



11PH1

1. Klausur 11/II  
Schwingungen und Wellen

09.05.2003

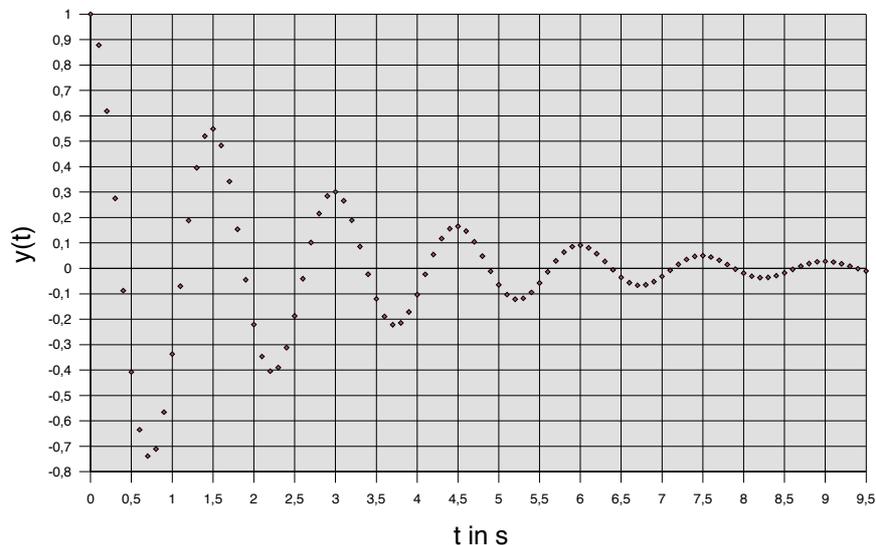
### Allgemeine Hinweise:

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner, Schreibutensilien

## Aufgabe 1: Gedämpfte harmonische Schwingungen

In Natur und Technik verlaufen alle periodischen Vorgänge gedämpft ab, d.h. ihre Amplitude nimmt mit der Zeit ab. Häufig ist das ein unerwünschter Effekt (z.B. bei Uhren) und man muss für eine rechtzeitige, d.h. synchrone Energiezufuhr sorgen, damit die Schwingung nicht zum Erliegen kommt. Gelegentlich ist eine Dämpfung jedoch auch von Nutzen, wenn z.B. ein Stoßdämpfer in einem KFZ so stark gedämpft ist, dass es erst gar nicht zu einer u.U. gefährlichen Schwingung kommen kann.



- 1.1. Bestimme Periodendauer und Frequenz der Schwingung, die in dem Diagramm dargestellt ist.
- 1.2. Bestimme mittels einer geeigneten Linearisierung („logarithmische Darstellung“) die Funktion  $y_{\max}(t)$  und ermittle daraus die Dämpfungskonstante  $k$  der Schwingung.
- 1.3. Wie lautet die vollständige Funktion  $y(t)$ , die die Schwingung mathematisch beschreibt?

## Aufgabe 2: Doppler-Effekt

Fährt eine Schallquelle an einem Beobachter (Auto, Signalhorn etc.) vorbei, hört der Beobachter beim Annähern eine höhere, beim Entfernen eine niedrigere Frequenz als bei einer ruhenden Schallquelle. Je größer die Geschwindigkeiten, desto größer sind die Frequenzänderungen. Dieses physikalische Phänomen bezeichnet man als akustischen Doppler-Effekt. Auch bei elektromagnetischen Wellen (Licht, Radar etc.) ist ein solcher Effekt beobachtbar und wird z.B. bei der „Radarkontrolle“ durch die Polizei genutzt oder zur Geschwindigkeitsermittlung ferner Galaxien.

- 2.1. Leite die Gleichung für die beobachtete Frequenz in Abhängigkeit von der Sendefrequenz und der Relativgeschwindigkeit zwischen Sender und Empfänger her für den Fall dass
  - a) der Sender ruht, der Beobachter sich bewegt,
  - b) der Beobachter ruht, der Sender sich bewegt.



- 2.2. Ein sich mit 90 km/h auf einen Beobachter zubewegender Zug pfeift mit einer Frequenz von 630 Hz. (Schallgeschwindigkeit: 340 m/s)
- Wie groß ist die Wellenlänge vor dem Zug?
  - Welche Frequenz hört der Beobachter?
- 2.3. Die Autohupe eines stehenden Fahrzeugs besitze eine Frequenz von 400 Hz. Welche Frequenz hört ein Radfahrer, der bei Windstille mit einer Geschwindigkeit von 34 m/s auf das Fahrzeug zufährt?
- 2.4. Erläutere, was passiert, wenn sich die Geschwindigkeit des Senders gegenüber dem Beobachter der Schallgeschwindigkeit annähert und diese schließlich übersteigt?

### **Aufgabe 3: Fourier-Analyse**

Es ist möglich beliebige periodische und nicht-periodische Vorgänge durch eine geeignete Überlagerung von harmonischen Schwingungen mit bestimmten Frequenzen und Amplituden zu erzeugen. Die Untersuchung, welche Frequenzen in welchen Amplituden notwendig sind um einen bestimmten Vorgang (z.B. einen Ton oder einen bestimmten Kurvenverlauf) zu erzeugen, heißt Fourier-Analyse, die Erzeugung eines Vorgangs aus seinen harmonischen Komponenten nennt man auch Fourier-Synthese. Auf diesem Prinzip beruhen Signalgeneratoren in der Elektronik und Synthesizer in der Musik.

Die Fourier-Analyse eines Signals hat folgendes Ergebnis geliefert:

$$y(t) = \sin(t) + 1/3 \cdot \sin(3 \cdot t) + 1/5 \cdot \sin(5 \cdot t) + \dots$$

Welche periodische Kurve wird durch diese Funktion beschrieben?