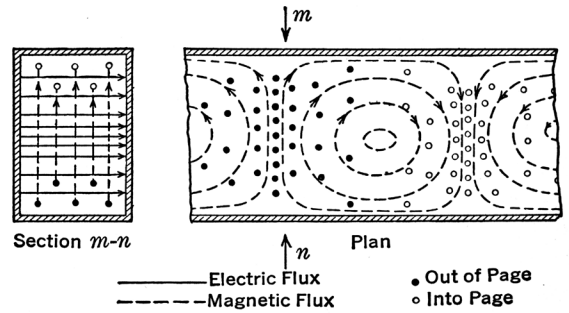


# Oppgaver for gruppeundervisningen i FYS2130 uke 17 (20. - 24. april) 2009.

## Diskusjons / forståelsesoppgaver:

1. Figuren til høyre viser elektriske og magnetiske feltlinjer for elektromagnetiske TE<sub>01</sub> bølger gjennom en hul rektangulær bølgeleder. Påpek hvorfor slike bølger tilfredsstiller randbetingelser for elektriske og magnetiske felt i overgangen mellom luft (vakuüm) og metall (med god ledningsevne).



2. Er divergensen til magnetfeltet null overalt, eller er det enkelte områder der dette ikke er tilfredsstilt? Begrunn svaret! Gjør samme analyse med elektrisk felt.

3. Kan vi bruke formelen for skinndybde utledet i Arne Dahlbacks kompendium for å finne hvor tykt lag elektronene bruker ytterst i en leder når det går vekselstrøm gjennom lederen?

4. Drøft hvorvidt Faraday-bur har noe med skinndybde å gjøre eller ikke.

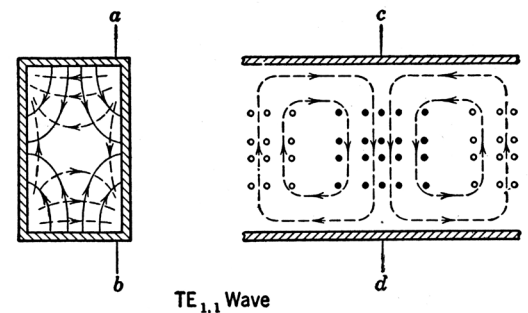
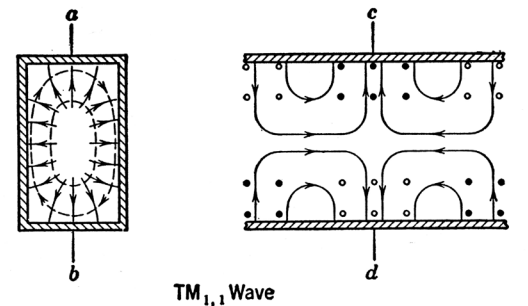
5. For hus som ligger svært nær store kraftledninger (med høy spenning) bruker man ofte å kle huset (spesielt taket) med hønsenetting som man jorder. Hensikten er at vi da får redusert elektrisk felt fra kraftledningen inne i huset til bortimot null. Magnetfeltet fra kraftledningen endres praktisk talt ikke av hønsenettingen. Hvorfor duger ikke formlene vi har utledet for skinndybde i en slik setting?

3. Bølgeledere brukes ofte for å overføre mikrobølger (elektromagnetiske bølger/ effekt) i frekvensområdet 2 - 60 GHz, og sjeldent for andre frekvenser. Hva kan grunnen til dette være?

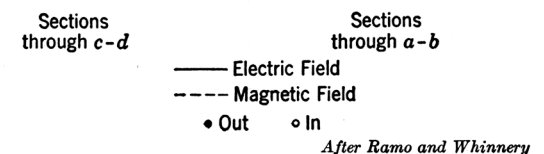
4. Bølgeledere brukes ofte for å overføre store effekter. Hva kan sette en begrensning på hvor stor effekt som kan overføres?

5. Kan man overføre like store effekter ved hjelp av en bølgeleder for høye frekvenser som for lave frekvenser (bølgelederne skaleres med frekvensen)?

6. TE står for “transvers electric” og TM for “transvers magnetic”. Indekser står for antall halve bølgelengder på tvers av den lengste og den korteste dimensjonen i den rektangulære bølgelederen. Sjekk at bølgemønsteret gitt i første figur på denne siden svarer til TE<sub>01</sub>, og sjekk at betegnelsene på de to siste bølgemodusene også stemmer med bølgemønsteret inne i bølgelederen.



7. Hvilken (hvilke) løsninger har bølgeligningen ligning 7.18 (eller 7.19) i kompendiets kapittel 7 (Maxwells ligninger)?



## Regneoppgaver:

8. Skinndybden i kobber for radiobølger med frekvensen 1 MHz er ca 0.1 mm ved romtemperatur. Beregn skinndybden for samme frekvensen når kobber kjøles ned til 15 K og ledningsevnen øker med en faktor  $10^4$ .
9. Ledningsevnen til sjøvann er om lag  $4 (\Omega\text{m})^{-1}$ . Hva er skinndybden for lavfrekvente radiobølger med bølgelengde ca 3000 m? (brukes til kommunikasjon med ubåter i neddykket tilstand).
10. Skissér grafisk størrelsen på elektrisk felt som funksjon av inntrengningsdybden inn i en 1 cm tykk, plan kobberplate når en plan elektromagnetisk bølge med frekvens 1 MHz kommer normalt inn mot kobberplaten.
11. Bruk uttrykkene for fase- og gruppehastighet på side 10 i kapittel 6 av kompendiet, samt ligning 3 side 12 i Arne Dahlbacks kompendium om bølgeledere, for å vise at for bølger i en bølgeleder gjelder at produktet av fase- og gruppehastighet er lik kvadratet av lyshastigheten i vakuum.
12. Beregn omtrent fysiske mål for en bølgeleder som skal egne seg for å overføre mikrobølger i K-bånd, nærmere bestemt 18 GHz i TE<sub>01</sub>-modus. Hvordan kan vi være sikre på å få TE<sub>01</sub> modus og ikke f.eks. TE<sub>11</sub> modus?
13. Eksamensoppgave 2 i eksamen for FYS 105 våren 2004.
14. Eksamensoppgave 1 i eksamen i FYS2130 høsten 2006.
15. Eksamensoppgave 3 i eksamen i FYS2130 våren 2005.
16. Beregn fase og gruppehastigheten til en elektromagnetisk TE<sub>01</sub> bølge med frekvens 9.5 GHz som forplanter seg gjennom en rektangulær bølgeleder med fysiske mål innvendig: 2.25 cm og 0.5 cm.
17. Ved å se på første figuren på forrige side, bestem retningen som bølgen beveger seg i (for høyre del av figuren). Du bør forsøke å bruke Poynting vektor såvel som Ampère-Maxwells lov (den om rotasjonen til magnetfeltet).

\*\*\*

**Merk:** I en av oppgavene i dette datasettet kan det hende du har bruk for at det blir dielektrisk gjennombrudd i luft (dvs luft blir elektrisk ledende) dersom elektrisk felt blir større enn ca  $3 \cdot 10^8$  V/m.

Dersom du ikke rekker alle oppgavene, kan du evt sløyfe nr 6 og 10 inntil du får mer tid.