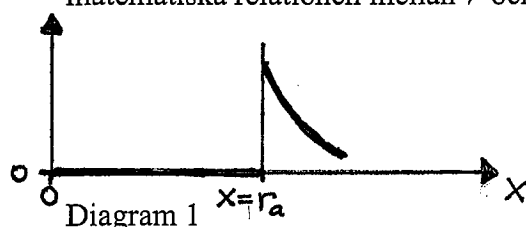
Tillåtna hjälpmedel: Två st A4-sidor med eget material, på tentamen utdelat datablad, matematik-handboken Beta samt räknedosa.

Skrivningen består av 10 problem som kan ge 4 poäng vardera varav högst 8 problem behandlas. För godkänt krävs totalt 15 poäng. Alla resonemang skall redovisas och figur ritas vid behov. Problemen är inte placerade i ordning efter svårighetsgrad.

Lars-Gunnar Andersson 080828 Lycka till !

## Något inspirerad av OS 2008

1. På en metallsfär med radien  $r_a$  ligger en laddning jämt fördelad. Betrakta diagrammen nedan.  $x = 0$  motsvarar centrum på sfären. Bestäm vilket av diagrammen som beskriver potentialen  $V$  och vilket som beskriver den elektriska fältstyrkan  $E$ . Obs, motivering utgående från den matematiska relationen mellan  $V$  och  $E$  i en dimension krävs. (4p)



2. A hang glider is flying at an altitude of 120 m.

a) Determine how far apart two point objects must be on ground to be distinguished between them by the hang glider pilot. The pilots eye has a pupil with a diameter of 2,5 mm.

b) An eagles eye has a pupil with diameter of 6,2 mm. Repeat the calculation in a) for the eagle and determine how far apart objects must be to distinguish between them. (4p)

3. En sfär är fylld med neoprengummi som har dielektricitetskonstanten  $K = \kappa = 6,7$  och laddningstätheten  $\rho = 2 \mu\text{C}/\text{m}^3$ . Sfärens radie är  $r_a = 10 \text{ cm}$ .

Bestäm ett uttryck för den elektriska fältstyrkan till storlek och riktning från  $r = 0$  till  $r = \infty$ . Rita ett diagram över  $E(r)$  från  $r = 0$  till  $r = \infty$ . Tänk på att man passerar två olika medier med olika dielektricitetskonstanter vid gränsen  $r = r_a$ ! Bestäm speciellt värdet på  $E(r_a)$ . (4p)

4. Vid en skyttetävling i OS i Peking i dubbeltrap uppfattade en åskådare en viss ljudintensitetsnivå på ett visst avstånd när en kines sköt, fall A. Han flyttade sedan sig 40 m längre bort när en azerbadjan sköt från samma plats som kinesen, fall B, och ljudintensitetsnivån sjönk med 10 dB. Beräkna på vilket avstånd åskådaren stod i fall A resp i fall B. Skyttarna hade likadana gevär. ( 4p )

5. Ett billarm utlöstes och gav en signal på 960 Hz. En cyklist passerade förbi. Under det att cyklisten åkte mot, förbi och ifrån larmet ändrades frekvensen totalt 95 Hz. Bestäm cyklistens hastighet. ( 4p )

6. Tjuvstartssensorerna, som vållat mycket diskussion och vredesutbrott vid vissa OS, är ofta kapacitiva, dvs sprintern trycker ned foten på startblocket som därvid trycker ihop plattorna i en plattkondensator som hålls vid konstant spänning. Om foten rör sig ändras plattavståndet och en ström går då genom ledningen fram till kondensatorn. Antag ett plattavstånd på 4,0 mm obelastat, 3,0 mm då foten trycker mot plattan och 2,0 mm då foten gör avstamp samt en plattarea på 4,0 cm<sup>2</sup>. Hur stor ström i genomsnitt går det då i ledningen om foten trycker till från 3 mm till 2 mm på 0,01 s. Det är luft mellan plattorna. Spänningen är hela tiden 10 V. Tidskonstanten  $RC$  för kretsen är sådan att den inte spelar någon roll för resultatet.

*Ledning:* Vilken storhet ändras om spänningen = potentialskillnaden hålls konstant vid ihoptryckningen? ( 4p )

7. I fäktning skulle man kunna mäta lyckade stötar genom elektriska stötar, dvs om värjan är laddad med ofarlig spänning och man mäter den ström som uppstår vid tillräcklig kontakt. Laddningen är samlad i spetsen och förs dit med en koaxialkabel. Bägge spetsarna som antas vara identiska hålls hela tiden på samma potential, den ena positiv och den andra negativ. Hur beror den elektriska fältstyrkan  $E$  långt bort från spetsarna i förlängningen längs linjen mellan spetsarna som funktion av avståndet? ( 4p )

*Ledning:* Tänk på vad spetsarna bildar för sorts system!

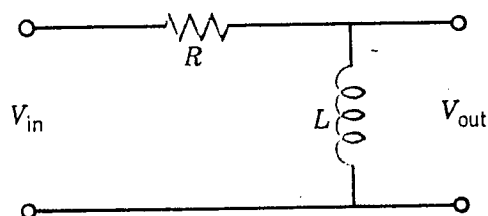
8. Betrakta växelströmskretsen nedan.

$$V_{in} = 20 \text{ V}, L = 20 \text{ mH} \text{ och } R = 10 \text{ } \Omega, f = 100 \text{ Hz}$$

a) Bestäm storleken på spänningen  $V_{out}$  över spolen med värdena angivna ovan. ( 2p )

b) Kretsen kan betraktas som ett filter som tar bort vissa frekvenser. Låt oss anta att det är spänningen  $V_{out}$  över spolen  $L$  som ska tas ut. Kommer  $V_{out}$  över spolen att dämpas ut för höga frekvenser ( låga frekvenser passerar, dvs ett lågpasfilter ) eller dämpas ut för låga frekvenser ( höga frekvenser passerar, ett högpasfilter ). Ställ upp  $V_{out}$  över spolen som funktion av  $\omega$ ,  $V_{in}$ ,  $L$  och  $R$  och studera vad som händer vid höga resp låga frekvenser, dvs studera gränsvärdena

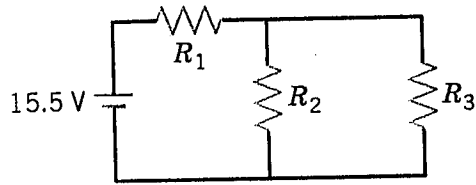
$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} V_{out} \text{ och } \lim_{\omega \rightarrow 0} V_{out} \text{ ( 2p )}$$



9. Studera kretsen nedan.

Bestäm samtliga strömmar i kretsen till storlek och riktning. ( 4p )

$R_1 = 1000 \Omega$ ,  $R_2 = 1250 \Omega$ ,  $R_3 = 1500 \Omega$ .



10. I simtävlingar har man ofta kameror som fotograferar under vatten i målområdet. Antag att man vill antireflexbehandla en sådan kameras frontglas mot vattnet. Frontglaset har  $n = 1,71$ . Man kan välja mellan material med följande skiktindex: 1,35, 1,51, 1,70 och 1,91. Vilket material ska man välja och varför? Motivera! Det finns olika motiveringar som kan ge poäng. ( 4p )

# Några användbara samband

**Elektriska fjärrfälten  $E$  från en dipol:**

**Axiella elektriska fältstyrkan längs med symmetriaxeln för plus och minus laddningen**

$$E_{axiell} = \frac{2kp}{r^3}, \text{ där } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ och } p \text{ är dipolmomentet}$$

**Elektriska fältstyrkan vinkelrätt mot symmetriaxeln för plus och minus laddningen**

$$E_{\perp} = \frac{kp}{r^3}, \text{ där } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ och } p \text{ är dipolmomentet}$$

## **För bästa val av antireflexbeläggning**

Om de omgivande medierna 1 och 2 till en antireflexbeläggning har brytningsindexen  $n_1$  och  $n_2$ , gäller att brytningsindex för antireflexbeläggningen approximativt kan väljas till

$$n_{antireflex} \approx \sqrt{n_1 \cdot n_2}$$