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

Physik Blatt 1

1a) Intensität $1\frac{mW}{cm^2} = 1\cdot 10^{-3}\frac{W}{cm^2} = 1\cdot 10^{1}\frac{W}{m^2} = 10\frac{W}{m^2}$

$$p_{Str} = \frac{I}{c} = \frac{10\frac{W}{m^2}}{c} = \underline{\underline{3{,}336\cdot 10^{-8}\frac{N}{m^2}}}$$

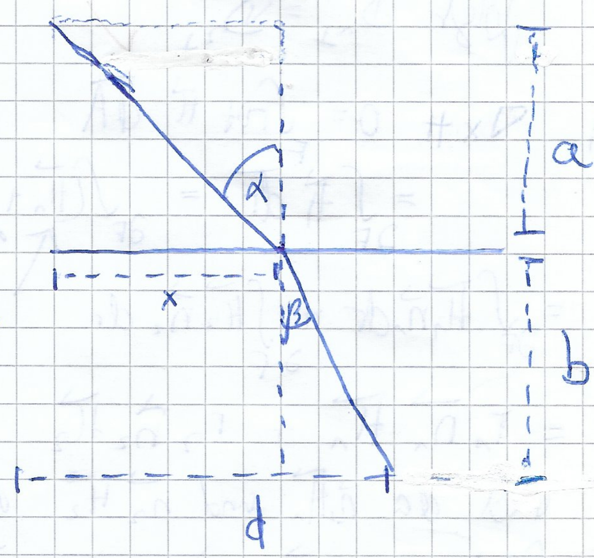
b) ^{87}Rb, $\lambda = 780nm \Rightarrow A_{wirk} = \frac{\lambda^2}{2\pi}$

$$p_{Str} = \frac{F}{A} \Leftrightarrow p_{Str}\cdot A_{wirk} = \frac{10\frac{W}{m^2}}{c}\cdot\frac{\lambda^2}{2\pi} = \underline{\underline{3{,}23\cdot 10^{-21}N}}$$

$$m = 87u = 1{,}44467\cdot 10^{-25}kg$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m} = \underline{\underline{22358{,}07\frac{m}{s^2}}}$$

2)



$$t_1 = \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{c_1}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{(d-x)^2+b^2}}{c_2}$$

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{c_1} + \frac{\sqrt{(d-x)^2+b^2}}{c_2}$$

x bleibt dabei variabel und es wird nach dem Fermatschen Prinzip nach einem Treffpunkt bzw. Minimum der Zeit in Abhängigkeit von x gesucht.

(1) $$\frac{\partial t}{\partial x} = \frac{1\cdot 2x}{2\sqrt{x^2+a^2}\,c_1} + \frac{1(-1)(2d-2x)}{2\sqrt{(d-x)^2+b^2}\,c_2} = \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}\,c_1} + (-1)\frac{d-x}{\sqrt{(d-x)^2+b^2}\,c_2}$$

Nun gilt (mit Skizze): $\sin(\alpha) = \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}}$

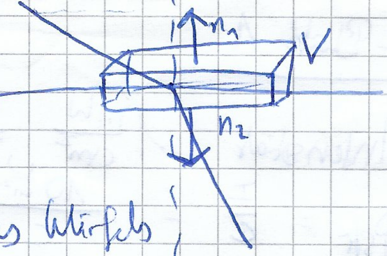
$$\sin(\beta) = \frac{d-x}{\sqrt{(d-x)^2+b^2}}$$

Mit (1) ergibt sich $\frac{\partial t}{\partial x} = \frac{\sin(\alpha)}{c_1} - \frac{\sin(\beta)}{c_2} \overset{!}{=} 0$ Minimum

$$\Leftrightarrow \frac{\sin(\alpha)}{c_1} = \frac{\sin(\beta)}{c_2} \Leftrightarrow \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{c_1}{c_2}$$

Mit $n = \frac{c_0}{c}$ folgt: $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{c_0}{n_1}\cdot\frac{n_2}{c_0} \Leftrightarrow \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_2}{n_1}$

3) $\vec D = \varepsilon_0 \varepsilon \vec E$, $\vec H = \vec B / \mu_0 \mu$



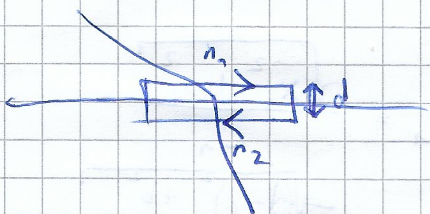
(1) $0 = \int_V \mathrm{div}\,\vec D\, dV = \int_{\partial V} \vec D\, d\vec A = \int_{\partial V} (\vec D_1 + \vec D_2)\, d\vec A$

$= \int_{\partial V} \vec D_1 \vec n_1\, dA_1 + \int_{\partial V} \vec D_2 \vec n_2\, dA_2$ die Breite des Würfels und damit die Seitenflächen konvergieren gegen 0. Übrig bleibt Ober- und Unterseite

$= A_1 \vec n_1 \cdot \vec D_1 + A_2 \vec n_2 \vec D_2$

$\vec n_1 \vec D_1$ und $\vec n_2 \vec D_2$ ist die Projektion von $\vec D$ auf $\vec n$ und damit auf den Normalenvektor. Außerdem gilt $\vec n_1 = -\vec n_2$ und damit:

$A_1 \vec D_{1\perp} = A_2 \vec D_{2\perp}$. Da A_1 und A_2 beliebig waren folgt $\vec D_{1\perp} = \vec D_{2\perp}$.



(2) $0 = \int_F \mathrm{rot}\, \vec H\, d\vec A$

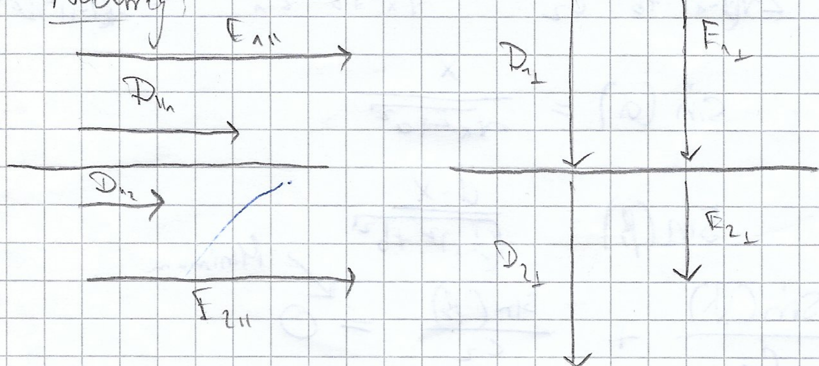
$= \int_{\partial F} \vec H\, d\vec r = \int_{\partial F} (\vec H_1 + \vec H_2)\, d\vec r$

$= \int_{\partial F} \vec H_1 \vec n_1\, dr + \int_{\partial F} \vec H_2 \vec n_2\, dr$ d konvergiert gegen null. Übrig bleiben die Integrationswege parallel zur Grenzfläche

$= r_1 \vec n_1 \vec H_1 + r_2 \vec n_2 \vec H_2$

und da $\vec n_1 \vec H_1$ und $\vec n_2 \vec H_2$ die Parallelkomponenten als Projektion sind folgt mit $\vec n_1 = -\vec n_2$: $r_1 \vec H_{1\parallel} = r_2 \vec H_{2\parallel}$. Da dies für jeden Integrationsweg gilt folgt $\vec H_{1\parallel} = \vec H_{2\parallel}$

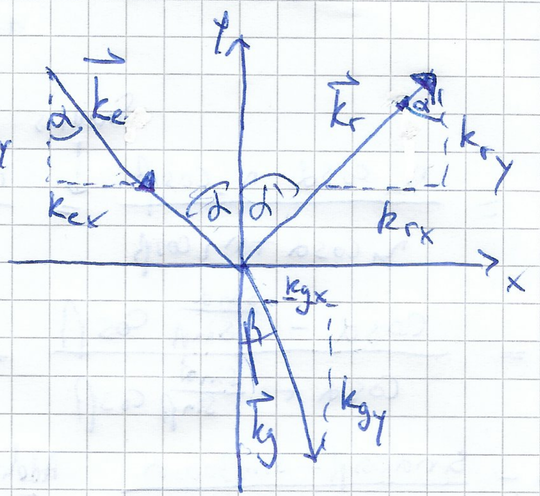
Nachtrag:



4)

Intensität / Amplitude 1) einfallender Strahl 2) reflektierter 3) gebrochener Strahl

(1) $A_{es} + A_{rs} = A_{gs}$



$$k_{ey} A_{es} + k_{ry} A_{rs} = k_{gy} A_{gs}$$

$$k_{ry} = -k_{ey}$$

(2) $\Rightarrow \quad A_{es} - A_{rs} = \frac{k_{gy}}{k_{ey}} A_{gs} \quad , \quad a = \frac{k_{gy}}{k_{ey}}$

$\Leftrightarrow A_{es} - A_{rs} = a A_{gs}$

(3)

$(1) \Leftrightarrow \quad A_{rs} = A_{gs} - A_{es}$

$\overset{(2)}{\Rightarrow} \quad A_{es} - A_{gs} + A_{es} = a A_{gs}$

$\Leftrightarrow \quad 2 A_{es} = (a+1) A_{gs}$

$\Leftrightarrow \quad A_{gs} = \frac{2}{a+1} A_{es}$

$(1) \Leftrightarrow \quad A_{gs} = A_{es} + A_{rs}$

$\overset{(2)}{\Rightarrow} \quad A_{es} - A_{rs} = a (A_{es} + A_{rs})$

$\Leftrightarrow \quad A_{es} (1 - a) = A_{rs} (a + 1)$

$\Leftrightarrow \quad A_{rs} = \frac{1-a}{a+1} A_{es}$

Abbildung oben impliziert: $\frac{k_{ey}}{k_e} = \cos(\alpha)$ und $\frac{k_{gy}}{k_g} = \cos\beta$

Da $k_g = \frac{n_2}{n_1} k_e$ folgt

$$a = \frac{n_2 \cos\beta}{n_1 \cos\alpha}$$

Nun gilt nach Snellius: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$

Und es folgt:

Damit folgt: $r_\perp = \frac{A_{rs}}{A_{es}} = \frac{1-a}{1+a} = \frac{1-\frac{n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}}{1+\frac{n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}} = \frac{\frac{n_1\cos\alpha - n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}}{\frac{n_1\cos\alpha + n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}}$

$$= \frac{n_1\cos\alpha - n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha + n_2\cos\beta} \overset{\text{Snellius}}{=} \frac{n_1\cos\alpha - \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} n_1\cos\beta}{n_1\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} n_1\cos\beta}$$

$$= \frac{\cos\alpha - \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta}{\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta} = \frac{\sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta\cos\alpha + \sin\alpha\cos\beta}$$

$$= -\frac{\sin\alpha\cos\beta - \sin\beta\cos\alpha}{\sin\beta\cos\alpha + \sin\alpha\cos\beta} \overset{\text{Add. Theorem}}{=} -\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha+\beta)} = r_\perp$$

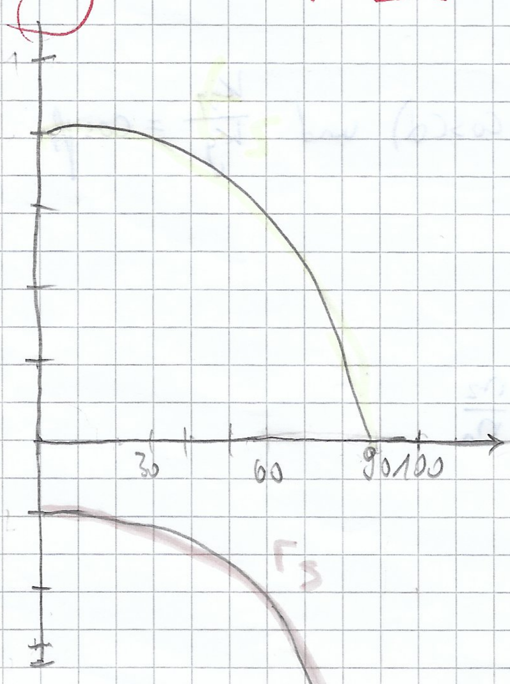
Außerdem $t_\perp = \frac{A_{gs}}{A_{es}} = \frac{2}{1+a}$

$$= \frac{2}{1+\frac{n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}} = \frac{2}{\frac{n_1\cos\alpha + n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha}} = \frac{2n_1\cos\alpha}{n_1\cos\alpha + n_2\cos\beta}$$

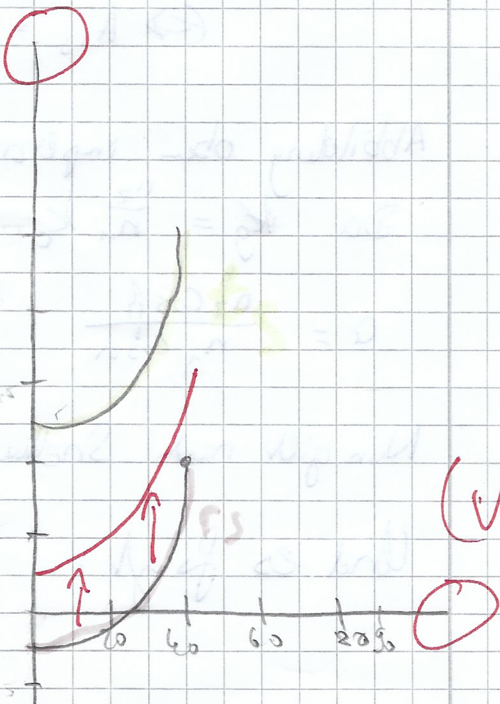
$$\overset{\text{Snellius}}{=} \frac{2n_1\cos\alpha}{n_1\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} n_1\cos\beta} = \frac{2\cos\alpha}{\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta}$$

$$= \frac{2 \quad \alpha\sin\beta}{\cos\alpha\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta} = \frac{2\cos\alpha\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = t_\perp$$

spitzen ?? $n_i < n_t$ für: $\perp$



$n_i > n_t$



(✓)