Hinweis

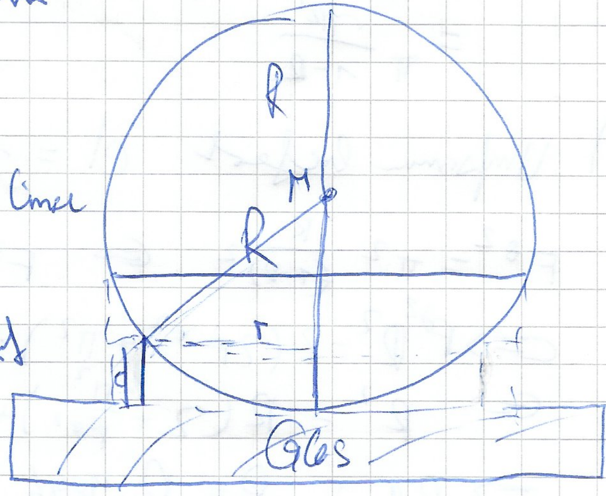
Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer 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 8 (2 Blätter)

$1 \frac{1}{2} / 1$ ①

2) a) $\lambda = 481\,nm$, $R_L = 10\,m$



Gangunterschied von Strahl der zum Teil an Linse reflektiert und zum Teil an der Glasplatte reflektiert wird ergibt sich aus dem langen Weg $\Delta s = 2d$ zuzüglich einem Phasensprung an der Glasplatte (optisch dichteres Medium).

(★) $\Rightarrow g = 2d + \frac{\lambda}{2}$, da Phasensprung um $\pi \hat{=} kx = \pi$
$\Leftrightarrow \frac{2\pi}{\lambda} x = \pi$
$\Leftrightarrow x = \frac{\lambda}{2}$

Nun kann man aus geometrischer Überlegung (siehe Skizze) sehen, dass

$R^2 = r^2 + (R-d)^2$ (Pythagoras).

$\Leftrightarrow R^2 = r^2 + R^2 + d^2 - 2dR \Leftrightarrow 2dR = r^2 + d^2$

Da $|d| << 1 \Rightarrow d^2 \simeq 0 \Rightarrow \frac{r^2}{2R} = d$ (★1)

(★) $g = 2d + \frac{\lambda}{2}$. Da wir Minima suchen, muss der Gangunterschied ein ungerades Vielfaches der halben

$\Rightarrow 2d + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow 2d + \frac{\lambda}{2} = (k + \frac{1}{2})\lambda$

$\Leftrightarrow 2d = k\lambda \overset{(★1)}{\Leftrightarrow} 2\frac{r^2}{2R} = k\lambda \Leftrightarrow \frac{r^2}{R} = k\lambda$

$\Leftrightarrow r^2 = k\lambda R \Leftrightarrow r = \sqrt{k\lambda R}$

b)

Mit $r = \sqrt{\lambda n R} \Leftrightarrow \frac{r^2}{\lambda R} = n = 83,16$

mit $r = 0,02\,m$, weil Durchmesser $4\,cm$.

$\Rightarrow$ 83 Ringe

28) $\delta\nu_{FSR} = \frac{c}{2d}$, $\delta\nu_{FSR} = 200\,MHz$

$F^* = \frac{\pi}{2}\sqrt{F}$, $F^* = 300$

$= \pi \frac{\sqrt{R}}{1-R}$ ✓

a) Umformen liefert $d = \frac{c}{2\,\delta\nu_{FSR}} = 0{,}749\,m$ ✓

$F^{*2} = \pi^2 \frac{R}{(1-R)^2} \Leftrightarrow F^{*2} + R^2F^{*2} - 2RF^{*2} = \pi^2 R$

$\Leftrightarrow F^{*2}R^2 - R(2F^{*2} + \pi^2) + F^{*2} = 0$

$\Leftrightarrow R^2 - R(2 + \frac{\pi^2}{F^{*2}}) + 1 = 0$

$\rightarrow$ p,q : $R = 0{,}9896$, da zweite Lösung > 1.

b) Leistung $P = (1-R)\,P_{ein} = 0{,}0104\,W$ f $\underline{0{,}1\,kW}$

$0{,}010\,kW$ oder $0{,}104\,W$?

c) fehlt

0,5 P

29) a) Detektor:

Strahl 1: Laser - TR Spiegel - Spiegel 1 - TRS - D

hat Phasensprung um π am Spiegel 1

Strahl 2: Phasensprung um 2π, da ebenfalls Reflexion an TRS an Seite ohne AR-Schicht.

②

$$E_1 = \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t + \varphi_1)}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t + \varphi_2)}$$

Der Faktor $\frac{1}{2}$ kommt durch zweifache Teilung der jeweiligen Strahlen, da dies $\frac{1}{\sqrt{2}}$ durchlässt als E-Feld.

Außerdem Gangunterschied von $g = 2(s_2 - s_1)$

Als Phasenwinkel ist dies $kg = \frac{2\pi}{\lambda} g$

$$\Rightarrow \varphi_1 = \pi$$

$$\varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} g + 2\pi \mathrel{\hat{=}} \frac{2\pi}{\lambda} g \quad \text{weil } 2\pi\text{-periodisch}$$

$$E = \frac{1}{2} E_0 \left(e^{i(kr - \omega t + \pi)} + e^{i(kr - \omega t + \frac{2\pi}{\lambda} g)}\right)$$

$$= \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t)} \left(e^{i\pi} + e^{\frac{2\pi}{\lambda} g}\right)$$

$$= \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t)} \left(e^{\frac{2\pi}{\lambda} g} - 1\right)$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{4} \underbrace{E_0^2 e^{i(kr - \omega t)^2}}_{I_0} \left(e^{\frac{2\pi}{\lambda} g} - 1\right)^2$$

$$= \frac{1}{4} I_0 \left(e^{\frac{2\pi}{\lambda} g} - 1\right)^2$$

Laser:

$$\varphi_1 = \pi$$

$$\varphi_2 = \pi + \frac{2\pi}{\lambda} g$$

$$E = \frac{1}{2} E_0 \left(e^{i(kr - \omega t + \pi)} + e^{i(kr - \omega t + \frac{2\pi}{\lambda} g + \pi)}\right)$$

$$= \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t)} \left(e^{i\pi} + e^{i(\frac{2\pi}{\lambda} g + \pi)}\right)$$

$$= \frac{1}{2} E_0 e^{i(kr - \omega t)} \left(-1 - e^{i\frac{2\pi}{\lambda} g}\right), \text{ da } e^{i\pi} = -1$$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{4} E_0^2 e^{i(kr - \omega t)^2} \left(1 + e^{i\frac{2\pi}{\lambda} g}\right)^2 = \frac{1}{4} I_0 \left(e^{i\frac{2\pi}{\lambda} g} + 1\right)^2$$

Die Gesamtintensität ist unter Vernachlässigung von Verlusten 1, da ja keine Intensität verschwindet, sondern bloß ~~[illegible]~~ zwischen dem Instrument reflektiert wird

Außerdem gilt rechnerisch:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{1}{4} I_0 \left[\left(e^{i\frac{2\pi}{\lambda}g} - 1\right)^2 + \left(e^{i\frac{2\pi}{\lambda}g} + 1\right)^2 \right]$$

✓

$$= \frac{1}{4} I_0 \left[e^{i\frac{4\pi}{\lambda}g} + 1 + e^{i\frac{4\pi}{\lambda}g} + 1 \right]$$

$$= \frac{1}{4} I_0 \left(2 + 2\left(e^{2\pi i}\right)^{\frac{2}{\lambda}g} \right) = I_0$$

in trigonom. Form vereinfachen!