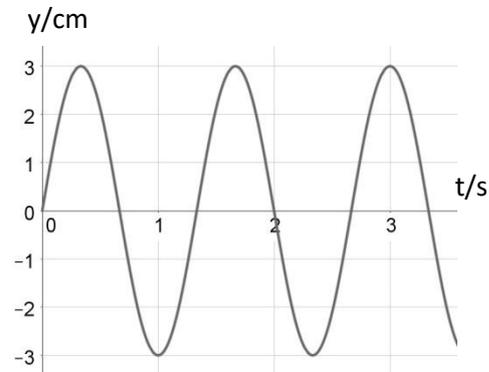
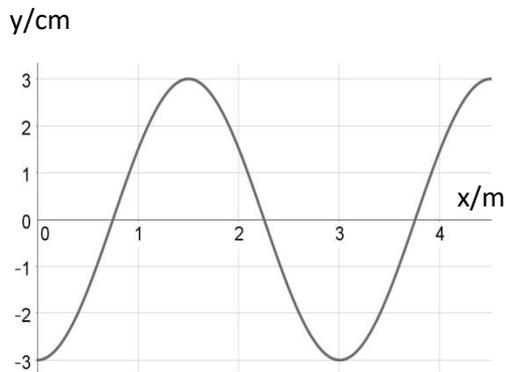


Klausur
- Wellen als Naturerscheinung -

Teil A: Lösen Sie die folgenden Aufgaben ohne zusätzliche Hilfsmittel (max. 30min)

A1: Die beiden folgenden Diagramme beschreiben eine Querswelle.



- a) Erläutern Sie die Darstellungen in beiden Bildern. 4BE
b) Geben Sie Wellenlänge, Periodendauer und Frequenz dieser Welle an. 3BE

- A2: a) Nennen Sie die Merkmale von **Transversal-** und **Longitudinalwellen**.
Geben Sie je ein praktisches Beispiel dafür an. 4BE
b) Formulieren Sie die beiden Grundaussagen des **Huygenschen Prinzips**. 2BE

- A3: Das Foto zeigt ein ins Wasser
gefallenes (noch lebendes)
Insekt.

Beschreiben und erklären Sie
die im Bild erkennbaren
Strukturen auf der Wasser-
oberfläche.
(ggf. nachzeichnen!)



3BE

- A4: Entscheiden Sie, ob folgende Aussagen zu Wellen wahr oder falsch sind. 4BE
- a) Bei Schallwellen werden Informationen, aber keine Energie übertragen.
b) Bei der Brechung einer Welle zum Einfallslot hin nimmt die Frequenz ab.
c) Je größer die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer mit konstanter Frequenz erzeugten Welle, desto größer ihre Wellenlänge.
d) Destruktive Interferenz (maximale Abschwächung) zweier Wellen tritt immer auf, wenn ihr Gangunterschied ein ganzzahliges Vielfaches von $\lambda/2$ beträgt.

20BE

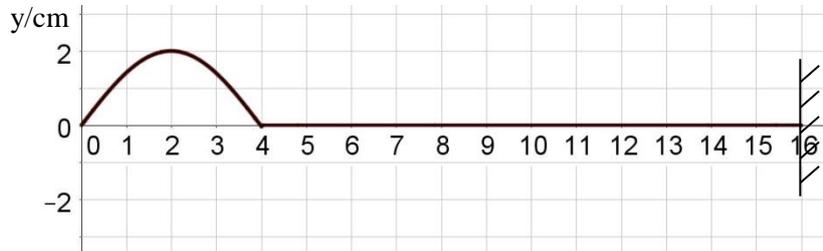
=====

- A1: a) links: **Wellenbild**, veranschaulicht die Auslenkung **vieler Schwinger** des Wellenträgers (an verschiedenen Orten x) zu einer **feststehenden Zeit** 2BE
rechts: **Schwingungsbild**, veranschaulicht die zeitliche Bewegung **eines Schwingers** der Welle an einem **festen Ort x** 2BE
- b) $\lambda = 3\text{m}$ $T = 4/3\text{s} = 1,33\text{s}$ $f = 0,75\text{Hz}$ 3BE
- A2: a) Transversalwelle: Schwinger bewegen sich **senkrecht** zur Ausbreitungsrichtung
z.B.: **Seilwelle** / Wasserwelle
Longitudinalwelle: Schwinger bewegen sich **längs** zur Ausbreitungsrichtung
z.B. **Schallwelle** 4BE
- b) (1) **Jeder Punkt** einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt einer **Elementarwelle** (Kreiswelle) betrachtet werden.
(2) Die **Einhüllende** (Überlagerung) aufeinandertreffender Elementarwellen ergeben die **neue Wellenfront** 2BE
- A3: Die Flügel des Insektes erzeugen an **zwei** verschiedenen Orten auf der Wasseroberfläche **Kreiswellen**.
Die Kreiswellen treffen (hinter dem Insekt) aufeinander und rufen **Interferenz** hervor, die man an Bereichen der **Auslöschung** erkennen kann. 3BE
- A4: a) **falsch** (fortschreitende Wellen übertragen stets Energie)
b) **falsch** (Die Frequenz wird durch den Wellenerreger bestimmt)
c) **richtig** ($\lambda \sim c$ nach dem Grundgesetz der Wellenlehre)
d) **falsch** (sie müssen gegenphasig sein, gilt nur für ungeradzahlige Vielfache) 4BE

Klausur
- Wellen als Naturerscheinung -

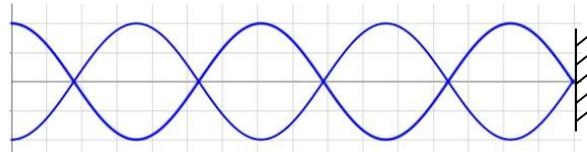
Teil B: Lösen Sie die folgenden Aufgaben unter Verwendung von TR und Tafelwerk

B1: Ein 16m langes Seil wird an einem Seilende periodisch in Schwingung versetzt. Das andere Ende ist starr an einer Wand befestigt. Die Abbildung zeigt die Momentaufnahme zur Zeit $t=0,2s$.



- a) Ermitteln Sie die Wellengleichung dieser fortschreitenden Welle. 3BE
- b) Wie groß ist Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ?
Geben Sie die Zeit an, zu der die Welle die Wand erreicht hat. 2BE
- c) Zeichnen Sie das Wellenbild zur Zeit $t=0,35s$. 2BE
- d) Berechnen Sie die Auslenkung y des Seiles zur Zeit $t=0,35s$ am Ort $x=6m$. 2BE

Nach Anregung mit einer anderen Frequenz kann man nach längerer Zeit auf dem gleichen Wellenträger das dargestellte Wellenbild erkennen.



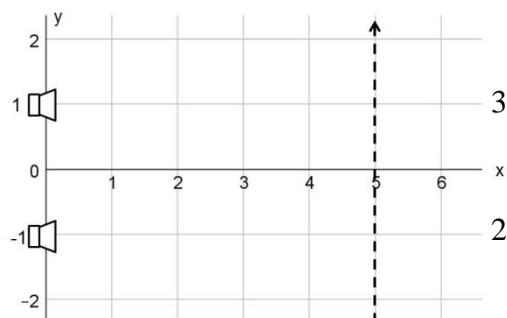
- e) Erklären Sie die Entstehung dieses Bildes. 3BE
- f) Berechnen Sie die Anregungsfrequenz. 3BE

B2: Eine lineare Wasserwelle mit $f=0,5Hz$ und $\lambda=0,8m$ trifft unter einem Einfallswinkel von 30° auf ein Wassergebiet mit größerer Ausbreitungsgeschwindigkeit. Dabei tritt Brechung um 5° auf.

- a) Skizzieren Sie diesen Vorgang der Brechung mit Hilfe der Wellenfronten und Wellennormalen. 2BE
- b) Berechnen Sie die Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wasserwelle im zweiten Wassergebiet. 4BE

B3: Zwei Lautsprecher sind wie im Koordinatensystem dargestellt in einer Ebene angeordnet (Angaben in Meter). Sie senden phasengleiche Schallwellen der gleichen Frequenz f aus.

- a) Beschreiben und erklären Sie die akustischen Wahrnehmungen eines bewegten Beobachters, der sich längs einer Geraden $x=5$ bewegt. 3BE
- b) Begründen Sie, weshalb ein Beobachter im Punkt $(5; 0)$ unabhängig von der Frequenz immer einen besonders lauten Ton wahrnimmt. 2BE
- c) Berechnen Sie eine Frequenz f , bei dem der Beobachter im Punkt $(5; 1)$ fast keinen Ton wahrnimmt. 4BE



Bewertung:

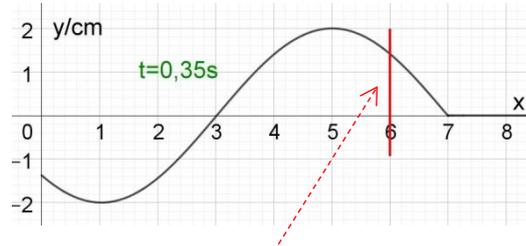
30BE

ZP	48	45	43	40	38	35	33	30	28	25	23	20	17	14	10
BE	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

B1: a) im Bild dargestellt: $\lambda/2$ $\lambda = 8m$ $T = 0,4s$ $y_{max} = 2cm$
 Gleichung: $y(x, t) = 2cm \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left[\frac{t}{0,4s} - \frac{x}{8m}\right]\right)$ 3BE

b) $c = \lambda \cdot f = 20m/s$ $t = \frac{l}{c} = \frac{16m}{20m/s} = 0.8s$ 2BE

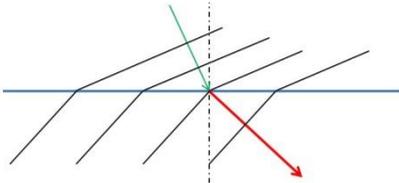
c) nach $t=0,35s$ hat sich die Welle um $x = c \cdot t = 7m$ ausgebreitet. 2BE



d) $y(6m; 0,35s) = 2cm \cdot \sin\left(2\pi \cdot \left[\frac{0,35s}{0,4s} - \frac{6m}{8m}\right]\right) = +1,414cm$ 2BE

e) Am festen Ende wird die Welle (mit einem Phasensprung) **reflektiert** und ist jetzt **gegenläufig**. Beide Wellen führen zur Interferenz und erzeugen eine **stehende Welle** mit ortsfesten Knoten und Bäuchen. 3BE

f) Länge $l = 16m$ $c=20m/s$ $4,5 \cdot \lambda/2 = 16m$
 $4,5 \cdot \lambda = 32m$ $\lambda = 7,11m$
 $f = c/\lambda = 20m \cdot s^{-1} / 7,11m \approx 2,8Hz$ 3BE

B2: a)  2BE

b) $c_1 = \lambda_1 \cdot f = 0,4m/s$ $\alpha = 30^\circ$ $\beta = 35^\circ$
 $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{c_1}{c_2}$ $c_2 = 0,46m/s$ $\lambda_2 = c_2/f = 0,92m$ 4BE

B3: a) Der Beobachter nimmt im Wechsel **laute und leise** Töne wahr. Durch den **unterschiedlichen Weg** der Schallwellen der beiden Lautsprecher kommt es zur **Interferenz**. In den lauten Bereichen sind die Schallwellen in Phase (Verstärkung). In den leisen Bereichen kommt es zur Abschwächung, die Schallwellen sind gegenphasig. 3BE

b) Der Weg der beiden Schallwellen ist immer gleich, es gibt **keinen Gangunterschied** zwischen den Wellen. Sie sind **immer in Phase**. 2BE

c) Fast kein Ton = destruktive Interferenz
 Gangunterschied der Schallwellen: $\Delta s = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$
 z.B.: $k = 0$ $\Delta s = \lambda/2$
 Pythagoras: $2^2 + 5^2 = \left(5 + \frac{\lambda}{2}\right)^2$ solve(...) $\lambda = 0,77m$
 $f = c/\lambda = 446,8Hz$ 4BE