

Sommersemester Wintersemester	2013/14	Zahl der Blätter: 3 Blatt Nr. 1
Fachbereiche:	Informationstechnik/Grundlagen	Semester: KTB2, SWB2, TIB2, IEP2
Prüfungsfach:	Physik 2	Fachnummer: 2 KTB 2032 2 SWB 2032 2 TIB 2032 2 IEP 2032
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min

Aufgabe 1: Quickies (27 Punkte)

- a) Auf einem Seil wird eine Welle angeregt, die beschrieben wird durch folgende Gleichung:

$$y(x, t) = 10 \text{ cm} \cdot \cos(9,3 \text{ s}^{-1} \cdot t - 4,7 \text{ m}^{-1} \cdot x + \varphi_0).$$

Welche Phasengeschwindigkeit hat die Welle und wie groß ist die maximale Schnelle \hat{v} ?

- b) Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Scherwellen in einem isotrop-elastischen Medium wird durch folgende Differenzialgleichung beschrieben:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}, \mu \text{ und } \rho \text{ sind Materialkonstanten.}$$

Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit c dieser Wellen?

- c) Der Lärmpegel einer Autobahn hat in 100 m Abstand den Wert $L_{100} = 72 \text{ dB}$. Berechnen Sie den Pegel L_{500} in 500 m Abstand.

Hinweis: Hinsichtlich der Schallabstrahlung verhält sich eine Autobahn wie eine lineare Quelle, die Zylinderwellen aussendet.

- d) Ein Überschallflugzeug fliegt so, dass der volle Öffnungswinkel des von ihm gebildeten Mach'schen Kegels 150° beträgt. Wie schnell fliegt das Flugzeug?

- e) Ein Objekt in der Entfernung $r = 1 \text{ km}$ wird mit einem Fernrohr mit dem Objektivdurchmesser $d = 30 \text{ mm}$ betrachtet.

Welche Abstände x müssen Strukturen auf der Oberfläche des Objektes haben, damit man sie sehen kann? Wählen Sie für Ihre Rechnung eine Lichtwellenlänge λ aus der Mitte des sichtbaren Spektrums, d.h. im Grünen.

- f) Licht aus eine Na-Dampflampe ($\lambda = 589 \text{ nm}$) fällt senkrecht auf ein Beugungsgitter mit 500 Spalten pro Millimeter.

Wie viele Beugungsmaxima lassen sich hinter dem Gitter beobachten?

- g) Die Austrittsarbeit von Elektronen in Natrium beträgt $W_A = 2,75 \text{ eV}$.

Welche maximale Wellenlänge kann eine elektromagnetische Welle haben, damit bei Bestrahlung von Natrium Photoelektronen ausgelöst werden?

- h) Ein Nd-YAG-Laser mit der Wellenlänge $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$ hat die Strahlungsleistung $\Phi = 8 \text{ W}$.

Wie viele Photonen emittiert er pro Sekunde?

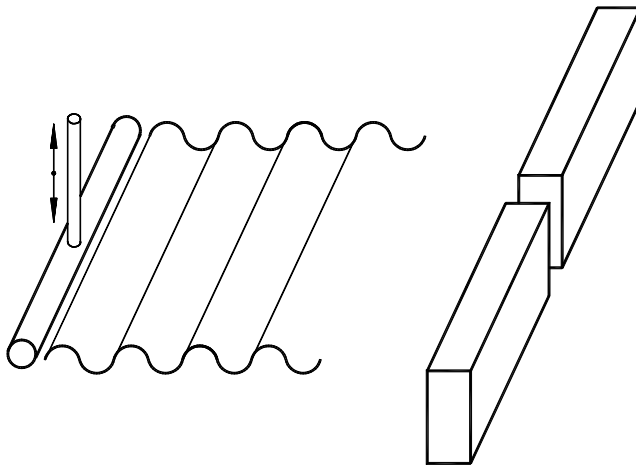
Wie groß ist die Kraft, die der Laser bei senkrechtem Einfall auf eine spiegelnde Fläche ausübt?

Semester: WS 2013 /14	Blatt Nr. : 2 von 3
Fachbereiche: Informationstechnik/Grundlagen	Semester: IEP2,KTB2, SWB2, TIB2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2032

Aufgabe 2: Wasserwellen (15 Punkte)

In einer Wasserwellenwanne wird ein langer Stab in Schwingungen versetzt, so dass er periodisch ins Wasser taucht. Die Frequenz der Schwingung beträgt $f = 3$ Hz. Von der Eintauchstelle des Stabes breiten sich ebene Oberflächenwellen aus. Die Phasengeschwindigkeit dieser Wellen gehorcht der Beziehung

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}, \quad g: \text{Fallbeschleunigung.}$$



- Wie groß ist die Wellenlänge λ der Wellen, die sich vom Stab ablösen?
Hinweis: Ersetzen Sie in obiger Gleichung c durch die „Mitternachtsformel“ der Wellenlehre und lösen Sie die Gl. nach λ auf.
- Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit dieser Wellen?
- Im weiteren Ausbreitungsverlauf bilden sich Wellengruppen aus. Wie groß ist deren Gruppengeschwindigkeit c_{gr} ?
- Liegt hier normale oder anomale Dispersion vor?
- Zeigen Sie durch eine allgemeine Rechnung, dass in diesem speziellen Fall immer gilt $c_{gr} = c/2$.
- Die Wasserwelle läuft auf ein Hindernis mit einer Öffnung der Breite $b = 10$ mm zu. Kann man hinter dem Hindernis Beugungserscheinungen mit ausgeprägten Maxima und Minima beobachten? Begründen Sie Ihre Antwort.

Semester: WS 2013 /14	Blatt Nr. : 3 von 3
Fachbereiche: Informationstechnik/Grundlagen	Semester: IEP2,KTB2, SWB2, TIB2
Prüfungsfach: Physik 2	Fachnummer: 2032

Aufgabe 3: Halbleiter (18 Punkte)

Ein Germaniumkristall ist mit Arsen (Ionisierungsenergie $E_D = 14 \text{ meV}$) dotiert. Die Störstellenkonzentration ist $n_D = 5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$.

- a) Berechnen Sie die Konzentrationen der beweglichen Elektronen und Löcher bei $T = 300 \text{ K}$ sowie den spezifischen Widerstand der Probe.

Die Beweglichkeiten sind: $\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ und $\mu_p = 1900 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$.

Jetzt wird der Kristall abgekühlt auf $T_1 = 20,4 \text{ K}$. Durch Hall-Effekt-Messungen wird festgestellt, dass bei dieser Temperatur die Dichte der freien Elektronen $n_1 = 7 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ beträgt. Die Löcherdichte ist vernachlässigbar klein. Der elektrische Widerstand der Probe beträgt bei dieser Temperatur $R_1 = 500 \Omega$.

- b) Berechnen Sie den Widerstand R_2 bei der Temperatur $T_2 = 4,2 \text{ K}$ unter der Annahme, dass die Beweglichkeit im betrachteten Temperaturintervall nicht von der Temperatur abhängt.
- c) Bestimmen Sie den Temperaturkoeffizienten dR/dT des elektrischen Widerstands bei $20,4 \text{ K}$; konkret: Um wie viel Ohm ändert sich der Widerstand pro Kelvin Temperaturänderung?
- d) Im Gegensatz zu der starken Temperaturabhängigkeit des Widerstandes bei tiefen Temperaturen, hängt er bei Raumtemperatur kaum von der Temperatur ab. Erklären Sie kurz den Grund für dieses Verhalten.