

Eksamen i: FYS2130 Svingninger og bølger.

Eksamensdag: 10. juni 2016.

Tid for eksamen: kl. 14:30 - 18:30.

Oppgavesettet er på: 4 + 3 sider.

Vedlegg: Generelle formelark utgjør de siste tre sidene.

Tillatte hjelpemidler: Øgrim/Angell og Lian: Størrelser og enheter i fysikken.

Rottmann: Matematisk formelsamling.

Elektronisk kalkulator av godkjent type (uten lagret tekst).

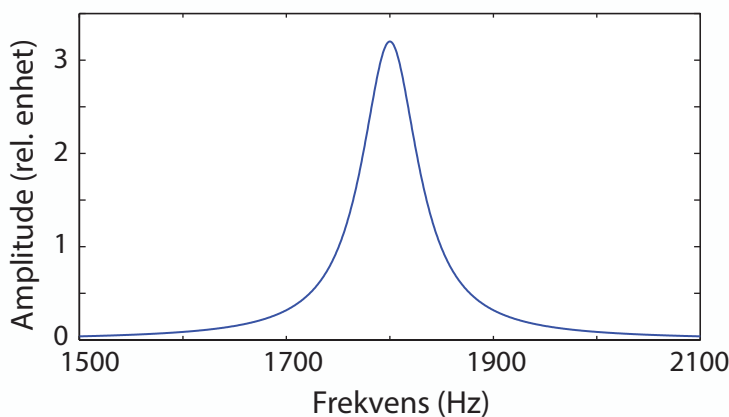
Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Maks 5 poeng per delspørsmål i hele eksamenssettet. Lurt å ta lette og korte oppgaver først!

Oppgave 1

Litt av hvert:

- a) Vi studerer et svingesystem og påfører det en kraft med konstant amplitude, men med variabel frekvens. For hver frekvens venter vi lenge nok til at systemet har kommet til en stabil svingetilstand, og noterer amplituden. Resultatet er vist i figur 1. Bestem Q -verdien til svingekretsen.



Figur 1: Amplitude på tvungne svingninger for et svingesystem som funksjon av frekvens på den påtrykte harmonisk varierende kraften.

- b) Anta at vi anvender den frekvensen som ga størst svingeamplitude i forrige oppgave og at vi plutselig kutter ut den påtrykte kraften etter at bevegelsen var blitt stabil. Lag en skisse som viser hvordan tidsutviklingen ville bli fra da av. For å få full uttelling må du angi et matematisk uttrykk og/eller tall som gir god info om tidsutviklingen.

- c) Angi to forskjellige matematiske uttrykk for en plan bølge. Fortell hva størrelsene som inngår i uttrykket står for.
- d) Vi bruker superposisjonsprinsippet “på amplitudenivå” i stedet for “på intensitetsnivå”. Forklar hvorfor. Er superposisjonsprinsippet å betrakte som en naturlov, eller er det unntak fra prinsippet? Begrunn svaret.
- e) Hva mener vi med et dispersivt medium? Beskriv kvalitativt hvordan dispersjon vil påvirke bølgebevegelsen til en 1) harmonisk bølge, 2) en ikke-harmonisk bølge? Hva er forskjellen på normal dispersjon og anomal dispersjon?
- f) Når vi beskriver lydbølger skiller vi mellom trykk og forflytning. Forklar. I en lukket orgelpipe er den ene enden lukket og den andre åpen. Anta at vi har en perfekt stående bølge i orgelpipen. På hvilke steder vil det være buker og knuter for henholdsvis forflytningsbølgen og trykkbølgen?
- g) Hvordan har vi brukt uttrykkene “nærfelt” og “fjernfelt” når vi har omtalt elektromagnetiske bølger? Hva karakteriserer de to tilstandene av et elektromagnetisk felt?
- h) Lag en skisse av fargehesteskoen og indiker viktige trekk med denne. Forklar hvordan additiv fargeblanding kan visualiseres ved fargehesteskoen, og forklar hvorfor det er en rekke farger i naturen som ikke kan gjengis ordentlig på en dataskjerm.
- i) Interferensmønsteret vi kan fange opp på en skjerm etter en dobbeltspalt og etter et optisk gitter har noe til felles, og likevel er det stor forskjell. Hva er felles? Hva er forskjellene?
- j) Hvorfor må vi endre dimensjonene på en rektangulær bølgeleder når vi skifter frekvensen til mikrobølger som skal sendes gjennom bølgelederen?

Oppgave 2

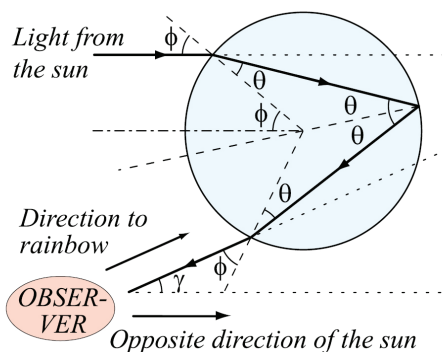
Lyd, koherens:

- a) Lydintensiteten utenfor en bolig nær en motorvei er målt til 0.158 mW/m^2 . Bestem lydintensiteten i dB(SPL). Hva står forresten “SPL” for?
[Dersom du ikke husker referanseverdien, får du anta en verdi og vise hvordan du da kan beregne dB(SPL).]
- b) Vanligvis angir vi ikke lydforurensing i dB(SPL), men i en lignende enhet. Hvilken? Forklar hva som er forskjellen mellom disse målene. Hvorfor er ikke dB(SPL) velegnet for å angi lydforurensing?
- c) Støyen fra motorveien er ikke-koherent. Hva menes med dette?
- d) Vi skiller mellom to typer koherens. Forklar.
- e) Autokorrelasjonsfunksjonen kan brukes for å beregne koherenslengder eller koherenstider. Forklar hvordan (max en halv side). Kan begge typer koherens bestemmes på denne måten? Begrunn svaret.

Oppgave 3

Refleksjon/brytning/polarisasjon/interferens:

a) Regnbuen danner en del av en sirkel med vinkelavstand på ca 42 grader relativt til retningen til “antisol” (motsatt retning av synsretningen til Sola). Figur 2 viser strålegangen i regndråpen. Som gitt i figurteksten er vinkelen $\phi \approx 60^\circ$ for de lysstrålene som gir oss regnbuen. Bestem brytningsvinkelen θ . Brytningsindeksen for vann er 1.333.



Figur 2: Det lyset som gir oss regnbuen går gjennom vandrdråpene som vist i denne figuren med en vinkel $\phi \approx 60^\circ$.

- b) Beregn Brewstervinkelen både for lys som går fra luft mot vann og i grensesjiktet vann mot luft.
- c) Dersom du betrakter regnbuen gjennom et lineært polarisasjonsfilter, hva ville du kunne oppleve? Gi nødvendige detaljer i beskrivelsen.

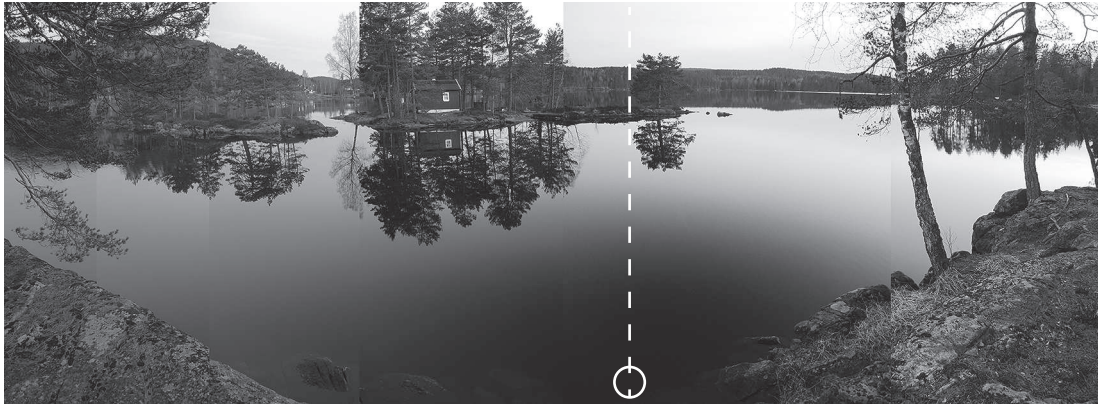
d) Bildemontasjen i figur 3 (neste side) viser hvordan lys fra sola, spredt av atomer og molekyler i atmosfæren, blir reflektert fra en speilblank vannflate. I et område merket med en sirkel i fotografiet blir praktisk talt ikke noe lys reflektert (vi ser rett til den sorte bunnen på vannet). Hva forteller det om det spredte lyset fra den delen av himmelen som normalt skulle blitt reflektert i den aktuelle retningen (retningen markert med en stiplet linje)?

Du kan siden, om du er interessert, lese mer om spredt lys på Wikipedia under “Rayleigh scattering”.

Oppgave 4

Geometrisk optikk m.m.:

a) Den 9. mai 2016 var en flott Merkurpassasje synlig i sin helhet i Norge. Det ble hevdet at man ikke kunne se med bare øynene Merkurskiven mens den gled over solskiven, fordi Merkur er for liten. Gjør noen beregninger som støtter eller svekker en slik påstand. [Det tas i denne oppgaven for gitt at man bruker tilstrekkelig med



Figur 3: Bildemontasje som viser reflektert lys fra en speilblank vannoverflate omtrent ved solnedgang. Total bildevinkel horisontalt er ca 150 grader. Retningen markert med stiptet linje er omtrent vinkelrett på retningen til sola (sola lå i horisonten utenfor høyre del av bildet). Retningen fra observatøren ned til området merket med en sirkel, var ca 50 grader (relativt til loddlinjen).

filtre for at lysintensiteten inn på øyet ikke blir for stor!]

Info: Merkurs diameter 4879.4 km. Midlere avstand Sol - Merkur 5.79×10^7 km. Midlere avstand Sol - Jord 1.49×10^8 km. Avstand linse/netthinne i et menneskeøye ca 20 mm. Diameter til synscellene (tappene) i fovea (ansvarlig for skarpsyn) på netthinnen ca $2.0 \mu\text{m}$. Vi ser i denne oppgaven for enkelhets skyld bort fra diffraksjon.

b) Vi hadde liggende en gammel linse med 10 cm diameter og påskrevet $f = 500$ mm. Vi hadde videre en lupe liggende med påtrykt: 5X. Disse ble satt sammen til et lite teleskop. Forklar hvordan dette kunne gjøres. Tegn et strålediagram der du bruker de vanlige konstruksjonsreglene for tynne linser. [Du kan gjerne i denne tegningen anta at objektavstanden bare er noen få meter i stedet for “uendelig” for å lette tegningen.] Bestem avstanden mellom linsene og forstørrelsen dersom vi skulle bruke dette teleskopet for å kikke på Merkurpassasjen. [Solfilter antas brukt!] Ville vi kunne se Merkurskiven under Merkurpassasjen ved hjelp av dette teleskopet? Som alltid: Begrunn svarene.

c) Vi fikk lyst å bruke den 10 cm store linsen som brenn glass. Hvor stor irradians kunne vi maksimalt oppnå lokalt på et stykke papir dersom vi brukte linsen som brenn glass? Irradiansen fra Sola er om lag 900 W/m^2 ved bakken på Jorda.

Eksamenssettet slutter her, men etterfølges av tre sider med formler.