

# FYS2130: Oppgaver for gruppeundervisningen uke 11 2009

## Forståelsesoppgaver/diskusjonsoppgaver:

1. Kan vannbølger og/eller lydbølger i luft bli reflektert og transmittert (slik vi har sett at transversale bølger kan) ?
2. Når vi ser en refleks i et vindu, ser vi ofte to bilder bitte litt forskjøvet i forhold til hverandre. Hva skyldes dette? Har du sett mer enn to bilder av og til?
3. Du sender en laserstråle mot en glassplate. Kan du oppnå totalrefleksjon? Forklar.
4. Hvordan kan du avgjøre om solbriller er av polaroid-typen eller ikke?
5. Hvordan kan du bestemme polariseringsaksen til et enkelt lineært polarisasjonsfilter?
6. Hastigheten til lydbølger i luft øker med temperaturen, og lufttemperaturen i luft kan variere mye med høyden. Om dagen varmes bakken ofte opp mer enn luften slik at temperaturen i luften nær bakken er varmere enn litt lenger opp. Om natta avkjøles bakken (ved utstråling) og man kan ende opp med at temperaturen i luften etter hvert blir lavest nær bakken og stiger litt (før den igjen blir kjøligere enda lenger opp). Kan du bruke Huygens prinsipp for å forklare at man ofte hører lyder fra fjerne lydkilder bedre om natten enn om dagen?
7. Hvorfor ser gjerne havet lyst og blankt når vi betrakter en solnedgang i havet?

## Vanlige regneoppgaver:

8. En lyskilde har bølgelengde 650 nm i vakuum. Hva er lyshastigheten i en væske med brytningsindeks 1.47? Hvor stor er bølgelengden i væsken?
9. Lys går gjennom en glansterning som er helt nedsenket i vann. Innfallsvinkelen for en lysstråle som går mot glass-vann grenseflaten er 48.7 grader. Dette svarer til kritisk vinkel der man går over fra å ha noe transmisjon til ren totalrefleksjon. Bestem brytningsindeksen for glasset. Brytningsindeksen for vann ved 20 grader C ved 582 nm er 1.333.
10. Anta at en optisk fiber har en forskjell på brytningsindeks på 1 % mellom glasset i den indre kjernen der lyset skal gå og den omliggende laget med glass. Bestem maksimal vinkel (i forhold til fiberaksen) lyset kan ha og likevel få totalrefleksjon. Hvor mye vil en kort lyspuls (digitale signaler) flytte ut etter å ha gått 1.0 km langs fiberen? Hva blir da største bitrate (pulser pr sekund) som kan sendes over fiberen før man rensker opp signalet for neste etappe med kommunikasjon? (Vi forutsetter at utflytning i signal er hovedårsak til begrenset bitrate i vårt tilfelle.)
11. Når en parallell upolarisert lysbunt treffer en glassflate med innfallsvinkel 54.5 grader, er den reflekterte strålen fullstendig polarisert. Hvor stor er brytningsindeksen for glasset? Hvilken vinkel har den transmitterte lysstrålen?
12. En horisontal upolarisert lysstråle går gjennom et lineært polarisasjonsfilter med polarisasjonsakse dreid 25.0 grader fra vertikalen. Lysstrålen fortsetter gjennom et nytt, makent polarisasjonsfilter

der aksen er dreid 62.0 grader fra vertikalen. Hvor stor intensitet har lyset etter det har gått gjennom begge filterne sammenlignet med intensiteten før første filterert?

13. Vis at dersom man sender en tynn lysstråle på skrå gjennom en plan glassplate, vil strålen som går gjennom glasset ha samme retning som den innkommende strålen, men være parallellforskjøvet fra denne. Vis at parallellforskyvningen utgjør en avstand  $d$  gitt ved:

$$d = t \sin(\theta_a - \theta_b) / \cos(\theta_b)$$

hvor  $t$  er tykkelsen på glassplaten og  $\theta_a$  er innfallsvinkelen og  $\theta_b$  er vinkelen mellom innfallsloddet og strålen inne i glasset.

Finn forskyvningen  $d$  dersom glassplaten er 2.40 cm tykk, har brytningsindeks 1.80 og innfallsvinkelen for den innkommende strålen er 66.0 grader.

14. Vis matematisk at innfallsvinkel er lik "utfallsvinkel" (vinkel mellom reflektert stråle og innfallsloddet) ved å bruke Fermats prinsipp.

15. Et dobbeltbrytende materiale har en brytningsindeks  $n_1$  for lys med en viss lineær polariseringsretning og  $n_2$  for lys med polariseringsretning vinkelrett på den første. Dersom dette materialet skal kunne brukes som en kvart-bølgelengde-plate, må lys med den ene polariseringen ha en kvart bølgelengde mer innenfor platen enn lys med vinkelrett polarisering. Vis at platen da må ha (minimum) en tykkelse gitt ved:

$$d = \lambda_0 / (4(n_1 - n_2))$$

hvor  $\lambda_0$  er bølgelengden i vakuum (luft). Finn minste tykkelse for en kvart-bølge-plate som har  $n_1 = 1.875$  og  $n_2 = 1.635$  og bølgelengden er 589 nm. Hvilken funksjon har forresten en kvart-bølge-plate?

16. Bestem hvor mye en lysstråle blir avbøyd dersom den går gjennom et likesidet trekantet glassprisme på en slik måte at lysstrålen inne i prismet er parallell med en sideflate. Glasset har brytningsindeks  $n$ .

17. Forsøk å analysere hvordan lyset går gjennom en kuleformet vanddråpe. Definer de vinklene du trenger og benytt deg av symmetrier. Finn ut hvilke parametere som er viktige for å forutsi hvor regnbuen viser seg. For å få fram selve regnbuen må man enten bruke numeriske løsningsmetoder (noe dere ikke skal gjøre) eller Fermats prinsipp i moderne form. Forsøk uten å gjennomføre regningen å vise hvorfor dette prinsippet kommer inn i bildet. (Ikke bruk mer enn ca 15-20 min på oppgaven.)