Struktur der Materie
Übungsaufgaben WS 2021/22

2.1 Ein Laserimpuls (Wellenlänge 632 nm) soll eine Länge von 1 mm haben. Wie lange (in ps) dauert der Puls? Welchen Wellenlängen- bzw. Frequenzbereich hat das Licht?

2.2 Die Brechzahl eines Glases für Licht der Wellenlänge 589 *nm* beträgt 1,73. Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der Lichtstrahlen im Glas? Wie groß ist die Gruppengeschwindigkeit im Glas, wenn die Abhängigkeit der Brechzahl von der Wellenlänge $dn/d\lambda = -1{,}45 \cdot 10^{-4}\ nm^{-1}$ beträgt.

2.3 Eine Feder kann durch eine Kraft von 1 N um 15 cm gedehnt werden. Mit welcher Frequenz (in Hz) kann eine an der senkrecht hängenden Feder angehängte Masse von 80 g schwingen? Welchen Weg legt die Masse nach dem Anhängen und Loslassen innerhalb von 0,1 s zurück?

2.4 Zwei gleiche Federschwinger (Aufgabe 2.3) sind durch eine dritte Feder schwach gekoppelt. Die Zeit zwischen dem Stillstand des ersten Federschwingers bis zum darauf folgenden Stillstand des zweiten Federschwingers beträgt 18 s. Welche Federkonstante (in N/m) hat die Koppelfeder?

2.5 In einer langen Federkette sind einzelne Massen von 10 g mit Federn mit der Federkonstante 1 N/m im Abstand von 10 cm voneinander angeordnet. Es soll nur die Wechselwirkung zwischen nächsten Nachbarn berücksichtigt werden. Welchen Wert (in m^{-1}) hat die größtmögliche Wellenzahl k_{max}?
Welche Frequenz hat die entsprechende Longitudinalschwingung?
Wie groß sind Phasen- und Gruppengeschwindigkeit?
Wie groß sind Frequenz, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit bei $k_{max}/2$ sowie bei $k_{max}/10$.

2.6 Mit einer Federanordnung wie in Aufgabe 2.5 wird ein schmaler Quader mit einer Länge von 1 *m* aufgebaut.
Wie groß ist die Federkonstante (in *N*/*m*) des Quaders in Längsrichtung? Welchen E-Modul (in *Pa*) und welche Dichte (in kg/m^3) hat der Quader?
Welche longitudinale Schallgeschwindigkeit ergibt sich daraus?

2.7 Wie viele verschiedene stehende Wellen können sich auf der Federkette wie in Aufgabe 2.5 ausbilden, wenn sie im Abstand von 10 m beidseitig fest eingespannt ist?
Berechnen Sie $\Delta N/\Delta k$ sowie $\Delta N/\Delta f$ für kleine k.

2.8 Berechnen Sie die spektrale Strahlungsflussdichte (in Abhängigkeit der Wellenlänge) $M_{es}(\lambda) \cdot d\lambda$ einer schwarzen Fläche!
Berechnen Sie die Strahlungsflussdichte der Fläche! Es gilt $\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$.
Berechnen Sie den Wert der Stefan-Boltzmannkonstante!

2.9 Bestimmen Sie die Frequenz (Wellenlänge), für die die Strahlungsflussdichte maximal wird. Vernachlässigen Sie die -1 im Nenner! Zeigen Sie anschließend, dass diese Näherung gerechtfertigt ist.

Die Sonne hat eine Oberflächentemperatur von ca. 5800 K. Bei welcher Frequenz liegt das Strahlungsmaximum? Welcher Wellenlänge entspricht dieses?
Bei welcher Wellenlänge liegt das Strahlungsmaximum?

2.10 Berechnen Sie die Solarkonstante, wenn die Oberflächentemperatur der Sonne 5800 K beträgt!

2.11 Berechnen Sie die Phononenenergie eines Ultraschallimpulses der Frequenz 10 MHz.