Hinweis

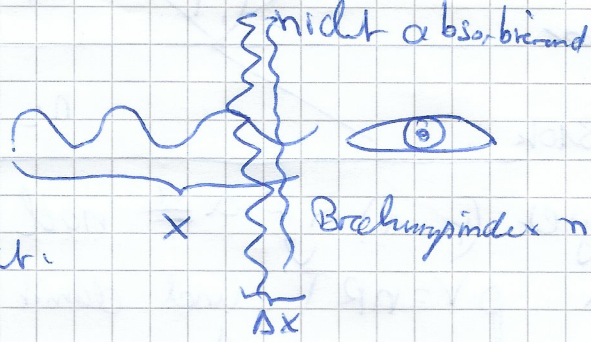
Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

Marvin Zanke Exp III, Blatt 2

1+1+1+0,5 2,5

5) $E = E_0 e^{-i\omega(t - \frac{x}{c})}$



(1) Da c in Glas um n kleiner ist als im Vakuum gilt:

$c = \frac{c_0}{n}$, $c = \frac{\omega}{k}$

$\Leftrightarrow k = \frac{\omega}{c}$

Es gilt: $k_n \cdot c = \omega \cdot n$, k_n: Wellenzahl im Medium

$\Phi_n = k_n \Delta x = \frac{\omega n}{c} \Delta x$ n: Brechungsindex

Δx: Mediumsdicke

Vor der Glasplatte gilt: $n = 1$

$\Rightarrow \Delta\Phi_{ges} = \Phi_{n_{Glas}} - \Phi_1 = \frac{\omega}{c}(n-1)\Delta x$

es erfolgt aber Phasenverschiebung um Φ_{ges}

Die neue Welle hat also die Form:

$E = E_0 \exp[-i(\omega t - kx - \underbrace{k(n-1)\Delta x}_{\text{im Medium}})]$

(2) Für $n \approx 1 \wedge \Delta x \ll 1$ gilt: $k(n-1)\Delta x \to 0$

Somit nähert sich die Welle der Ursprungsform an.

und auch $\Delta\Phi \to 0$ d.h. die Phasenverschiebung verschwindet.

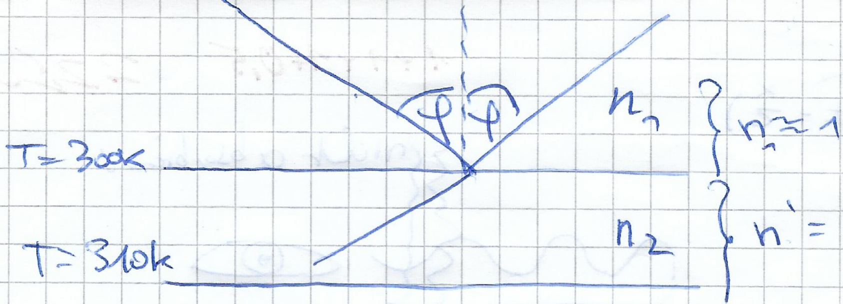
Die physikalische Anschauung ist einfach, dass eine dünnere Platte bzw. ein Brechungsindex näher am einfallenden Mediums-brechungsindex ist, dafür sorgt, dass die Welle ungestörter durch das Medium laufen kann, und damit sehr ähnlich zur Ausgangswelle wird.

0,5P

1P

6)

(1)



Es gilt $(n-1) \propto \rho \propto \frac{1}{T}$ nach idealer Gasgleichung, denn $p \cdot V = nRT$ und damit $\rho \propto \frac{1}{T}$.

Es gilt $(n_1 - 1) \propto \frac{1}{T}$ und $(n_2 - 1) \propto \frac{1}{T+\Delta T}$

Damit $(n_1 - 1)\frac{1}{\Delta T + T} = (n_2 - 1)\frac{1}{T}$

$$\Leftrightarrow n_2 = (n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1 \qquad (1)$$

$$n_1 \sin\varphi = n_2 \Leftrightarrow n_1 \sin\left(\tfrac{\pi}{2} - \phi\right) = n_2 \qquad (2)$$

$$(1) \Leftrightarrow n_1 = (n_2 - 1)\frac{\Delta T + T}{T} + 1$$

Besprechen wir in der Übung!

eingesetzt in II:

$$n_1 \sin\left(\tfrac{\pi}{2} - \phi\right) = (n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1$$

$$\Leftrightarrow n_1 \cos(\phi) = (n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1$$

$\cancel{(n-1) \ll 1}$

$\cancel{\Rightarrow n \approx 1 \Leftrightarrow \frac{1}{n} \approx 1}$

Taylorentwicklung für $\cos\phi$: $1 - \frac{\phi^2}{2} + \underbrace{\frac{\phi^4}{24} + O(n^6)}_{\to 0 \text{ für } \phi \ll 1}$

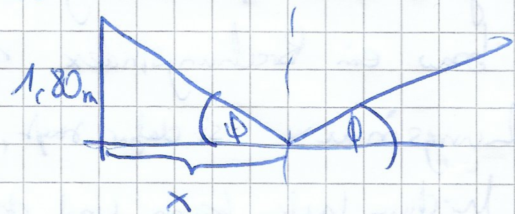
$$\Leftrightarrow 1 - \frac{\phi^2}{2} = \frac{(n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1}{n_1}$$

$$\frac{\phi^2}{2} = 1 - \frac{(n_1 - 1)\left(\frac{T}{\Delta T + T}\right) + 1}{n_1} \Leftrightarrow \frac{\phi^2}{2} = \frac{n_1 - (n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1}{n_1}$$

Wieso? Was stimmt gar nicht!

$$\Leftrightarrow \phi = \pm\sqrt{2\,\frac{n_1 - (n_1 - 1)\frac{T}{\Delta T + T} + 1}{n_1}} \qquad \neq \sqrt{2(n-1)\frac{\Delta T}{T}}$$

(2)



$$\tan\phi = \frac{1{,}80\,\mathrm{m}}{x}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{1{,}80\,\mathrm{m}}{\tan\phi} \qquad \phi = \sqrt{2(n-1)\frac{\Delta T}{T}} = 4{,}47 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$x = 402{,}68\,\mathrm{m}$ ✓

7)

(1) $\vec{S} = E \times \vec{H}$ Poynting-Vektor $\vec{S}$.

Lichtintensität I ist der Betrag des Poynting-Vektors.

$$I = E \cdot H = E \cdot \frac{1}{\mu_0} B$$

Außerdem gilt: $E = cB$

$$I = \frac{1}{c\mu_0} \cdot E^2$$

$$E = \sqrt{c\mu_0 I} = 61{,}38 \frac{V}{m}$$

$$B = 2{,}047 \cdot 10^{-7}\,T$$ ✓

(2) $c = \lambda \cdot f \Leftrightarrow f = \frac{c}{\lambda} = 5{,}99 \cdot 10^{14}$ Hz

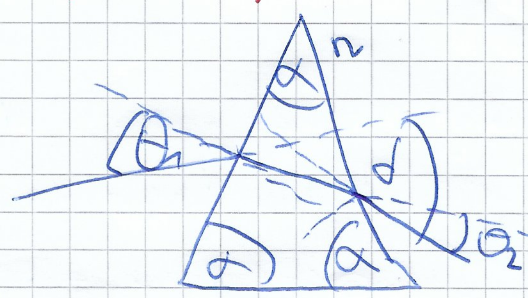
$T = \frac{1}{f} = 1{,}67 \cdot 10^{-15}$ s. (✓) $\hat{=}\, 6 \cdot 10^{14}$ Hz   Frequenz in Hz!

Diese Oszillationsdauer ist sehr klein. Andere physikalische Phänomene in der Mechanik bspw. sind deutlich langsamer. Beobachten solcher Phänomene wird schwierig.

→ opt. ~~W~~ Frequenzkamm N~~P~~ 2005 Hänsch ✓

8)

(1)



Brechungswinkel: θ_1' und θ_2'

Ah, die Winkel :-)

$$\theta_1 + \theta_2 + \pi - \delta + \pi - \alpha = 2\pi \quad , \quad \theta_1' + \theta_2' =$$

$$\frac{\sin(\theta_1')}{\sin(\theta_1)} = n = \frac{\sin(\theta_2')}{\sin(\theta_2)}$$

Daraus folgt sofort:

$$\delta = \theta_1 - \alpha + \arcsin\left(\sin(\alpha)\sqrt{n^2 - \sin^2(\theta_1)} - \cos(\alpha)\sin(\theta_1)\right)$$

Das reicht nicht!

(2) Da der Strahl zweimal gebrochen wird, wird der Strahl am wenigsten bei symmetrischem Durchgang gebrochen warum?

Der minimale Ablenkwinkel ist dann:

$$\delta_{min} = 2\arcsin\left(n\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) - \alpha$$

$$\Rightarrow \theta_1 = \theta_2 = \frac{1}{2}(\delta_{min} + \alpha)$$

Rechnung ??

(3) $n_1 = 1{,}5130$, $\lambda_1 = 527\,nm$, $\alpha = 60°$.

n	1,513	1,5067	1,5246
δ_{min}	1,71589	1,70628	1,73372
θ_1	30,8578	30,853	30,8669

$\delta_{min} = 2\arcsin\left(n\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)$

$\theta - \frac{1}{2}(\delta_{min} + \alpha)$

f

~~0P~~

0,5 P