

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									
1.2		X								
1.3	X		X			X				
2.1	X	X						X		
2.2		X								
3.1		X					X			
3.2		X		X						
4	X	X								

Inhaltlicher Bezug

Q2: Schwingungen und Wellen

verbindliche Themenfelder: Schwingungen (Q2.1), Wellen (Q2.2), Dopplereffekt, Schwebung (Q2.4)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

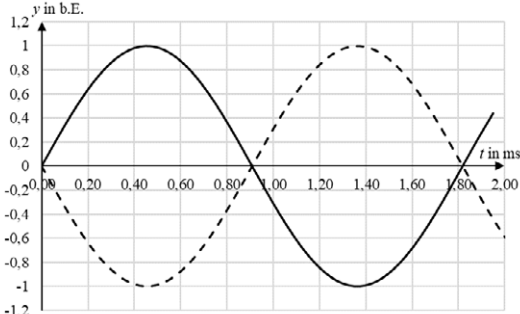
In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, 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>Erläutern:</u> Der Term auf der linken Seite stammt aus dem zweiten Newton'schen Axiom $F = m \cdot a$. Die Beschleunigung entspricht der zweiten Ableitung des Weges nach der Zeit. Der Term auf der rechten Seite der Gleichung entspricht dem Hooke'schen Gesetz $F = D \cdot x$. Das negative Vorzeichen drückt aus, dass die Federkraft der Auslenkung entgegengerichtet ist.	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.2	<p><u>Herleiten:</u> Geeigneter Lösungsansatz: $x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$, $\dot{x}(t) = -x_0 \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $\ddot{x}(t) = -x_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$ Einsetzen ergibt $-m \cdot x_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t) = -D \cdot x_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$. Dies gilt für alle Zeiten t, wenn $m \cdot \omega^2 = D$. Mit $\omega = 2\pi \cdot f$ erhält man $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}}$. Der Lösungsansatz $x(t) = x_0 \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$ ist ebenfalls zu akzeptieren.</p> <p><u>Berechnen:</u> $f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{D}{m}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,01 \text{ kg}}} = 1,59 \text{ Hz}$ Aus $\ddot{x}(t) = -x_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$ folgt $a_{\text{max}} = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot x_0 = 4\pi^2 \cdot (1,59 \text{ Hz})^2 \cdot 0,05 \text{ m} = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$</p>	<p>5</p> <p>2</p> <p>2</p>
1.3	<p><u>Angeben:</u> $x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot e^{-k \cdot t}$</p> <p><u>Bestimmen:</u> Mit $T = 0,63 \text{ s}$ und $x(T) = 0,032 \text{ m}$ ergibt sich $0,032 \text{ m} = 0,05 \text{ m} \cdot e^{-k \cdot 0,63 \text{ s}}$. Bestimmung von k: $\ln\left(\frac{0,032}{0,05}\right) = -k \cdot 0,63 \text{ s} \Rightarrow k = 0,71 \frac{1}{\text{s}}$</p>	<p>1</p> <p>4</p>
2.1	<p><u>Erläutern:</u> Die schwingende Oberfläche stößt mit angrenzenden Luftmolekülen zusammen. Diese werden zu periodischen Bewegungen angeregt. Aufgrund der Wechselwirkung der Luftmoleküle untereinander entsteht eine sich räumlich ausbreitende Welle in Form von Druck- bzw. Dichteschwankungen der Luft. Im Ohr regen diese Druckschwankungen das Trommelfell zu Schwingungen an.</p> <p><u>Angeben:</u> Schallwellen sind longitudinale Wellen.</p> <p><u>Berechnen:</u> $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{550 \text{ Hz}} = 0,62 \text{ m}$</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>2</p>
2.2	<p><u>Herleiten:</u> Der Beobachter bewegt sich mit der Geschwindigkeit v auf die Schallquelle zu und daher erreichen ihn die Wellen mit der Geschwindigkeit $c+v$. Für die Frequenz gilt $f_{\text{B}} = \frac{c+v}{\lambda} = \frac{c+v}{\frac{c}{f}} = f \left(1 + \frac{v}{c}\right).$ Die Herleitung eines der drei Terme genügt.</p>	<p>3</p>

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	<u>Berechnen:</u> $f_B = f \cdot \left(1 + \frac{v}{c}\right) = 550 \text{ Hz} \cdot \left(1 + \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right) = 566 \text{ Hz}$	2
3.1	<u>Berechnen</u> $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{550 \text{ Hz}} = 1,82 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ <u>Darstellen:</u>  <i>Eine andere Darstellung, in der beide Graphen um denselben Wert phasenverschoben sind, ist zu akzeptieren.</i>	2 3
3.2.1	<u>Erklären:</u> Die von den Punkten P und Q ausgehenden Schallwellen überlagern sich in jedem Punkt des Raums. Wenn an einem Punkt auf dem Kreisbogen zwei Wellenberge aufeinandertreffen, spricht man von konstruktiver Interferenz und es entsteht ein Intensitätsmaximum, wenn Wellenberg und Wellental aufeinandertreffen, ergibt sich ein Intensitätsminimum. <u>Erläutern:</u> Unter dem Winkel von 45° ist die Entfernung von den Punkten P und Q zu dem Punkt auf dem Kreisbogen gleich groß. Daher treffen die Wellen ohne Gangunterschied aufeinander. Da sie eine Phasenverschiebung von 180° aufweisen, interferieren sie destruktiv.	3 2
3.2.2	<u>Berechnen:</u> Die Koordinaten des Maximums auf dem Kreisbogen bei einem Winkel von 69° sind $x_{\text{max}} = 5 \cdot \cos(69^\circ) \text{ m} = 1,792 \text{ m}$ und $y_{\text{max}} = 5 \cdot \sin(69^\circ) \text{ m} = 4,668 \text{ m}$. <u>Bestätigen:</u> Damit ergibt sich zum Punkt Q die Entfernung $d_Q = \sqrt{(1,792 \text{ m} - 0,5 \text{ m})^2 + (4,668 \text{ m} - 0 \text{ m})^2} = 4,843 \text{ m}$ und zum Punkt P ergibt sich die Entfernung $d_P = \sqrt{(1,792 \text{ m} - 0 \text{ m})^2 + (4,668 \text{ m} - 0,5 \text{ m})^2} = 4,537 \text{ m}$. Der Gangunterschied zwischen den Wellen ist somit $4,843 \text{ m} - 4,537 \text{ m} = 0,307 \text{ m}$. Dies entspricht ungefähr der Hälfte der in Aufgabe 2.1 berechneten Wellenlänge. Daher ergibt sich unter Berücksichtigung der Phasendifferenz unter 69° ein Maximum. <u>Angeben:</u> Ein weiteres Maximum befindet sich unter 21° auf dem Kreisbogen.	2 6 1

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4	<u>Erläutern:</u> Es überlagern sich zwei Wellen mit leicht unterschiedlicher Frequenz. Durch die Addition der Elongationen ergibt sich eine wahrnehmbare Intensitätsschwankung, die als Schwebung bezeichnet wird.	2
	<u>Berechnen:</u> Die Frequenz der Intensitätsschwankung entspricht der Differenzfrequenz der beiden Ausgangsfrequenzen. $f_s = f_1 - f_2 = 551\text{Hz} - 549\text{Hz} = 2\text{Hz}$	2
	Summe	50

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	
1	3	11	3	17
2	4	3	3	10
3	6	9	4	19
4	2	2		4
Summe	15	25	10	50

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