

## 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				X				
1.3		X					X			
1.4	X						X			
2.1		X	X			X				
2.2		X		X				X		
3.1		X	X							
3.2		X								
4.1		X								
4.2		X		X				X		

### Inhaltlicher Bezug

Q2: Schwingungen und Wellen

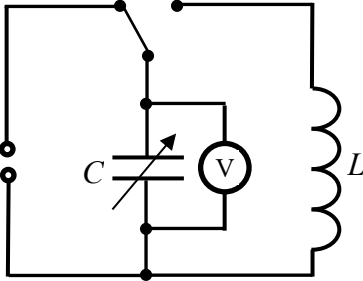
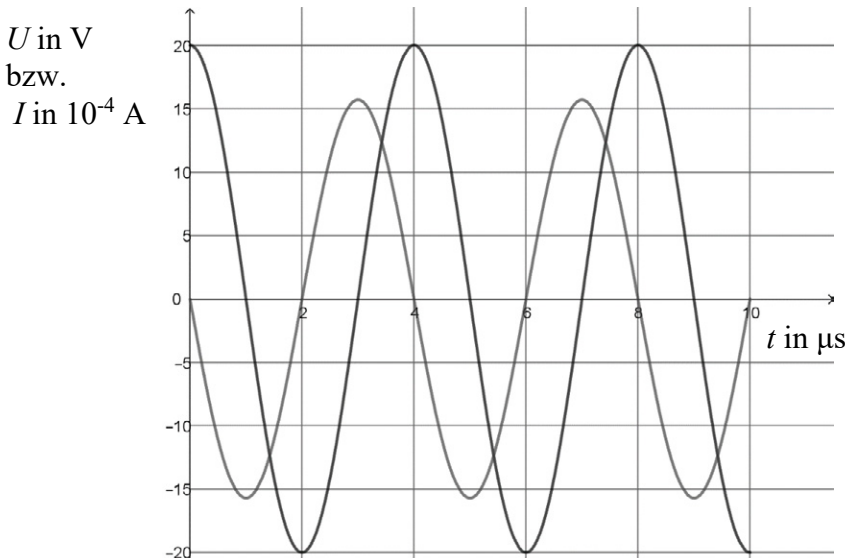
verbindliche Themenfelder: Schwingungen (Q2.1)

## 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	<p><u>Skizzieren:</u></p>  <p>Eine Skizze mit einem nichtregelbaren Kondensator ist ebenfalls zu akzeptieren.</p>	3
1.2	<p><u>Bestätigen:</u></p> <p>Aus Material 1 lässt sich entnehmen, dass sich der Verlauf allgemein durch den Term <math>U(t) = U_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)</math> beschreiben lässt und die Amplitude <math>U_0 = 20 \text{ V}</math> beträgt.</p> <p>Die Schwingungsdauer <math>T = 4 \cdot 10^{-6} \text{ s}</math> lässt sich ebenfalls aus Material 1 ablesen.</p> <p>Damit ergibt sich <math>\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{4 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = \frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}}</math>.</p>	2
1.3	<p><u>Ermitteln:</u></p> <p>Für die Ladung <math>Q(t)</math> des Kondensators gilt:</p> $Q(t) = C \cdot U(t) = 50 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot 20 \text{ V} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}} \cdot t\right) = 1 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}} \cdot t\right)$ <p>Die Stromstärke <math>I(t)</math> ergibt sich als erste Ableitung der Ladung <math>Q(t)</math> nach der Zeit:</p> $I(t) = \dot{Q}(t) = -1 \cdot 10^{-9} \text{ As} \cdot \frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}} \cdot t\right) = -1,57 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot 10^6}{2 \text{ s}} \cdot t\right)$ <p><u>Einzeichnen:</u></p>  <p>Eine neue vertikale Achse mit passender Skalierung und eine andere Stromrichtung sind ebenfalls zu akzeptieren.</p>	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE															
1.4	<p><u>Beschreiben und begründen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– <math>t = 0\text{ s}</math>: Der Kondensator ist vollständig geladen, die Spannung am Kondensator ist maximal und die Stromstärke hat den Wert null. Die gesamte Energie des Schwingkreises ist gleich der elektrischen Feldenergie.</li><li>– <math>0 &lt; t &lt; T/4</math>: Die Stromstärke nimmt aufgrund der hemmenden Wirkung der Selbstinduktionsspannung in der Spule nur langsam zu. Die elektrische Feldenergie wandelt sich in magnetische Feldenergie um.</li><li>– <math>t = T/4</math>: Die Spannung ist null, die Stromstärke ist maximal. Die gesamte Energie des Schwingkreises ist gleich der magnetischen Feldenergie.</li><li>– <math>T/4 &lt; t &lt; T/2</math>: Durch die Selbstinduktionsspannung fließt der Strom weiter und der Kondensator wird entgegengesetzt geladen. Dabei wird das Magnetfeld abgebaut und die magnetische Feldenergie wandelt sich in elektrische Feldenergie um.</li><li>– <math>T = T/2</math>: (Der Kondensator ist wieder vollständig, aber mit umgekehrter Polung, geladen.) Der Betrag der Spannung (mit umgekehrter Polung) ist maximal und die Stromstärke hat den Wert null. Die gesamte Energie des Schwingkreises ist im elektrischen Feld gespeichert.</li></ul>	3          3															
2.1	<p><u>Darstellen:</u></p> <table><tr><td>Messung Nr.</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td><math>1/C</math> in <math>10^9\text{ 1/F}</math></td><td>3,6</td><td>7,7</td><td>14,1</td><td>20</td></tr><tr><td><math>f^2</math> in <math>10^{10}\text{ (Hz)}^2</math></td><td>1,2</td><td>2,4</td><td>4,4</td><td>6,3</td></tr></table> <p>Die explizite Angabe der Werte aus der Tabelle ist nicht verlangt.</p> <p><u>Erläutern:</u></p> $f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \Leftrightarrow f^2 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot C} \Rightarrow f^2 \sim \frac{1}{C}$ <p>Aus der Thomson'schen Schwingungsgleichung folgt, dass <math>f^2</math> proportional zu <math>\frac{1}{C}</math> ist. Die Wertepaare müssen also im Diagramm Punkte ergeben, die theoretisch auf einer Geraden (Ursprungsgeraden) liegen.</p>	Messung Nr.	1	2	3	4	$1/C$ in $10^9\text{ 1/F}$	3,6	7,7	14,1	20	$f^2$ in $10^{10}\text{ (Hz)}^2$	1,2	2,4	4,4	6,3	4          2
Messung Nr.	1	2	3	4													
$1/C$ in $10^9\text{ 1/F}$	3,6	7,7	14,1	20													
$f^2$ in $10^{10}\text{ (Hz)}^2$	1,2	2,4	4,4	6,3													

[illegible]

Aufg.	erwartete Leistungen	BE																				
3.1	<u>Bestätigen:</u> $U_{\max}(t) = U_0 \cdot e^{-k \cdot t} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{U_{\max}(t)}{U_0}\right) = -k \cdot t \Leftrightarrow k = \frac{-\ln\left(\frac{U_{\max}(t)}{U_0}\right)}{t}$ <table border="1"><tr><td><math>t</math> in <math>\mu\text{s}</math></td><td>0</td><td>8</td><td>16</td><td>24</td></tr><tr><td><math>U_{\max}</math> in V</td><td>40,0</td><td>25,6</td><td>16,3</td><td>10,4</td></tr><tr><td><math>-\ln\left(\frac{U_{\max}(t)}{U_0}\right)</math></td><td>0</td><td>0,45</td><td>0,90</td><td>1,35</td></tr><tr><td><math>k</math> in <math>10^4/\text{s}</math></td><td>-</td><td>5,6</td><td>5,6</td><td>5,6</td></tr></table> <p>Da sich für die Dämpfungskonstante stets der gleiche Wert ergibt, liegt eine exponentielle Abnahme der Spannungsamplitude vor.</p> <p><i>Das Prüfen der Quotientengleichheit benachbarter Werte ist als Bestätigung ebenfalls zu akzeptieren.</i></p> <u>Bestimmen:</u> $k = \frac{R}{2L} \Leftrightarrow R = 2L \cdot k = 2 \cdot 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot 5,6 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{s}} = 918 \Omega$	$t$ in $\mu\text{s}$	0	8	16	24	$U_{\max}$ in V	40,0	25,6	16,3	10,4	$-\ln\left(\frac{U_{\max}(t)}{U_0}\right)$	0	0,45	0,90	1,35	$k$ in $10^4/\text{s}$	-	5,6	5,6	5,6	3   <
	$t$ in $\mu\text{s}$	0	8	16	24																	
$U_{\max}$ in V	40,0	25,6	16,3	10,4																		
$-\ln\left(\frac{U_{\max}(t)}{U_0}\right)$	0	0,45	0,90	1,35																		
$k$ in $10^4/\text{s}$	-	5,6	5,6	5,6																		

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4.2	<u>Erklären:</u> Es wird angenommen, dass die gesamte Energie vom Primär- in den Sekundär-schwingkreis übertragen wurde. Deshalb muss der maximale Wert der Gesamtenergie in beiden Schwingkreisen gleich sein. Die Gesamtenergie wandelt sich in beiden Schwingkreisen ständig von magnetischer in elektrische Feldenergie um und umgekehrt. Die maximalen Werte der elektrischen Energien in beiden Schwingkreise müssen daher ebenfalls gleich sein. Es gilt: $\frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot U_{1,\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot C_2 \cdot U_{2,\max}^2 \Rightarrow U_{2,\max} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \cdot U_{1,\max}$ Damit die Spannung im Sekundärschwingkreis möglichst groß wird, muss (die Kapazität $C_1$ möglichst groß und) die Kapazität $C_2$ möglichst klein sein.	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	8		<b>17</b>
<b>2</b>	2	12	4	<b>18</b>
<b>3</b>	1	5	3	<b>9</b>
<b>4</b>	3		3	<b>6</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.