

### Aufgabenblatt 3, Physik B, 22./23. Mai 2003

1. Für Wellen in tiefem Wasser gilt zwischen der Phasengeschwindigkeit  $c = \omega/k$  und der Wellenzahl  $k = 2\pi/\lambda$  die Beziehung  $c = \sqrt{g/k}$ .
- a) Geben Sie die Dispersionsrelation an, d.h. die Funktion  $\omega = f(k)$ .
- b) Berechnen Sie die Gruppengeschwindigkeit  $v_{gr} = d\omega/dk$ .
- c) Wie groß sind  $c$  und  $v_{gr}$  für die Wellenlänge  $\lambda = 30 \text{ m}$  ?

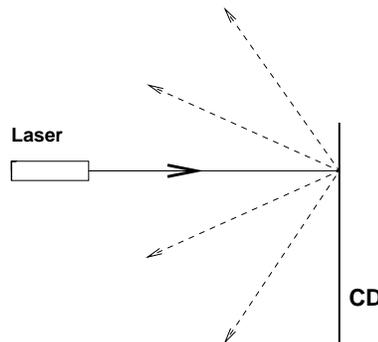
Lösung: a)  $c = \sqrt{g/k} \implies \omega = \sqrt{g \cdot k}$ . b)  $v_{gr} = d\omega/dk = 1/2 \cdot \sqrt{g/k} = c/2$ .  
c)  $c = 6.9 \text{ m/s}$ ,  $v_{gr} = 3.5 \text{ m/s}$ .

2. Ein Laser mit Wellenlänge  $\lambda = 640 \text{ nm}$  strahlt senkrecht auf den Spurenteil einer CD. Der Lichtfleck des Lasers hat einen Durchmesser von ca.  $1 \text{ mm}$ . Was passiert ?

Sie wissen sicher, dass der Spurenenabstand auf einer CD  $d = 1.6 \mu\text{m}$  ist.

Lösung: Die CD wirkt wie ein Reflexionsgitter. Man beobachtet Beugungsmaxima in 1. und 2. Ordnung bei  $\sin(\alpha) = n \cdot \lambda/d = 0.4$  und  $0.8 \implies \alpha = 24^\circ$  und  $53^\circ$ .

Die Verbindungslinie zwischen den Beugungsmaxima ist senkrecht zu den CD-Spuren.



3. Sie wollen mit einem Beugungsgitter weißes Licht auf einem  $\ell=2\text{m}$  entfernten Schirm in seine Spektralfarben zerlegen. Wie groß muss die Gitterkonstante  $d$  sein, damit in der ersten Ordnung das rote und das violette Ende des sichtbaren Spektrums  $\Delta x = 1 \text{ cm}$  voneinander entfernt sind ?

Lösung: Maximale und minimale Wellenlänge sind  $\lambda_1 = 800 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$ . Für kleine Winkel ist  $\sin\vartheta \approx \tan\vartheta \approx \vartheta$ , also  $\vartheta_2 - \vartheta_1 = \Delta x/\ell = 0.005$ . Für die Beugungsmaxima erster Ordnung gilt:  $d \cdot \sin\vartheta = \lambda$ , und damit wird  $d \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) = \lambda_2 - \lambda_1 \implies d = 400\text{nm}/0.005 = 80\mu\text{m}$ .

4. Zwei Polarisationsfilter stehen nebeneinander. Die Polarisationsrichtung des linken Filters steht senkrecht, die Polarisationsrichtung des rechten ist um  $45^\circ$  dazu gedreht. a) Welcher Bruchteil der Intensität wird durchgelassen, wenn von links ein Lichtstrahl einfällt, der senkrecht linear polarisiert ist / waagrecht linear polarisiert ist / unpolarisiert ist. b) Dasselbe für einen von rechts kommenden Lichtstrahl.

Lösung: a)  $1/2$  ;  $0$  ;  $1/4$  b)  $1/4$  ;  $1/4$  ;  $1/4$

Zum Nachdenken: Verstehen Sie, warum für unpolarisiertes Licht von links und von rechts die gleiche Abschwächung herauskommt?