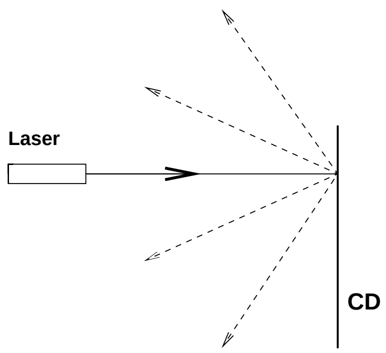
Aufgabenblatt 3, Physik B, 22./23. Mai 2003

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 $\lambda = 30\,m$?

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

2. Ein Laser mit Wellenlänge λ = 640 nm strahlt senkrecht auf den Spurenteil einer CD. Der Lichtfleck des Lasers hat einen Durchmesser von ca. 1 mm. Was passiert ?
   Sie wissen sicher, dass der Spurenabstand auf einer CD d = 1.6 μm ist.

   Lösung: Die CD wirkt wie ein Reflexionsgitter. Man beobachtet Beugungsmaxima in 1. und 2. Ordnung bei $sin(\alpha) = n \cdot \lambda/d = 0.4\ und\ 0.8 \Longrightarrow \alpha = 24^o\ und\ 53^o$.
   Die Verbindungslinie zwischen den Beugungsmaxima ist senkrecht zu den CD-Spuren.



3. Sie wollen mit einem Beugungsgitter weißes Licht auf einem ℓ=2m 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 Δx = 1 cm voneinander entfernt sind ?

   Lösung: Maximale und minimale Wellenlänge sind λ_1 = 800 nm, λ_2 = 400 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 $d \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1) = \lambda_2 - \lambda_1 \Longrightarrow d = 400nm/0.005 = 80\mu m$.

4. Zwei Polarisationsfilter stehen nebeneinander. Die Polarisationsrichtung des linken Filters steht senkrecht, die Polarisationsrichtung des rechten ist um 45^o dazu gedreht. a) Welcher Bruchteil der Intensität wird durchgelassen, wenn von links ein Lichtstrahl einfällt, der senkrecht linear polarisiert ist / waagerecht 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?