Hinweis

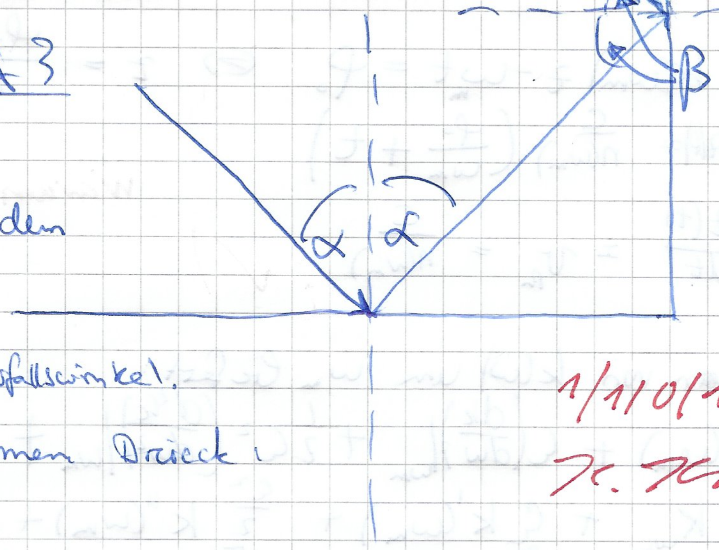
Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer 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 III Blatt 3

9)



Es gilt nach dem Reflexionsgesetz, dass Einfallswinkel = Ausfallswinkel.

Außerdem gilt in einem Dreieck:

$90 - \alpha = \beta$.

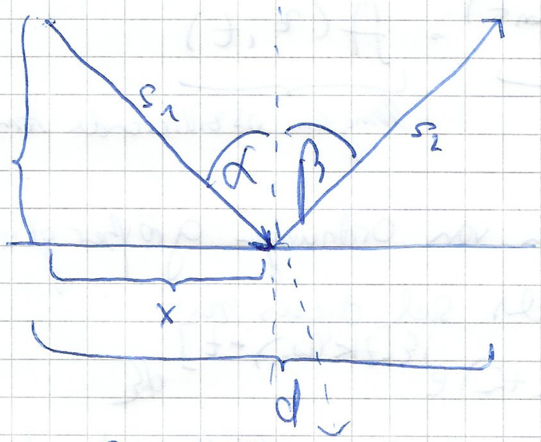
Addiert man alle betreffenden Winkel, so sollte 180° raus kommen.

$\Rightarrow \alpha + \alpha + (90 - \alpha) + (90 - \alpha) = 180°$

Also wird einfallendes Licht immer unter 180° reflektiert. ✓

1/1/0/1

12)



$$t = t_1 + t_2 = \frac{s_1}{c_1} + \frac{s_2}{c_2} = \frac{s_1}{c} + \frac{s_2}{c}$$

$$= \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{c} + \frac{\sqrt{(d-x)^2+a^2}}{c}$$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1 \cdot 2x}{2\sqrt{x^2+a^2} \cdot c} + \frac{1 \cdot 2(d-x)\cdot(-1)}{\sqrt{(d-x)^2+a^2} \cdot c} = \frac{x}{c \cdot \sqrt{x^2+a^2}} - \frac{d-x}{c \cdot \sqrt{(d-x)^2+a^2}}$$

$$= \frac{\sin\alpha}{c} - \frac{\sin\beta}{c} \overset{!}{=} 0 \Leftrightarrow \sin\alpha = \sin\beta$$

$$\Longleftrightarrow \alpha = \beta \text{ im Intervall } [0, 2\pi) ?$$

✓ $\frac{\pi}{2}$?

10)

$$E(z,t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} E(\omega) e^{i(k(\omega)z - \omega t)} d\omega$$

mit $k(\omega) = \frac{\omega}{c} n(\omega)$ und

$$E(\omega) = 2\pi E_0 \, \delta(\omega - \omega_m)$$

$$\Rightarrow E(z,t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} 2\pi E_0 \, \delta(\omega - \omega_m) e^{i(k(\omega)z - \omega t)} d\omega$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} E_0 \, \delta(\omega - \omega_m) e^{i(k(\omega)z - \omega t)} d\omega = E_0 e^{i(k(\omega_m)z - \omega_m t)}$$

Mit $k(\omega_m)z - \omega_m t = \varphi_0 \iff z = \frac{\varphi_0 + \omega_m t}{k(\omega_m)} = \frac{\varphi_0 + \omega_m t}{\frac{\omega_m}{c} n(\omega_m)}$

$\iff z(t) = \frac{c}{n(\omega_m)}\left(\frac{\varphi_0}{\omega_m} + t\right)$

Warum ist das so?

$\frac{dz(t)}{dt} = v_{Ph} = \frac{c}{n(\omega_m)}$ (✓)

b) Taylorn von $k(\omega)$ um ω_m liefert:

$k(\omega_m) + \xi\left(\frac{dk}{d\omega}\right)\Big|_{\omega_m} + \frac{1}{2}\xi^2\left(\frac{d^2k}{d\omega^2}\right)\Big|_{\omega_m} + \ldots$ mit $\xi = \omega - \omega_m$

$= k_{\omega_m} + \xi k'(\omega_m) + \frac{\xi^2}{2}k''(\omega_m) + \ldots$ $\quad \frac{d\xi}{d\omega} = 1 \iff d\xi = d\omega$

$E(z,t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} E(\omega_m + \xi)\, e^{i[(k_{\omega_m} + \xi k'(\omega_m) + \frac{\xi^2}{2}k''(\omega_m))z - (\omega_m + \xi)t]}\, d\xi$

$= \frac{1}{2\pi} e^{i(k_{\omega_m} z - \omega_m t)} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} E(\omega_m + \xi)\, e^{i\xi z(k'(\omega_m) + \frac{\xi}{2}k''(\omega_m) + \ldots - t)}\, d\xi$

$= \underbrace{\frac{1}{2\pi} e^{i(k_{\omega_m} z - \omega_m t)}}_{\text{Oszilliert mit } \omega_m} \cdot \underbrace{A(z,t)}_{\text{langsam oszillierende Amplitude (Zeit und ortsabhängig)}}$

Durch vernachlässigen von Ordnungen größer gleich 2 in dem Integral, vereinfacht sich dieses zu:

$A(z,t) = \int_{-\infty}^{\infty} E(\omega_m + \xi)\, e^{i\xi[z k'(\omega_m) - t]}\, d\xi$

Diese langsamer oszillierende, einhüllende Welle hat die neue Phase

$\varphi_0 = z\left(\frac{dk}{d\omega}\right)\Big|_{\omega_m} - t \iff z = \frac{\varphi_0 + t}{\left(\frac{dk}{d\omega}\right)\Big|_{\omega_m}}$

$\Rightarrow \dot{z} = \frac{1}{\left(\frac{dk}{d\omega}\right)\Big|_{\omega_m}} = \frac{d\omega_m}{dk} = v_{gr.}$

~~1,5~~

(✓)

11)

$$n(\omega) = 1 + \frac{Ne^2}{2\varepsilon_0 m(\omega_0^2 - \omega^2 + i\omega\gamma)}$$, γ: Linienbreite der Resonanz

N: Anz. Elektr. / m^3 Beitrag zur Reso

Es gilt: $(\omega^2 - \omega_0^2) = (\omega - \omega_0)(\omega + \omega_0) \approx 2\omega(\omega - \omega_0)$
für $\omega_0 \approx \omega$

reicht nicht! ⇒ OP