Aufgabenblatt zu Schwingungen und Wellen

Schwingungen

Aufgabe 1. Gib zwei Beispiele für Schwingungen.

Aufgabe 2.

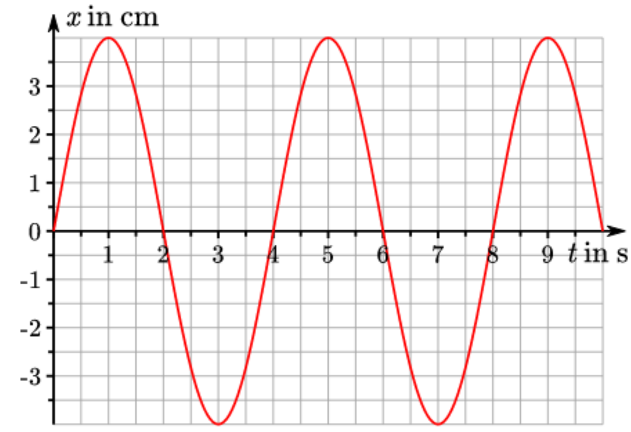
Abb. 1 zeigt das t-x-Diagramm einer harmonischen Schwingung.

Ermittle ...

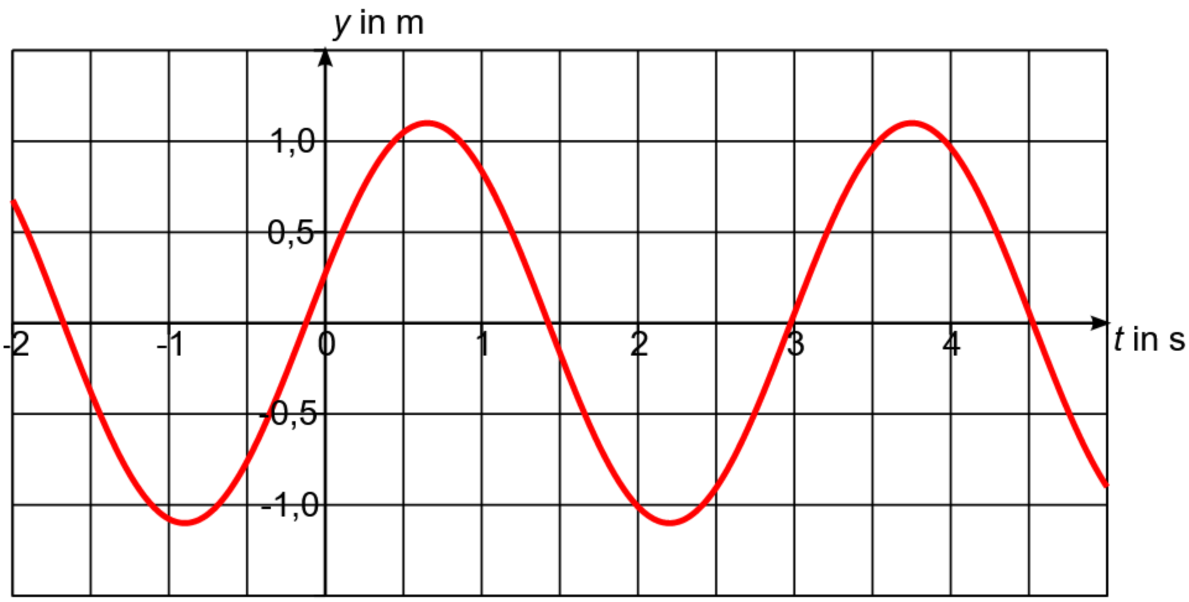
a) ... die Periodendauer,

b) ... die Zeitpunkte innerhalb der ersten $10\,\mathrm{s}$, zu denen die Auslenkung maximal positiv ist,

c) ... die Auslenkung zu den Zeiten $0{,}5\,\mathrm{s}$, $2{,}0\,\mathrm{s}$, $2{,}5\,\mathrm{s}$ und $16{,}5\,\mathrm{s}$.



©
Abb. 1 t-x-Diagramm einer harmonischen Schwingung



a) Bestimmen Sie aus dem Graphen die Schwingungsdauer der Schwingung.

b) Bestimmen Sie ebenfalls die Amplitude der Schwingung.

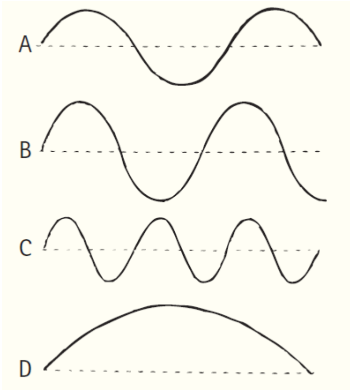
c) Entnehmen Sie dem Graphen, zu welchen Zeiten im skizzierten Abschnitt absolute Maxima und Minima auftreten.

(Aufgabe von LEIFI-Physik)

Wellen

Aufgabe 3. Ein Gewicht, das an einer Feder aufgehängt ist, bewegt sich 20 cm von seiner Ruhelage zweimal pro Sekunde auf und ab. Was ist seine Frequenz? Seine Periode? Seine Amplitude?

Aufgabe 4. Nimm dir ein Geodreieck und ordne die folgenden Wellen von der größten zur kleinsten mit Bezug auf die Wellenlänge und gib die Wellenlänge an. (Der Maßstab ist 1 zu 1.)



Aufgabe 5. Welche Art von Welle breitet sich durch ein materielles Medium aus?

a) Elektromagnetische Wellen

b) Wasserwellen

c) Radiowellen

d) Röntgenstrahlen

Aufgabe 6. Gib die Frequenz an, die eine Schwingung mit folgender Periodendauer hat.

a. 0.10 s

b. 5 s

c. 1/60 s

Aufgabe 7. Gib die Periodendauer an, die eine Schwingung mit folgender Frequenz hat.

a. 10 Hz

b. 0.2 Hz

c. 60 Hz

Aufgabe 8. Wenn ihr einen Ton hört, dann liegt das daran, dass Schall euer Trommelfell zum Schwingen bringt. Der Mensch kann im Durchschnitt Frequenzen von $20Hz$ bis $20.000Hz$ wahrnehmen. Schwingt das Trommelfell mit einer Frequenz, die außerhalb dieser Grenzen liegt, so kommt die Information „hier ist ein Ton“ nicht ins Bewusstsein.

Ein Lautsprecher wird einmal mit einer harmonischen Schwingung (Sinusschwingung) mit $20Hz$ und einmal mit einer Schwingung mit $20.000Hz$ betrieben.

a) Berechne für beide Fälle, wie lang die Zeitspanne ist, vom Zeitpunkt, wo die Membran am vordersten Punkt ist, bis zum nächsten Zeitpunkt, wo dies der Fall ist.

b) Wie heißt die in a) berechnete Zeitdauer?

Aufgabe 9. Gib drei Beispiele für Wellen.

Ausbreitungsgeschwindigkeit

Aufgabe 10. Ein Bootsführer bemerkt, dass Wellenkämme alle 5 Sekunden seine Ankerkette passieren. Er schätzt den Abstand zwischen den Wellenkämmen auf 15 m ein. Berechne die Geschwindigkeit der Wasserwelle.

Aufgabe 11. Gib die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle an, die eine Frequenz von 2 Hz und eine Wellenlänge von 1.5 m hat.

Aufgabe 12. Berechne die Geschwindigkeit einer Schallwelle mit einer Frequenz von 200 Hz und einer Wellenlänge von 1.7 m.

Aufgabe 13. Eine Mücke schlägt ihre Flügel mit 600 Schwingungen pro Sekunde, was den nervigen Summton von 600 Hz erzeugt. Angenommen, die Schallgeschwindigkeit beträgt 340 m/s, wie weit bewegt sich der Schall zwischen den Flügelschlägen? Mit anderen Worten, finden Sie die Wellenlänge des Mückenschalls.

Aufgabe 14. Auf einer Tastatur schlagen Sie das mittlere C an, dessen Frequenz 256 Hz beträgt.

a. Was ist die Periode einer Schwingung dieses Tons?

b. Wenn der Klang mit einer Geschwindigkeit von 340 m/s das Instrument verlässt, wie lang ist seine Wellenlänge in der Luft?

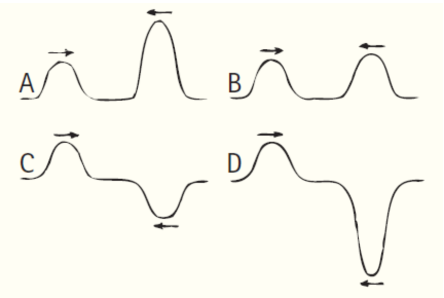
Beugung

Aufgabe 15. Zeichne eine Abbildung der Beugung am Spalt, ähnlich wie im Theorieteil, mit dem Unterschied, dass die Spaltbreite gleichbleibt und die Wellenlänge sich ändert (wieder die drei Fälle λ<< D, $\lambda \approx$ D und λ>> D).

Aufgabe 16. Die Wellenlängen der Luftschallwellen von Stimmen sind etwa 1 m (je nachdem wie hoch oder tief die Person spricht). Begründe mit einer Skizze, dass die Beugung dafür sorgt, dass man einen sprechenden Menschen auch hören kann, wenn man nicht direkt vor ihm steht. (Beugung ist dafür nicht der einzige Grund, aber es ist ein Grund).

Interferenz

Aufgabe 17. Hier sind vier verschiedene Paare von Wellenimpulsen, die sich aufeinander zubewegen. Irgendwann treffen sich die Impulse und interagieren miteinander (Interferenz). Ordne die vier Fälle in Bezug auf die Höhe des Peaks, der entsteht, wenn sich die Zentren der Impulse überschneiden, von höchster zu niedrigster Höhe.



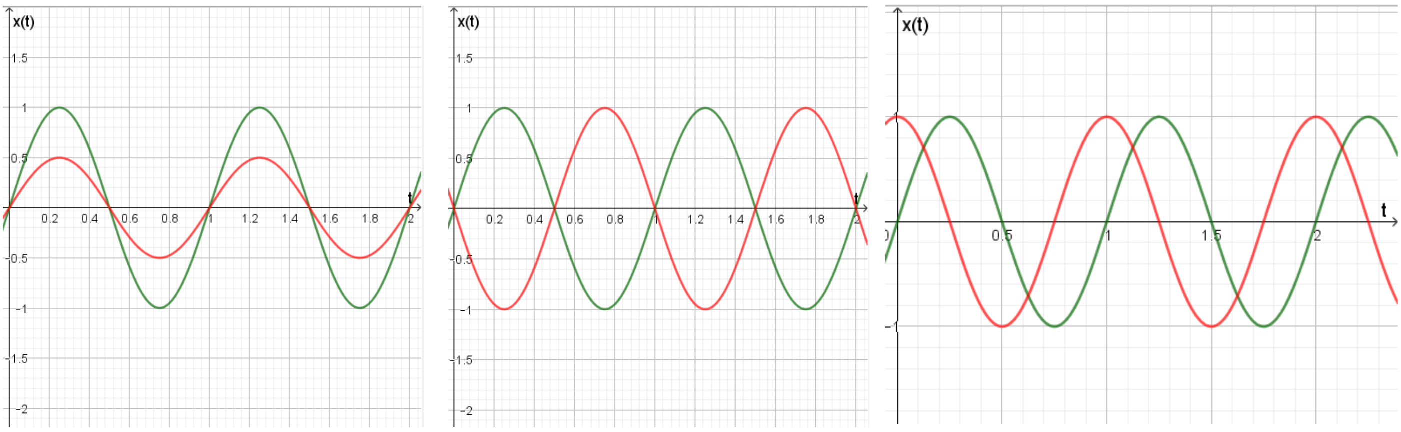
Aufgabe 18.

Im Folgenden sind verschiedene 2er-Paare an Schwingungen gegeben. Skizziere den Funktionsgraph der überlagerten Schwingung!

a) Gleiche Frequenzen: Skizziere die Überlagerung. Ordne außerdem die folgenden Bezeichnungen zu.

i. Wenn beide Schwingungen gleiche Frequenz und gleiche Phasenverschiebung haben spricht man von konstruktiver Interferenz.

ii. Wenn die Phasenverschiebung π beträgt und gleiche Amplituden herrschen, dann spricht man von destruktiver Interferenz.

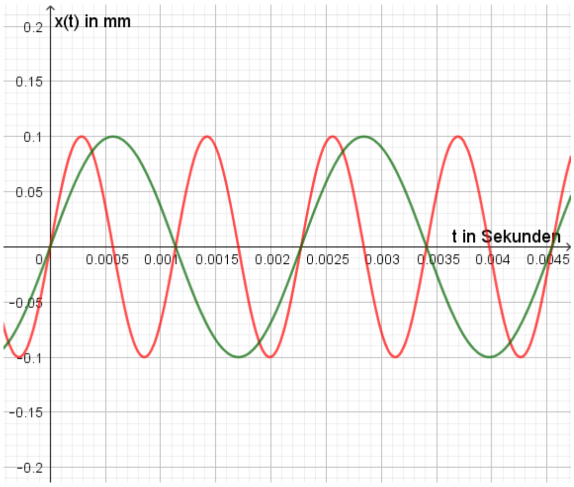


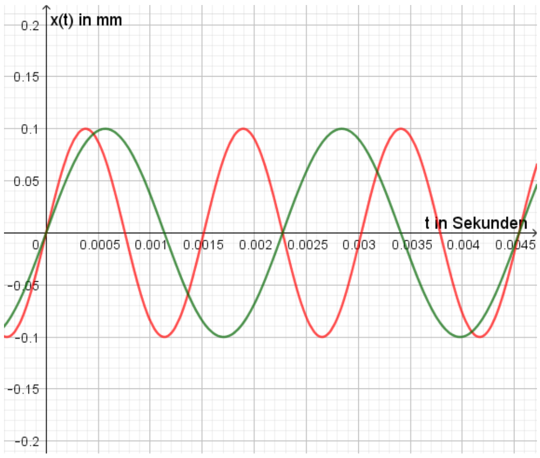
b) Töne: Skizziere die Schwingung eines Trommelfells, wenn die folgenden Paare an Tönen auf das Ohr treffen. Ordne außerdem die folgenden Bezeichnungen zu.

i. Der Kammerton hat eine Frequenz von $440Hz$.

ii. Die Oktave eines Tons ist die Schwingung, die die Doppelte Frequenz hat.
Beispiel: Die Oktave des Kammertons hat eine Frequenz von $880Hz$.

iii. Geht man am Klavier von einem Ton sieben Tasten weiter, so klingen beide Töne überlagert gut für den Menschen. Das Verhältnis der beiden Frequenzen ist 2:3.
Nimmt man den Ton drei Tasten weiter auch dazu erhält man ein Moll (klingt traurig) (Frequenzverhältnis 6:5)
Nimmt man stattdessen die vierte Taste dazu erhält man ein Dur (klingt fröhlich)





$$x_1(t) = \sin(2\,\pi\,440\,t) + \sin(2\,\pi\,440 \cdot 1{,}5\,t) + \sin(2\,\pi\,1{,}2 \cdot 440\,t)$$

$$x_2(t) = \sin(2\,\pi\,440\,t) + \sin(2\,\pi\,440 \cdot 1{,}5\,t) + \sin(2\,\pi\,1{,}25 \cdot 440\,t)$$

Aufgabe 19. Betrachte den Versuch zur Interferenz am Doppelspalt im Wellenbad. Zeichne den Verlauf der Amplitude der resultierenden Welle hinter dem Doppelspalt, entlang einer Linie parallel zum Doppelspalt.

Dopplereffekt

Aufgabe 20. Ordne die folgenden Situationen nach der Tonhöhe. Ein Feuerwehrauto bewegt sich

a. Auf den Hörer zu mit 30 km/h.

b. Auf den Hörer zu mit 50 km/h.

c. Vom Hörer weg mit 20 km/h.

Wellen als Energieüberträger

Aufgabe 21. Die Amplitude einer Wasserwelle, die sich frei ausbreiten kann wird mit wachsendem Abstand vom Erreger kleiner. Begründen Sie dies mit Hilfe der Interpretation von Wellen als Energieüberträger!

a. Tipp: Folgende Zwischenfrage ist hilfreich: Sagen wir, du hast 5 Seeschlangen zur Verfügung. Wie müssten man diese anordnen, um möglichst viel von der Energie abzuzapfen, die der Erreger in die Welle steckt?

b. Dies ist auch der Grund, warum die Sonnenstrahlung beim Pluto schwächer ist als auf der Erde, diskutiere!

Aufgabe 22. In Mitteleuropa erreicht die Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche eine Intensität von maximal rund $I = 800\frac{W}{m^2}$.

a. Berechne die elektrische Energie, die eine Photovoltaikanlage mit $1m^2$ Flächeninhalt mit einem Wirkungsgrad von 30% bei dieser Intensität in einer Stunde erzeugt.

b. BONUS: An der Erdatmosphäre kommt eine Strahlung mit einer Intensität von etwa $1400\frac{W}{m^2}$ an. Die Erde ist etwa 150 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Berechne, wie viel Energie die Sonne pro Sekunde abstrahlt, also die Leistung der Sonne. (Tipp: die Formel für die Kugeloberfläche lautet: $O = 4\pi r^2$)

Deep Dive: Mathematische Vertiefung

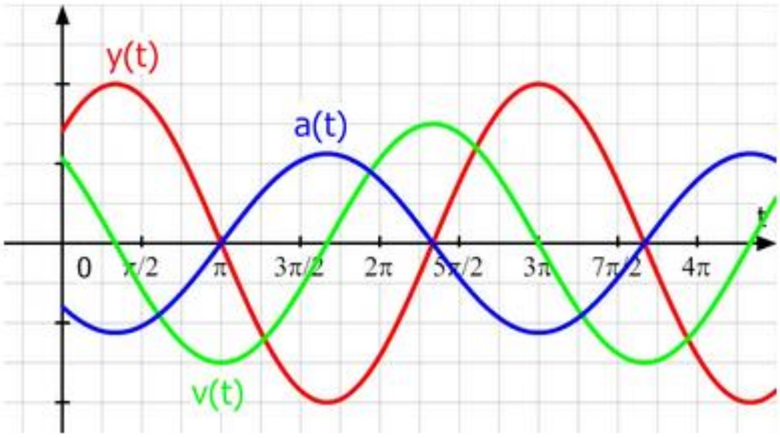
Die allgemeine Sinusschwingung und die Kreisfrequenz

Aufgabe 23. Zeichne (mit Geogebra falls vorhanden) das Auslenkungs-Zeit Diagramm für eine harmonische Schwingung mit den Eigenschaften:

$A = 3cm, \omega = 1\frac{1}{s}\ und\ \varphi = \frac{\pi}{4}$ im Bereich $t = 0\ bis\ t = 10$s

Aufgabe 24. Kontrolliere anhand deiner Zeichnung von Aufgabe S.1), ob die Formel $T = 2\pi/\omega$ stimmt. Gib T und f mit Einheit für die dort gezeichnete Schwingung an.

Aufgabe 25.



Im obigen Diagramm sind Auslenkung y, Geschwindgkeit v und Beschleunigung a eines Körpers gegeben, der eine harmonische Schwingung ausführt. (Abb. Von LEIFI-Physik)

(Achtung: Die Graphen so aufzutragen ist nicht ganz richtig, weil $y, v\ und\ a$ verschiedene Einheiten haben.)

Begründe, warum

i. v zu jedem Zeitpunkt ein Extremum hat, zu dem y eine Nullstelle hat
ii. v zu jedem Zeitpunkt eine Nullstelle hat, zu dem y ein Extremum hat
iii. a ein Extremum hat, wenn auch y ein Extremum hat.

Aufgabe 26. In der folgenden SRDP-Aufgabe sieht man, dass auch Wechselstrom als eine Schwingung betrachtet werden kann. Es wird außerdem eine Gedämpfte Schwingung gezeigt. Viele Schwingungen in der Praxis sind gedämpft.

https://prod.aufgabenpool.at/amn/teilb1/712/Sinusfunktionen.pdf

Diskutiere auch die Physik hinter der Aufgabe!

Aufgabe 27. In der folgenden Aufgabe wird ein Federpendel mathematisch analysiert:

https://prod.aufgabenpool.at/amn/teilb1/588/Federpendel.pdf

Differenzialgleichungen und die Schwingungsdauer eines Fadenpendels

Aufgabe 28. Berechne die Frequenz und die Schwingungsdauer eines Fadenpendels mit einer Länge von 2 Metern, einem Schwingkörper mit 3 kg Masse und einer maximalen Auslenkung von 20 cm.

Aufgabe 29. Eine Astronautin auf dem Mond befestigt eine kleine Messingkugel an einer 1,00 m langen Schnur und macht einen einfachen Pendelversuch. Sie misst 15 vollständige Schwingungen in 75 Sekunden. Aus dieser Messung berechnet sie die Fallbeschleunigung auf dem Mond. Was ist ihr Ergebnis?

Funktionen in mehreren Variablen und Interferenz

Aufgabe 30. Falls ein PC-Raum zur Verfügung steht ist die **SMÜ** für heute, eine Abgabe zu erstellen, auf der Screenshots der Wellenbilder zu sehen sind. Versuche möglichst schöne Abbildungen zu machen, jede Abbildung soll einzigartig sein.

a. Öffne Geogebra.
b. Gehe auf Ansicht->3D Grafik.
c. Öffne das CAS.

d. Gib die Funktion $H(x, y) = \sin\left(\sqrt{x^2 + y^2}\right)$ ein.

e. Du solltest nun den Graphen der Funktion in deinem 3D-Grafikfenster sehen. Nimm dir jetzt Zeit um darüber nachzudenken und mit der Klasse zu diskutieren, wie man diesen Graphen verstehen kann. Benutze die Maus um rein- und rauszuzoomen und den Graph von allen Seiten anzusehen.

f. Erstelle nun eine andere Funktion $H_2(x, y)$, bei der der Erreger nicht am Punkt $(0{,}0)$ liegt sondern am Punkt $(10{,}0)$. Alles was du ändern musst ist das Argument der Sinusfunktion (Tipp: Was ist der Abstand eines Punktes $P = (x, y)$ vom Erreger $(10{,}0)$?).

g. Blende nun die Funktion H aus, um sicher zu gehen, dass H_2 so aussieht wie du es möchtest.

h. Wir überlagern nun die Welle. Erstelle eine Funktion H_3, die einfach die Summe der beiden anderen ist, also $H_3(x, y) \coloneqq H(x, y) + H_2(x, y)$.

i. Blende H und H_2 aus, sodass du nur noch H_3 siehst. Welchen Effekt kannst du an der Funktion H_3 sehen?

j. In Aufgabe f. war der Wert 10 für die x-Koordinate des Erregers vorgegeben. Ändere Nun diese Koordinate (z.B. auf 5, 10, 20, 50 usw.) und beobachte, wie sich die Welle verhält.

k. Die „Welle“, die du siehst bleibt immer gleich hoch. Wir haben oben gesehen (Wellen als Energieüberträger), dass das bei echten Wellen nicht der Fall ist. Überlege dir, wie man die Funktionsgleichung von H verändern könnte, damit die Welle nach außen hin abflacht. Diskutiere dann mit der Klasse.