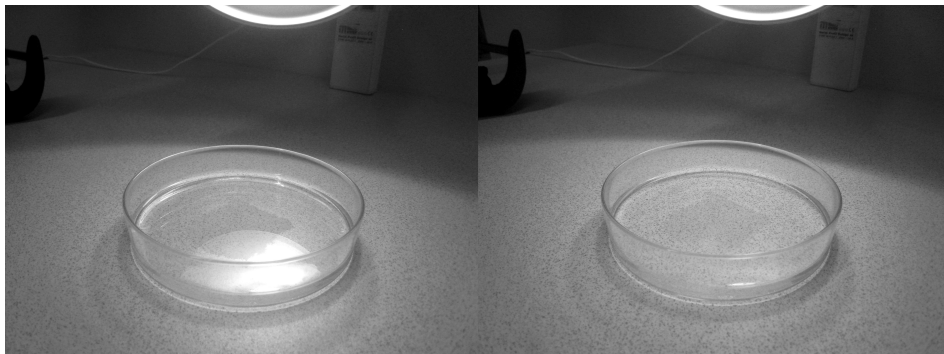


Grenseflatepolarisert lys



Hensikt

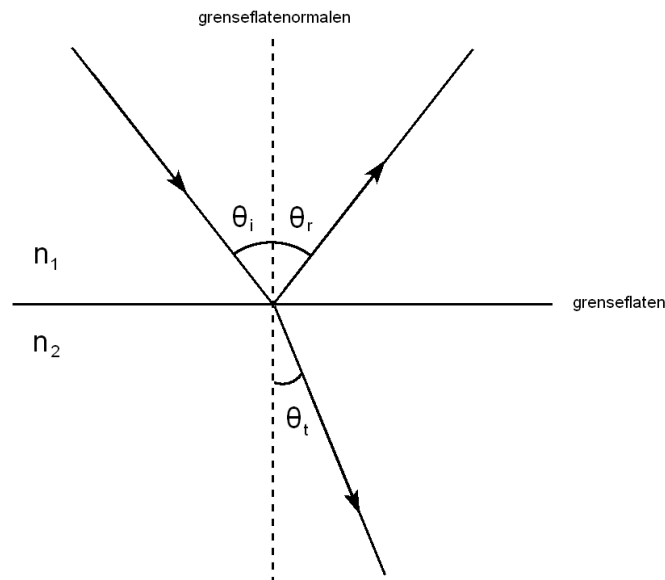
Oppsettet på bildet brukes til å illustrere polariseringen til grenseflaterereflektert lys ved den såkalte Brewstervinkelen. Begge bildene ovenfor er tatt med et polarisasjonsfilter plassert foran kameralinsen. Forskjellen mellom bildet til venstre og til høyre er at i det høyre bildet er polarisasjonsfilteret rotert 90° i forhold til posisjonen filteret hadde i det første bildet.

Bakgrunnsteori

Vi skal nå se litt på hvordan vi kan finne polarisasjonstilstanden til grenseflatereflektert lys. Vi starter fra Snell's lov, som sier at når lys som propagerer langs $\vec{k}_i$ treffer en grenseflate mellom to medium med brytningsindeks lik henholdsvis n_1 og n_2 , så er vinkelen θ_i mellom retningen $\vec{k}_i$ til det innfallende lyset og grenseflatenormalen, relatert til vinkelen θ_t mellom retningen $\vec{k}_t$ til det brutte lyset og grenseflatenormalen, på følgende vis:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \quad (1)$$

Vi har videre at lyset som reflekteres ved grenseflaten, propagerer i en retning $\vec{k}_r$ som danner en vinkel $\theta_r = \theta_i$ med grenseflatenormalen. Planet som inneholder flatenormalen samt de tre bølgevektorene $\vec{k}_i$, $\vec{k}_t$ og $\vec{k}_r$, kalles for innfallsplanet. Vi ser på tilfellet der det innkommende lyset er upolarisert.



Dette lyset kan imidlertid dekomponeres i to komponenter, der den ene komponenten er polarisert slik at det elektriske feltet oscillerer i innfallsplanet, og den andre komponenten polarisert perpendikulært på innfallsplanet. Vi skal nå dra en liten parallell til et annet lekelaboppsett, nemlig oppsettet som omhandler lysspredning, og som forklarer hvorfor himmelen er blå og solnedgangen rød. Visste du at refleksjon av lys ved en grenseflate faktisk er et kollektivt resultat som oppstår på grunn av en meget stor mengde spredningsprosesser? Vi skjønner da at det må være spredningsprosesser i medium n_2 som gir den reflekterte lyskomponenten, siden ingen refleksjon skjer dersom medium n_2 ikke var til stedet. Vi skal ikke gå nærmere inn

på dette her; det holder at vi vet at vi kan modellere området med brytningsindeks n_2 umiddelbart innenfor grenseflaten med en rekke spredere. Vi ser så på hva som skjer med henholdsvis de to lyskomponentene polarisert parallelt med og perpendikulært på innfallsplanet. Den parallellpolariserte komponenten vil påvirke grenseflatesprederne våre slik at de oscillerer i innfallsplanet, perpendikulært på propageringsretningen $\vec{k}_t$. Disse spredene oscillerer altså langs en retning $\pm\vec{p}$ som danner en vinkel $\theta_t - 90^\circ$ med grenseflatenormalen. Den perpendikulærpolariserte komponenten av den elektriske bølgen som propagerer langs $\vec{k}_t$ vil på den andre siden få grenseflatesprederne til å oscillere perpendikulært på innfallsplanet.

Grenseflatesprederne våre er små oscillerende dipoler. Et karakteristisk trekk ved dipolstråling er at ingen stråling emitteres langs dipolaksen. Følgelig har vi at dersom oscilleringsretningen $\pm\vec{p}$ til spredene som påvirkes av den elektriske komponenten polarisert i innfallsplanet, samfaller med retningen $\vec{k}_r$ til det reflekterte lyset, så kan dette reflekterte lyset ikke bestå av noen elektriske feltkomponenter polarisert i innfallsplanet. Derfor er det reflekterte lyset for det spesielle tilfellet der $\pm\vec{p}$ er parallell/antiparallell med $\vec{k}_r$, lineærpolarisert perpendikulært på innfallsplanet. Utifra våre tidligere argumenter ser vi dermed at dette spesielle tilfellet inntreffer når $\theta_t - 90^\circ = \theta_r = \theta_i$. Vi kombinerer med Snell's lov og har dermed følgende:

$$n_1 \sin(\theta_i) = n_2 \sin(\theta_t) = n_2 \sin(\theta_r + 90^\circ) = n_2 \sin(\theta_i + 90^\circ) = n_2 \cos(\theta_i) \quad (2)$$

Vi får da at innfallsvinkelen som resulterer i lineærpolarisert reflektert lys fra grenseflaten mellom medium n_1 og n_2 er gitt som:

$$\theta_i = \arctan(n_2/n_1) \quad (3)$$

Denne vinkelen er kjent under navnet Brewstervinkelen. I tabellen under vises verdier av brytningsindeksen for ulike materialer og korresponderende verdier for Brewstervinkelen.

Tabell 1: Verdier for Brewstervinkelen for refleksjon på grenseflaten mellom ulike medium med brytningsindeks henholdsvis lik n_1 og n_2 .

medium 1	n_1	medium 2	n_2	Brewstervinkel
luft	1.00	vann	1.33	53.1°
luft	1.00	kronglass	1.52	56.7°
luft	1.00	diamant	2.42	67.5°

Oppsett

Oppsettet for observering av polarisasjonstilstanden til grenseflaterreflektert lys består per høsten 2008 av følgende deler:

- En skrivebordslampe
- Et glassfat med vann
- Noen polarisasjonsfiltre
- En gradskive printet på en transparent

Ting du kan prøve ut

Bruk gradskiva til å stille inn skrivebordslampen slik at lysgangen mot vannoverflaten danner en vinkel med omtrent 53° med grenseflatenormalen. Observer refleksjonene fra vannflaten gjennom et polarisasjonsfilter. Prøv å slukke refleksjonen ved å vri polarisasjonsfilteret til en passende vinkel. Fordi lyset fra en skrivebordslampe ikke består av bare parallelle lysstråler, er det ikke sikkert at du klarer å slukke refleksjonen fullstending.

Kan du ved å observere når refleksjonen er slukket/svakest, finne retningen på transmisjonsaksen til polarisasjonsfilteret?