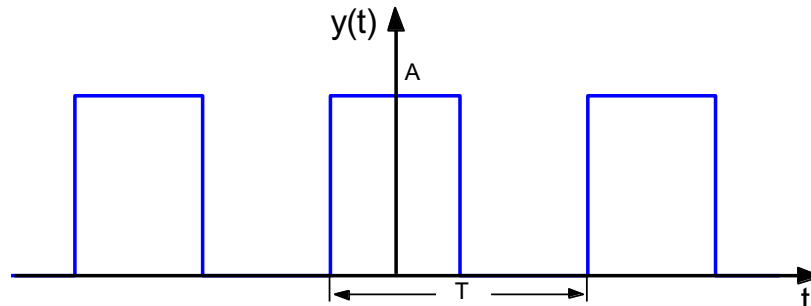
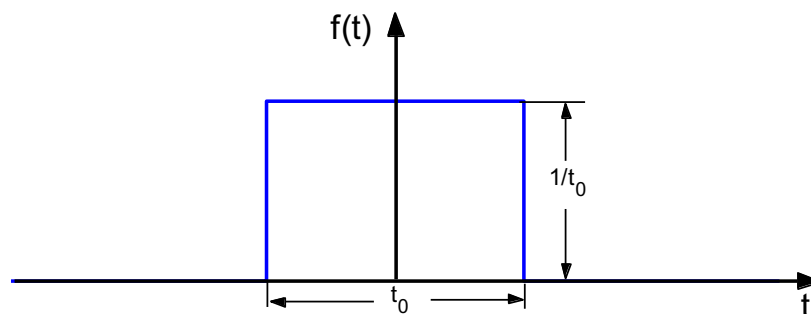


Aufgabe 1: Berechnen Sie die Fourier-Reihe für das abgebildete periodische Signal der Periodendauer T



Aufgabe 2: Berechnen Sie das Amplitudendichtespektrum (Fourier-Integral) des abgebildeten nichtperiodischen Signals und betrachten Sie den Grenzfall des verschwindend kurzen Pulses ($t_0 \rightarrow 0$).



Aufgabe 3: Wie reagiert ein mechanisches Resonanzsystem mit einer Masse m , einer Reibungskonstanten w und einer Federnachgiebigkeit n , vgl. Kapitel 1.3 im Skript, das bis zur Zeit $t=0$ in Ruhe war und auf das zu diesem Zeitpunkt ein sehr kurzer Kraftstoß $\int F dt = C$ einwirkt?

Anleitung: Gehen Sie von der Differentialgleichung

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + w \frac{dx}{dt} + \frac{x}{n} = F(t)$$

aus und versuchen Sie deren Lösung mit Hilfe der Laplace-Transformation zu ermitteln.

Aufgabe 4: Welche Leistung wird von einem mechanischen Resonanzsystem aufgenommen, das von einer harmonischen Wechselkraft erregt wird?

Aufgabe 5: In einem langen Metallstab breitet sich eine ebene harmonische Schallwelle aus, deren Schallausschlag am Ort ihrer Erregung $x = 0$ m zum Zeitpunkt $t = 0$ s ein Wellental hat und die bei $x = l$ an der an Luft grenzenden Stirnfläche des Stabes reflektiert wird. Wie lautet die Wellenfunktion des Schallausschlages, der Schallschnelle und des Schalldruckes der einfallenden und der reflektierten Welle sowie der Überlagerung der einfallenden und reflektierten Welle?

Aufgabe 6: Schallwellen die vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden können, haben Frequenzen im Bereich $16 \text{ Hz} \leq f \leq 20 \text{ kHz}$. Welche Wellenlängen besitzen die Schallwellen, wenn der Adiabatenexponent $\kappa = 1,4$, die Ruhedichte $\rho_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$ und der Ruhedruck $p_0 = 1074 \cdot \text{hPa}$ beträgt?

Aufgabe 7: Gegeben sei eine ebene harmonische Schallwelle in Luft mit dem effektiven Schalldruck $p_{\text{eff}} = 2 \text{ N/m}^2$. Wie groß sind die Schallschnelle, relative Dichteschwankung und Intensität der Schallwelle sowie bei einer Frequenz von 1000 Hz die Auslenkung der Teilchen aus der Ruhelage?

Aufgabe 8: Man berechne den Schalldruckpegel für zwei Schallwellen, bei denen der Schalldruck sinusförmig bzw. sägezahnförmig zwischen $-p_{\text{max}}$ und p_{max} wechselt, wobei $p_{\text{max}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}^2$ beträgt.

Aufgabe 9: Wie lautet die Darstellung (z.B. des Schalldrucks) einer ebenen Welle, deren Ausbreitungsrichtung in der xy -Ebene liegt und mit der x -Achse einen Winkel φ bildet? Wie lautet die Darstellung einer ebenen Welle beliebiger Ausbreitungsrichtung?

Aufgabe 10: Gegeben sind zwei entgegenlaufende Wellen gleicher Frequenz und gleicher Amplitude

$$\underline{p}_1 = \hat{p} \cdot \exp(j(\omega t - kx)) \quad \text{und} \quad \underline{p}_2 = \hat{p} \cdot \exp(j(\omega t + kx))$$

Man berechne den Effektivwert des Schalldrucks und die Intensität in diesem Schallfeld.

Aufgabe 11: Ein Sprecher erzeuge eine akustische Leistung von $25 \mu\text{W}$. Welchen Schalldruckpegel erzeugt er dadurch bei völlig freier Schallausbreitung in 4 m Entfernung?

Aufgabe 12: Gegeben sei eine Schallquelle die in Luft bzw. Wasser eine akustische Leistung von 1 W erzeugt. Man berechne die Schalldrücke und Schallschnellen für beide Medien in 20 m Entfernung von der als punktförmig gedachten Schallquelle.

Aufgabe 13: Bei inkohärenten Schallen addieren sich die Energiedichten bzw. Intensitäten, wenn sich mehrere Schallwellen überlagern. Man berechne den Gesamtpegel von drei sich überlagernden Geräuschen, die einzeln die Schalldruckpegel 80 dB, 86 dB und 87 dB haben

Aufgabe 14: Wie groß müsste eine atmende Kugel sein, die bei frequenzkonstanter Strahlerschnelle bei $f = 100$ Hz eine akustische Wirkleistung erzeugt, die immerhin noch ein Zehntel der maximal erreichbaren Wirkleistung ist?

Aufgabe 15: Für einen bei 100 Hz arbeitenden Punktstrahler berechne man

- das Verhältnis der Schalldruckamplituden in 0,5 m und 5 m Entfernung,
- das Verhältnis der Schallschnelleamplituden in 0,5 m und 5 m Entfernung
- den Phasenwinkel zwischen Schalldruck und Schallschnelle in 0,5 m und 5 m Entfernung
- die Intensitätspegelunterschiede und Schalldruckpegelunterschiede zwischen 0,5 m und 5 m Entfernung.

Aufgabe 16: Ein Lokomotivführer, der mit der Geschwindigkeit von 90 km/h auf einen Tunnel zufährt, lässt ein Pfeifsignal der Frequenz $f = 500$ Hz ertönen.

- Welche Frequenz f_B hört ein ruhender Beobachter, an dem der Zug bereits vorbeigefahren ist?
- Am Tunneleingang wird das Signal reflektiert. Welche Frequenz f_R hört der Beobachter?
- Wie groß ist die Frequenz f_L des reflektierten Signals für den Lokomotivführer?

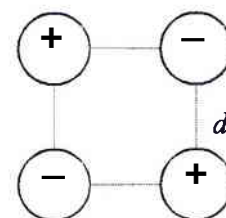
Aufgabe 17: Eine Concorde fliegt mit doppelter Schallgeschwindigkeit 2×340 m/s in einer Höhe von 2000 m über uns hinweg. Zur Zeit $t = 0$ s befinde sich die Concorde senkrecht über uns. Zu welchem Zeitpunkt hören wir den Überschallknall?

Aufgabe 18: Man berechne die Richtcharakteristik einer geraden Linie der Länge L , deren Längenelemente als gleich stark und gleichphasig arbeitende Punktstrahler aufgefasst werden können.

Aufgabe 19: Man berechne das Schallfeld für große Entfernungen

a) für einen „Längs“-Quadrupolstrahler

b) für einen „Quer“-Quadrupolstrahler,



wobei jeweils $kd \ll 1$ sei, und skizziere das Richtdiagramm.

Aufgabe 20: Wie groß ist die Halbwertsbreite des Dipolstrahlers und der unter Aufgabe 19 behandelten Quadrupolstrahler?

Aufgabe 21: Gegeben sei eine kreisförmige Kolbenmembran von 12 cm Radius in einer unendlich großen starren Wand (Schallwand).

- Man berechne die Lage der Maxima auf der Mittelachse und den „Fernfeldabstand“, beides für eine Frequenz von 5 kHz.
- Wie groß ist der Schalldruckpegel in diesen Punkten, wenn man eine Schwingungsamplitude von $1 \mu\text{m}$ annimmt?

Aufgabe 22: Man berechne den Reflexions- und Transmissionsfaktor für senkrechten Schalleinfall beim Schallübergang

- Wasser \Rightarrow Benzol
- Benzol \Rightarrow Wasser
- Luft \Rightarrow Wasser
- Wasser \Rightarrow Luft

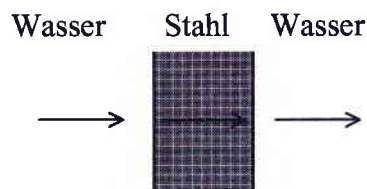
Stoff	c [m/s]	ρ_0 [kg/m ³]
Luft	340	1,3
Wasser	1497	997
Benzol	1305	870

Aufgabe 23: Bei welcher Richtung des Schallübergangs Wasser \Leftrightarrow Benzol tritt im Beispiel der Aufgabe 22 Totalreflexion auf und wie groß ist der Grenzwinkel?

Aufgabe 24: Gegeben sei eine Wand mit der spezifischen Impedanz $\underline{z} = 1 + j2$

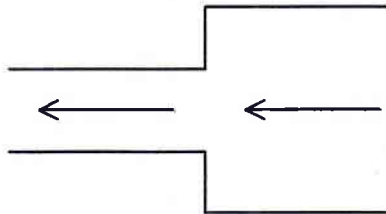
- Wie groß ist das Verhältnis von Schalldruckmaximum zu Schalldruckminimum in einer stehenden Welle vor dieser Wand bei senkrechtem Schalleinfall?
- In welchem Abstand (gemessen in Schallwellenlängen) vor dieser Wand tritt das erste Schalldruckminimum auf?

Aufgabe 25: Gegeben sei das folgende 3 Medien-Problem bei senkrechtem Schalleinfall.

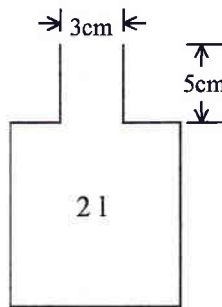


- Bestimmen Sie den Reflexions- und Transmissionskoeffizienten.
- Für welche Dicken l des Mediums 2 hat der Wellenwiderstands Z_2 des Mediums 2 keinen Einfluss auf den Reflexions- und Transmissionskoeffizienten?
- Wie sind l und Z_2 zu wählen, wenn Reflexionen vollständig zu vermeiden sind?
- Es gelte $Z_1 = Z_3$ und $Z_1 \ll Z_2$ sowie $k_2 l \ll 1$. Ermitteln Sie unter den zuvor gemachten Annahmen für große ρ_2 den Transmissionskoeffizienten und den -verlust.

Aufgabe 26: Ein schallhartes Rohr weist einen Querschnittsprung im Verhältnis a) 3 zu 1 bzw. b) 1 zu 3 in Schallausbreitungsrichtung auf. Berechnen Sie jeweils den Reflexions- und Transmissionskoeffizient an der Sprungstelle sowie die Schallintensität und Schallleistung der durchgelassenen Welle bezogen auf die einfallende Welle.



Aufgabe 27: Wie groß ist die Resonanzfrequenz einer Flasche mit den nebenstehenden Abmessungen? (Man vernachlässige die Mündungskorrektur)



Aufgabe 28: Man berechne die Abmessungen (Länge und Öffnungsradius) eines Exponentialtrichters mit einer Grenzfrequenz von 80 Hz, dessen Radius am engen Ende 1 cm beträgt und in dessen Öffnung die Tangente an die Mantellinie einen Winkel von 45° mit der Trichterachse einschließt. (Der Trichter habe überall Kreisquerschnitt.)

Aufgabe 29: Ein Schallstrahl werde unter 10° Erhebungswinkel in die Luft abgestrahlt, in der die Temperatur mit $2^\circ \text{C}/100 \text{m}$ mit der Höhe anwächst. Nach welchem Laufweg trifft der Strahl wieder auf den Erdboden, an dem eine Temperatur von 0°C herrscht?

