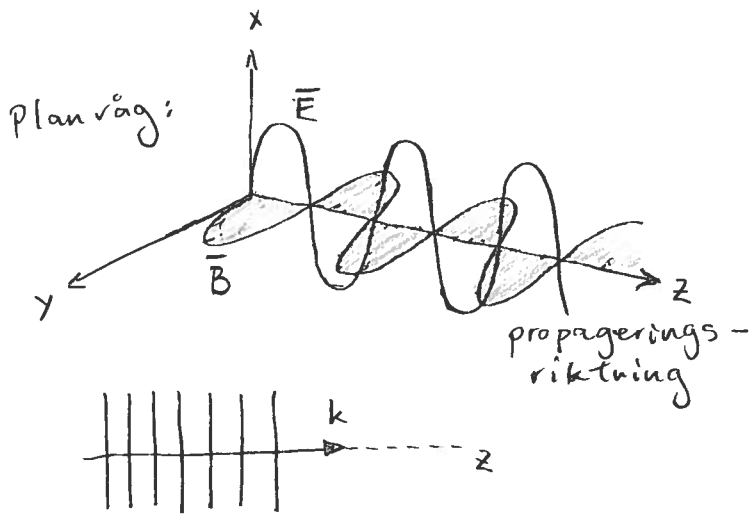


Örning 9 SKIIII

Repetition

VI forts. ELEKTROMAGNETISK VÄGUTBREDNING (kap. 32)



Vågekvationen

$$\frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial x^2}$$

Lösning:

$$\bar{E} = \text{Re} \left\{ E_0 e^{-i(kz - \omega t)} \bar{e}_x \right\}$$

$$\bar{B} = \text{Re} \left\{ B_0 e^{-i(kz - \omega t)} \bar{e}_y \right\}$$

Poyntings vektor — energi transport!

$$\bar{S} = \frac{1}{\mu_0} \bar{E} \times \bar{B}$$

i z-riktning  
( $\bar{e}_z = \bar{e}_x \times \bar{e}_y$ )

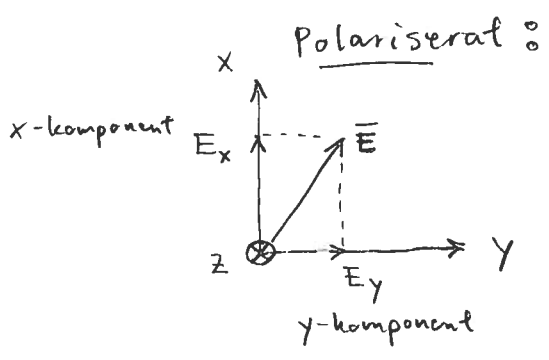
Komplex vågfunktion!

Intensitet

$$I = |\bar{S}|_{\text{avg}} = \frac{1}{2c\mu_0} |\bar{E}|^2$$

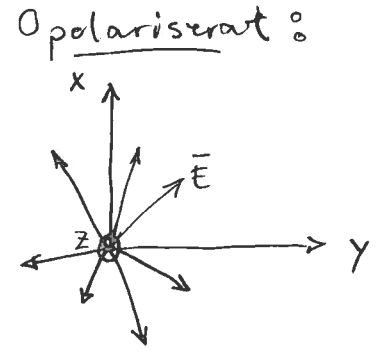
Kvantisering av elektromagnetiska vågor  
 ⇒ ljuspartikel = foton

Polarisation (riktning  $\bar{E}$ )



p.s.s. för B-fält

Likartad orientering hos alla fotoner!



Slumpartad orientering hos alla fotoner!

# VII STRÅLOPTIK (kap. 33-34)

Fas hastigheten  $v$  hos EM-vågor (ljus, radio) är i allmänhet långsammare inuti ett medium (dielektrikum), eller dämpas helt (metall), och beror av frekvensen.

Brytningsindex

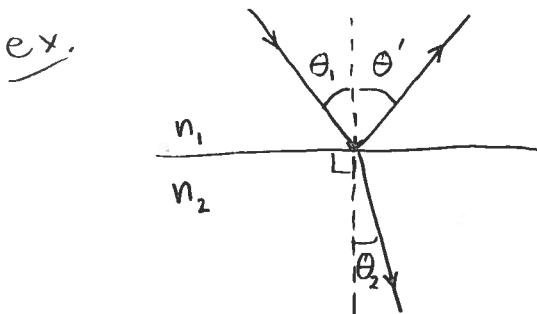
$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

där  $v = \sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}^{-1}$   
frekvensberoende!

Snell's lag

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

① EM-vågor bryts (refraktion) vid övergång mellan två medier med olika fas hastighet (brytningsindex).



② Reflektion

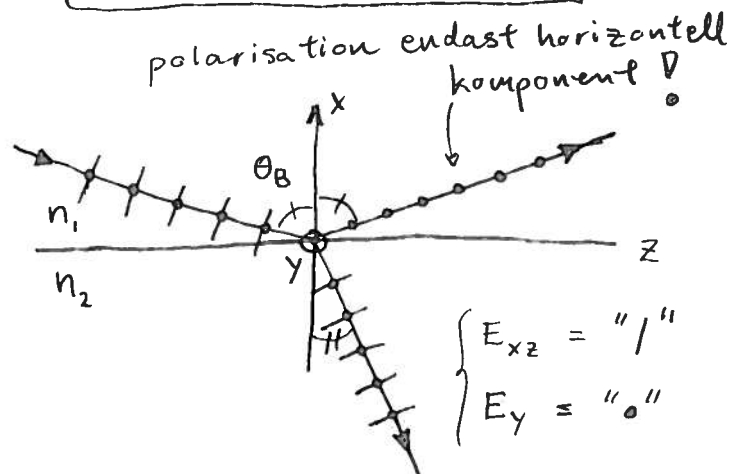
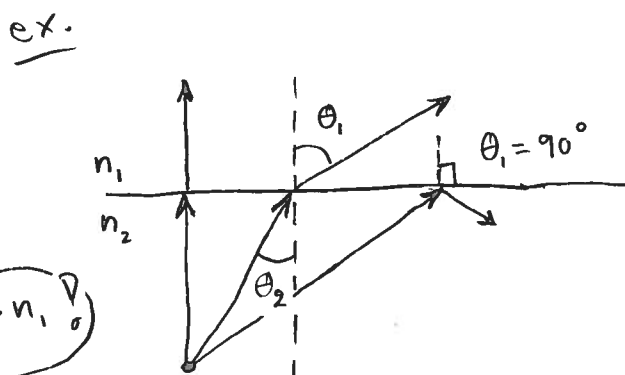
$$\theta_1 = \theta_1'$$

Total reflektion

$$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

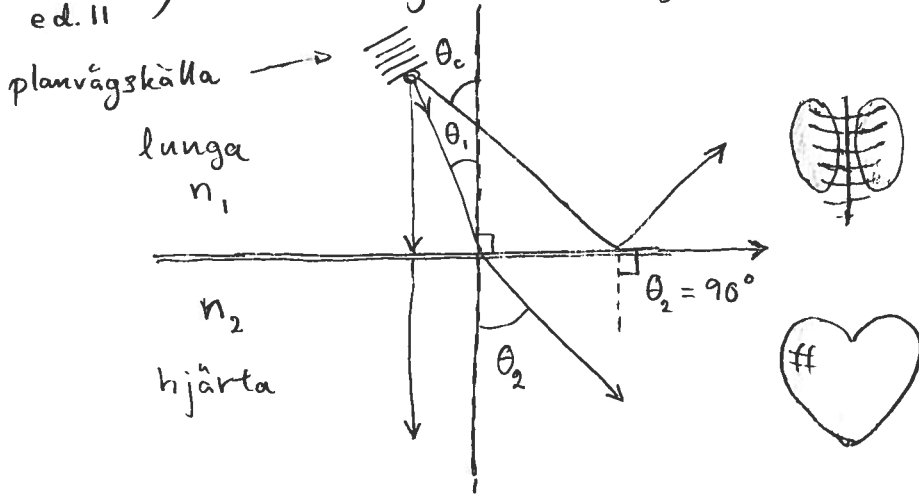
Brewster-vinkeln

$$\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$



33.32)  
ed. 11

Sonogram av hjärta. (Snell's lag + total refl.)



GBS!  
ultraljudvägord.  
f = 1-5 MHz

Sökt:  $\theta_2$  och  $\theta_c$  då  $\theta_2 = 90^\circ$  (kritiska vinkeln) ?

Känt:  $\theta_1 = 9.73^\circ$ ,  $\begin{cases} v_2 = v_{\text{hjärtmuskel}} = 1480 \text{ m/s} \\ v_1 = v_{\text{lunga}} = v_{\text{luft}} = 344 \text{ m/s} \end{cases}$

a) Snell's lag:  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  \*

\*  $\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1 = \left\{ n \propto \frac{1}{v} \right\} =$   
 $= \frac{v_2}{v_1} \sin \theta_1$

$\theta_2 = \arcsin \left( \frac{v_2}{v_1} \sin \theta_1 \right) = \underline{\underline{46,6^\circ}}$

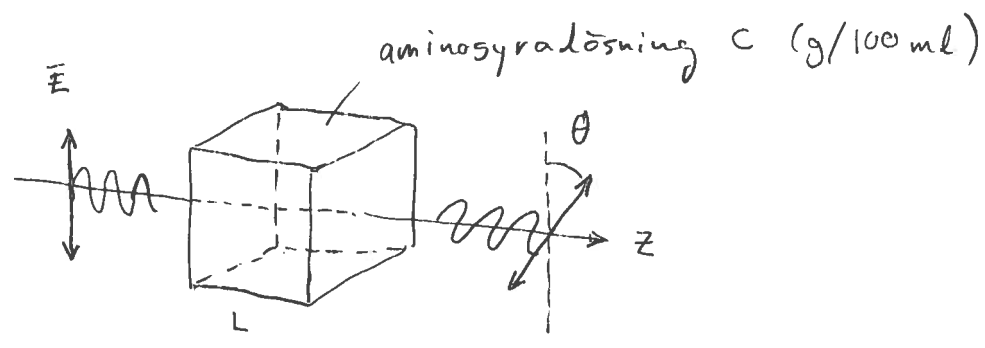
b) Total-reflektion  $\theta_2 = 90^\circ$   $\rightarrow$

\*  $\Rightarrow \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2 = \frac{v_1}{v_2} \sin \theta_2 = \frac{v_1}{v_2}$

$\theta_c = \arcsin \left( \frac{v_1}{v_2} \right) = \underline{\underline{13,4^\circ}}$

33.57)  
ed. 11

### Optisk aktivitet : polarisationsrotation



Sökt : Relation rotation  $\theta$  och koncentration c ?

Känt : Tabell över  $\theta$  m.a.p. olika koncentrationer aminosyror.

l-leucin	d-glutamin	g/100ml
-0,11°	0,124°	1,0
-0,22°	0,248°	2,0
-0,55°	0,620°	5,0
-1,10°	1,24°	10,0
-2,20°	2,48°	20,0
-5,50°	6,20°	50,0
-11,0°	12,40°	100,0

2  
0

Olika ämnen kan ha olika kiralitet, dvs. deras molekyler är höger eller vänster vridna, t.ex. aminosyror. Ljus kan vara cirkulärpolariserat (dvs. roterande fält-riktning) och absorberas olika beroende på kiralitet. Höger (R) och vänster (L) cirkulärpolariserat ljus har olika brytningsindex (fask hastighet) i dessa ämnen vilket introducerar en fasskillnad. Linjärpolariserat ljus kan skrivas som en kombination av (R) och (L) :

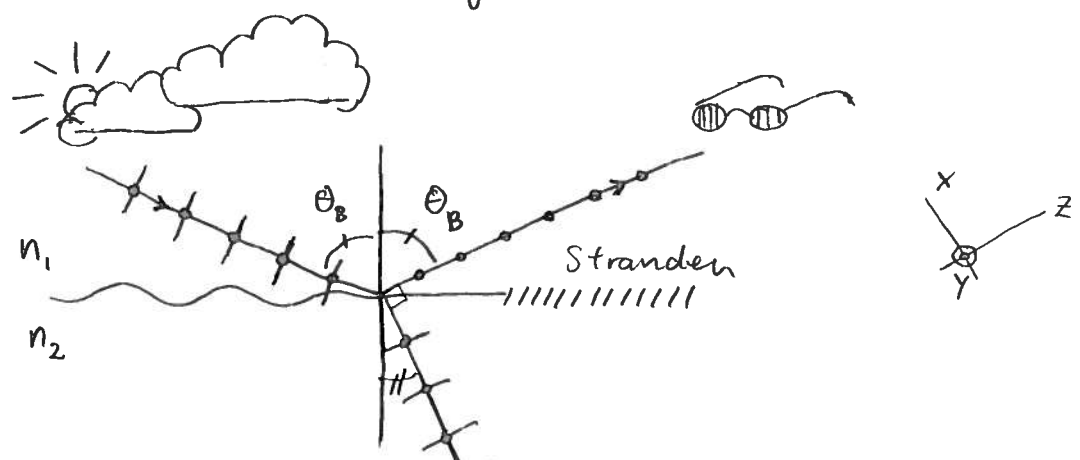
$$E_H^\theta = E_R + e^{i2(\theta + \Delta\theta)} E_L \quad \text{där} \begin{cases} \Delta\theta = \Delta n L \pi / \lambda \\ \Delta n = n_R - n_L \end{cases}$$

Enl. tabell har vi ett linjärt förhållande;

- ⇒ l-leucin : -0,11° per 1g/100ml
- d-glutamin : 0,124° per 1g/100ml.

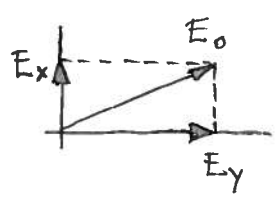
34.40)  
(Halliday  
Resnick  
Walker)

### Polariserad väg



- Sökt:
- Brewstervinkeln?
  - Skillnad i ljusintensitet bakom polariserande solglasögon vid a) stående b) liggande läge.

Känt:  $E_y = 2.3 E_0$  och  $E_x = E_0$  vid stranden.



Brewstervinkeln

$$\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Vatten:  $n_2 = 1,33$  ; Luft:  $n_1 = 1$   
 $\Rightarrow \theta_B = \arctan\left(\frac{1,33}{1}\right) = 53^\circ$

Intensitet

$$I \propto |\vec{E}|^2 = E_x^2 + E_y^2$$

$$I_{utan} \propto E_0^2 + (2.3 E_0)^2 = 6.29 E_0^2$$

a) Filter mot  $E_y \Rightarrow E_y = 0!$   
 $I_{med} \propto E_0^2 \rightarrow I_{med}/I_{utan} = \frac{E_0^2}{6.29 E_0^2} = 0,16 = 16\%$

b) Filter mot  $E_x \Rightarrow E_x = 0!$   
 $I_{med} \propto (2.3 E_0)^2 = 5.29 E_0^2$   
 $\rightarrow I_{med}/I_{utan} = \frac{5.29 E_0^2}{6.29 E_0^2} = 0,84 = 84\%$

100%!