

Tentamen i ELEKTRISK MÄTTEKNIK OCH VÅGFYSIK, FFY615, för Kf2

Examinator: Bertil Dynefors. Ankn 3233

Hjälpmedel: Matematiska tabeller och fysikaliska tabeller inkl Physics Handbook, valfri kalkylator, handskriven A4-sida med formler (båda sidor av A4-arket får innehålla text.). Inga övriga hjälpmedel.

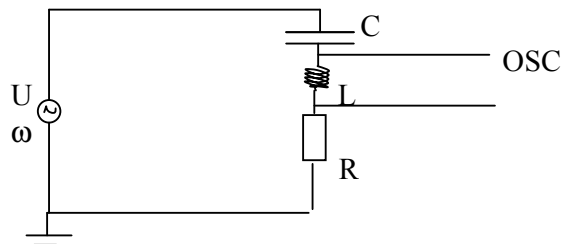
För godkänt krävs minst 20 p. Bonuspoäng adderas enligt givna regler.

Resultat meddelas via epost. Granskning kan ske efter kontakt med examinator.

Svara utförligt, med motiveringar, på alla frågor.

1. Laborationsfråga.

Antag att vi har en serieresonanskrets enligt figur och att vi vill göra mätningar på kretsen med ett oscilloskop.



- Om spänningen över induktansen L skall mätas kan man inte koppla in oscilloskopet enligt OSC i figuren. Varför kan man inte det och hur skall spänningen över L mätas med oscilloskopet? Vilken koppling krävs i det fallet?

- Hur kan strömmen genom kretsen bestämmas med hjälp av oscilloskopet? (4p)

2. En mycket lång rak ledare passeras av strömmen I.

Tillämpas Biot-Savarts lag $\mathbf{B} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$ kan ett magnetfält \mathbf{B} bestämmas.

Förklara med hjälp av figur den exakta innebörden av det som står under integraltecknet. Beteckningar och riktningar skall framgå av figuren.

Amperes lag $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I$ kan också användas för beräkningar på den långa raka ledaren. Vad är det som bestäms med hjälp av Amperes lag och under vilka villkor kan det bestämmas? (4p)

3. - Vad skiljer en kritiskt dämpad från en starkt dämpad svängningsrörelse? (2p)

- Visa med hjälp av en skiss vad som menas med koherenta vågor. (2p)

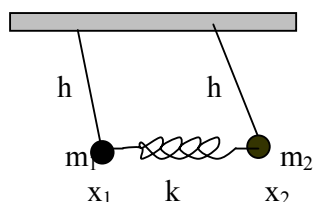
- Förklara vad som menas med gruppshastighet och fashastighet. (2p)

- En tvådimensionell våg ges av $z(x,y,t) = 0,01 \cos(10\pi x + 40\pi y - \omega t)$.

Visa med en, rimligt skalenlig, skiss hur denna våg breder ut sig. (2p)

($\Sigma 8p$)

4. Ett objekt med massan 100 kg är placerad på en fjäder, som i sin tur vilar på ett golv. Systemet är svagt dämpat med en dämpningskonstant $b=942 \text{ Ns/m}$. Objektet innehåller rörliga delar, som när de roterar med vinkelfrekvensen ω orsakar en vertikal kraft $F_0\omega^2\cos\omega t$ på systemet (objektet). Resonanssvängningar uppkommer vid $\omega=40\pi \text{ s}^{-1}$. Amplituden i objektets svängning är då 1 cm. Beräkna svängningsamplituden då frekvensen är $\omega=80\pi \text{ s}^{-1}$. (8p)
5. En kopplad pendel har en fjäder med fjäderkonstanten k mellan loden som hänger längst ner i "pendeltrådarna", av längderna h .



Ställ upp de kopplade svängningsekvationerna och motivera termerna i ekvationerna. x_1 och x_2 är utslag från jämviktsläge. Inför sedan de normala koordinaterna

$$X = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad Y = x_1 - x_2$$

och bestäm uttryck för de normala frekvenserna. Hur stor skall massan m_2 vara om den högsta normala modfrekvensen skall ha periodtiden 1 sek ?

$h=0,8 \text{ m}$; $k=10 \text{ N/m}$; $m_1=0,6 \text{ kg}$.

(Ledning: För att få ena modfrekvensen, addera svängningsekvationerna, för att få andra modfrekvensen, subtrahera sv.ekv efter att de multiplicerats med faktorer.) (8p)

6. En lång sträng med en massa per längdenhet av $0,2 \text{ kg/m}$ är sträckt med en spänning av 500 N. Bestäm hastigheten för transversella vågor på strängen och den medeleffekt som krävs för att bibehålla en utbredande våg av amplituden 10 mm och våglängden 0,5 m. Strängen är hopfogad med en annan sträng med massan per längdenhet av $0,8 \text{ kg/m}$. Vilken andel av effekten hos vågen transmitteras till den andra strängen ? (8p)

7. En dubbelspaltuppställning producerar interferensfransar med användning av vitt ljus. Då en glimmerskiva med brytningsindex 1,6 sätts framför ena spalten flyttas det centrala maximum en sträcka x_0 . Då experimentet senare upprepas med monokromatiskt ljus ($\lambda=480 \text{ nm}$) och utan glimmerskivan, finner man att 30 mörka fransar får plats på sträckan x_0 över vilken centrala maximum förflyttades i det första delförsöket. Hur tjock var glimmerskivan? (8p)

Svar, lösningar på tent 110819

1. Man kan inte mäta L på det sättet som visas i figuren p g a att ena oscilloskopanslutningen är jordad. När oscilloskopet kopplas in kommer då motståndet R inte att leda ström, eftersom dess båda anslutningar ligger på jordpotential. L måste ersätta R :s position för att spänningen över L skall kunna mätas.

Strömmen genom kretsen erhålls genom att mäta spänningen över R och dividera med R .
2. Rita figuren och markera tydligt i figuren vad som är vektorerna dl , r och B när det gäller Biot-Savarts lag.
Genom Amperes lag kan i första hand magnetfältet B bestämmas enkelt i symmetrifall.
3. -En kritiskt dämpad svängning avtar snabbare mot viloläget än en starkt dämpas svängning om de börjar sv.rörelsen på samma sätt.
-Koherenta vågor ligger i fas med varandra.
- Grupphastigheten är hastigheten för en summa (en grupp) av vågor. Fashastigheten eller våghastigheten är hastigheten för den enskilda vågen.
- Viktigt visa riktningen för vågen och de relativa våglängderna i x - och y -led.
4. Standarduppgift om tvungen svängning.
Om inget annat sägs kan man, som i denna uppgift, utgå från att resonansfrekv 40π är lika med egenfrekvensen ω_0 .
Sedan är det formelanvändning. Svar: amplituden $0,1$ cm
5. I denna uppgift står det hur man skall gå tillväga för att lösa ut normalmodfrekvenserna, annars kan man alltid skriva rörelseekv. som egenvärdeskv.
Svar: massan $m_2 = 0,96$ kg
6. Hastigheten för vågen direkt ur spänning och massa per längdenhet: Svar 50 m/s.
Medeleffekten fås direkt ur uttryck till 197 W.
Våglängden på den andra strängen får först beräknas, från massdensiteterna och våglängden på första strängen. Svar på transmitterad andel: $8/9$.
7. Dubbelspalt.
Här har fel svar uppgivits.
Det korrekta är 24 μm .