

## I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

### Standardbezug

Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1	X							X		
1.2		X								
1.3		X		X			X			
2.1	X						X			
2.2			X			X		X		
2.3		X								
2.4	X			X						
2.5		X		X				X		
3.1			X			X				
3.2		X						X		
3.3				X						

### Inhaltlicher Bezug

Q2: Schwingungen und Wellen

verbindliche Themenfelder: Wellen (Q2.2)

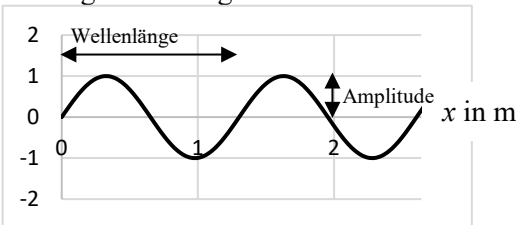
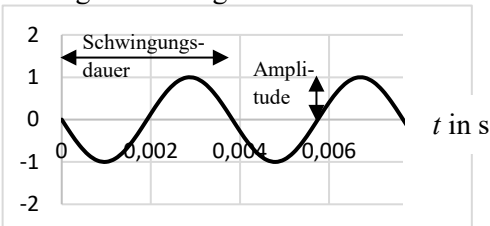
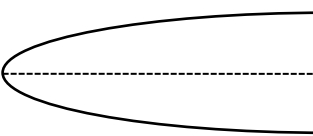
## II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.

Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.

Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	<u>Entscheiden:</u> Es handelt es sich um Longitudinalwellen.	1

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	<u>Begründen:</u> Bei einer Schallwelle schwingen die Luftmoleküle als Oszillatoren in Ausbreitungsrichtung.	1
1.2	<u>Berechnen:</u> $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{264 \text{ Hz}} = 0,0038 \text{ s}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{264 \text{ Hz}} = 1,29 \text{ m}$	4
1.3	<u>Skizzieren und einzeichnen:</u> <u>x-Elongations-Diagramm:</u>  <u>t-Elongations-Diagramm:</u>  <i>Es ist zu akzeptieren, wenn eine Schwingungsdauer von 4 ms gewählt wird oder die Achsen mit <math>\lambda</math> und <math>T</math> skaliert werden und wenn beide Graphen an der x- bzw. t-Achse gespiegelt sind. Eine Angabe der Einheit der Elongationsachse ist nicht verlangt.</i>	6
2.1	<u>Skizzieren:</u>  <i>Eine Skizze einer stehenden Longitudinalwelle ist nicht erforderlich.</i> <u>Erläutern:</u> Durch das Anblasen der Öffnung des Röhrchens bewegen sich dort die Luftmoleküle, es entsteht ein Schwingungsbauch. Am verschlossenen Ende können sich die Luftmoleküle nicht bewegen, es bildet sich ein Schwingungsknoten aus. <i>Eine Argumentation über die Druckverhältnisse ist ebenfalls zu akzeptieren.</i>	2  2
2.2	<u>Erläutern:</u> Da die Wellenlänge der stehenden Welle von der Länge des Röhrchens abhängt, ergibt sich (über $c = \lambda \cdot f$ ) eine Abhängigkeit der Frequenz des Tons von der Länge. Eine Panflöte kann daher gestimmt werden, indem man die Länge der Röhrchen verändert.	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
2.3	<p><u>Berechnen:</u></p> <p>Quarte:</p> $f = \frac{4}{3} \cdot 264 \text{ Hz} = 352 \text{ Hz}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{352 \text{ Hz}} = 0,966 \text{ m}$ $l = \frac{1}{4} \lambda = \frac{1}{4} \cdot 0,966 \text{ m} = 0,241 \text{ m}$ <p>Quinte:</p> $f = \frac{3}{2} \cdot 264 \text{ Hz} = 396 \text{ Hz}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{396 \text{ Hz}} = 0,859 \text{ m}$ $l = \frac{1}{4} \lambda = \frac{1}{4} \cdot 0,859 \text{ m} = 0,215 \text{ m}$	6
2.4	<p><u>Erklären:</u></p> <p>In dem Röhrchen entstehen für bestimmte Wellenlängen stehende Schallwellen, die jetzt mehr als einen Schwingungsknoten im Röhrchen besitzen. Daraus folgt jeweils, dass die Wellenlänge kürzer und die Frequenz höher als beim Grundton ist. Aufgrund der höheren Frequenzen sind diese Töne höher.</p> <p><u>Bestimmen:</u></p> <p>Da nun statt <math>\frac{1}{4}</math> der Wellenlänge <math>\frac{3}{4}</math> der Wellenlänge in das Röhrchen passt, verringert sich die Wellenlänge auf ein Drittel. Die Frequenz wird also verdreifacht. Sie beträgt deshalb:</p> $f = 3 \cdot 264 \text{ Hz} = 792 \text{ Hz}$ <p><i>Alternativer Lösungsweg:</i></p> <p>Aus <math>l = \frac{3}{4} \cdot \lambda</math> folgt <math>\lambda = \frac{4 \cdot l}{3} = \frac{4 \cdot 0,322 \text{ m}}{3} = 0,429 \text{ m}</math> und somit</p> $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,429 \text{ m}} = 792 \text{ Hz}.$	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
2.5	<p><u>Bestimmen:</u>            Unter der Voraussetzung der konstanten Länge des Röhrchens und der damit verbundenen konstanten Wellenlänge der stehenden Welle ergibt sich mit dem Zusammenhang <math>c = \lambda \cdot f</math> für das Verhältnis zweier Frequenzen <math>f_2</math> und <math>f_1</math>:</p> $\frac{f_2}{f_1} = \frac{\frac{c_2}{\lambda}}{\frac{c_1}{\lambda}} = \frac{c_2}{c_1} = \frac{\sqrt{402,52 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (273^\circ\text{C} + \vartheta_2)}}{\sqrt{402,52 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (273^\circ\text{C} + \vartheta_1)}}$ <p>Für <math>\vartheta_1 = 23^\circ\text{C}</math> und <math>\vartheta_2 = -10^\circ\text{C}</math> ergibt sich <math>\frac{325,37 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{345,18 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,94</math>.</p> <p>Die Frequenz verringert sich also um etwa 6 %.  <i>Die Berechnung über eine konkrete Länge l ist als richtig zu akzeptieren.</i></p> <p><u>Zeigen:</u>            Bei der oben angegebenen Berechnung wird deutlich, dass sich die prozentuale Abweichung lediglich aus dem Verhältnis der beiden Schallgeschwindigkeiten ergibt. Sie ist also unabhängig von der Länge des Röhrchens.</p>	4           2
3.1	<p><u>Erläutern:</u>            Das Mikrofon erreichen Wellen von jeder der beiden Schallquellen. Da die Wellen unterschiedlich lange Strecken zu ihm zurücklegen müssen, liegt ein Gangunterschied vor. Ist der Gangunterschied der Wellen ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge, treffen Wellenberg auf Wellenberg und Wellental auf Wellental. Es liegt eine maximale Verstärkung vor. Ist der Gangunterschied ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge, treffen Wellenberg auf Wellental und umgekehrt. Es kommt zur Auslöschung. An Orten, an denen eine maximale Verstärkung vorliegt, registriert man mit dem Mikrofon einen besonders lauten Ton. An Orten, an denen Auslöschung stattfindet, herrscht theoretisch Stille.</p>	4
3.2	<p><u>Untersuchen:</u>            Der Abstand von Punkt P zur Schallquelle S1 beträgt 1,4 m.            Der Abstand von Punkt P zur Schallquelle S2 beträgt <math>\sqrt{(1,4\text{ m})^2 + (1\text{ m})^2} = 1,72\text{ m}</math>.            Der Gangunterschied ist also <math>1,72\text{ m} - 1,4\text{ m} = 0,32\text{ m}</math>.</p> <p>Die Wellenlänge beträgt <math>\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{528\text{ Hz}} = 0,64\text{ m}</math>.</p> <p>Da der Gangunterschied einer halben Wellenlänge entspricht, kommt es zur Auslöschung in Punkt P. Dort liegt folglich ein Minimum in der Lautstärke vor.</p>	5
3.3	<p><u>Begründen:</u>            Ist das Mikrofon sehr weit weg, kann der Abstand der Linie, auf der sich das Mikrofon bewegt, von den Lautsprechern vernachlässigt werden und es befindet sich in guter Näherung auf einer Linie mit den Lautsprechern. In diesem Fall entspricht der Gangunterschied dem Abstand der Lautsprecher.  <i>Auch eine Argumentation über die Winkel zwischen Mikrofon und Lautsprechern ist möglich.</i></p>	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	<u>Ermitteln:</u> Für das Maximum $n$ -ter Ordnung gilt der Zusammenhang $\Delta s = n \cdot \lambda$ . Mit $\Delta s = d$ und $\lambda = \frac{c}{f}$ erhält man durch Auflösen nach $n$ : $n = d \cdot \frac{f}{c} = 1 \text{ m} \cdot \frac{528 \text{ Hz}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,55$ Das Maximum erster Ordnung wird also bei ausreichender Entfernung in beide Richtungen erreicht. Das Maximum zweiter Ordnung existiert nicht. Zusammen mit dem Maximum nullter Ordnung kann man also insgesamt 3 Maxima registrieren.	3
	<b>Summe</b>	<b>50</b>

### III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO bzw. des Abzugs nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt. Der prozentuale sprachliche Anteil nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO wird auf 20 % festgesetzt.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45 % der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75 % der zu vergebenden BE erreicht werden.

#### Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
<b>1</b>	9	3		<b>12</b>
<b>2</b>	6	13	5	<b>24</b>
<b>3</b>		9	5	<b>14</b>
<b>Summe</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>50</b>

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.