

**Erwartungshorizont / Bewertungsbogen für den Prüfling:** \_\_\_\_\_

(AFB: Anforderungsbereiche; BE 1: erreichbare Bewertungseinheiten; BE 2: vom o. a. Prüfling erreichte Bewertungseinheiten)

Aufgabe	Erwartete Schülerleistungen	Anforderungsbereiche/Bewertung		
		AFB	BE 1	BE 2
1.1	Bestimmen der Schwingungsdauer $T \approx 1,15$ s durch Ausnutzen mehrerer Schwingungen (z.B. $8T \approx 9,2$ s). Überprüfen der Aussage durch Vergleich der Schwingungsdauern für die Anfangsauslenkungen $\varphi_0 \approx 9^\circ$ (M2), $\varphi_0 \approx 6,5^\circ$ sowie $\varphi_0 \approx 23^\circ$ (M3). Hinweis: Auch die Aussage, dass die Schwingungsdauer für diese Anfangsauslenkungen gleich ist, ist zulässig.	I	3	
		I	4	
1.2	Bestätigen des funktionalen Zusammenhangs einschließlich Dokumentation, z. B. durch Nachweis von Quotientengleichheit oder mit Hilfe einer Potenzregression, mögliches Ergebnis $k \approx 1,99 \frac{\text{s}}{\sqrt{\text{m}}}$ . Ermitteln eines Wertes für die Erdbeschleunigung $g \approx 9,97 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , z. B. durch Einsetzen der Proportionalitätskonstanten $k$ in die angegebene Gleichung. Abschätzen der Messunsicherheit von $g$ , z. B. mit Hilfe der Addition relativer Ungenauigkeiten bei Potenzprodukten zu $\frac{\Delta g}{g} \approx 5\%$ .	II	4	
		I	4	
		II	2	
1.3	Zeichnen eines $L - T^2$ -Diagramms. Erläutern mithilfe der Gleichung $T = k \cdot \sqrt{L}$ , dass sich als Steigung einer Ausgleichsgeraden der Wert $k^2$ ergibt.	I	4	
		II	2	
1.4	Überprüfen der experimentellen Realisierbarkeit auf der Basis der Gleichung für die Schwingungsdauer des Feder-Masse-Pendels, z. B. - durch Berechnen der Schwingungsdauer $T \approx 1,1$ s des Fadenpendels. - durch systematisches Variieren der zur Verfügung stehenden Massen oder direkte Bestimmung der notwendigen Masse. Die Masse $m = 150$ g erfüllt die Bedingungen zusammen mit $D_2 = 5,0 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ .	II/III	6	
2.1	Erklären, dass der Wechselstrom in der Primärspule ein magnetisches Wechselfeld erzeugt, das auch die Sekundärspule durchsetzt. Dadurch, dass sich die magnetische Flussdichte $B$ und damit der magnetische Fluss in der Sekundärspule ändert, wird gemäß Induktionsgesetz zwischen ihren Anschlüssen eine Spannung $U$ induziert.	I/II	4	
2.2	Zeichnen eines Schaltbildes mit den Elementen Spannungsquelle, Spulenpaar und Spannungsmessgerät. Ermitteln des funktionalen Zusammenhangs inklusive Dokumentation des Lösungsweges. Je nach Verfahren ergibt sich z. B. $U \approx 5,3 \cdot 10^{-3} \text{Vs} \cdot f$ . Begründen, dass die Änderungsrate von $B$ proportional zur Frequenz $f$ ist. Nach dem Induktionsgesetz gilt $U \sim \dot{B}$ , folglich $U \sim f$ .	I	3	
		II	4	
		III	3	
2.3	Bestätigen des Induktionsgesetzes mit folgenden Überlegungen: $\dot{I} \approx 8,0 \frac{\text{A}}{\text{s}}$ aus M7, $\dot{B} \approx 0,053 \frac{\text{T}}{\text{s}}$ , Einsetzen der Größen in das Induktionsgesetz liefert $U \approx 0,080$ V, Abgleich mit dem Messwert in M7.	II	6	

Aufgabe	Erwartete Schülerleistungen	Anforderungsbereiche/Bewertung		
		AFB	BE 1	BE 2
2.4	Berechnen eines Werts für $\mu_0$ durch Ablesen von $I$ , $B \approx 3,3$ mT und $N$ aus M8, Umstellen der Gleichung nach $\mu_0 \approx 1,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$ . Bestimmen von $B \approx 1,0$ mT durch Ablesen in M8 bei $x = 2,0$ cm.	I	3	
		II	2	
3.1	Zeichnen der Beschaltung mit Beschleunigungsspannung, Gegenspannung unter Beachtung der Polaritäten inkl. der Messgeräte. Erläutern, dass die Funktion der Heizspannung in der Erzeugung freier Elektronen, die der Beschleunigungsspannung in der Erzeugung eines elektrischen Felds zwischen Kathode und Gitter zur Beschleunigung der Elektronen und die der Gegenspannung darin besteht, Elektronen mit geringer Energie daran zu hindern, die Auffängerelektrode zu erreichen.	I	2	
		I	4	
3.2	Deuten, dass a) die zunächst ansteigende Stromstärke anzeigt, dass mit zunehmender Beschleunigungsspannung die Anzahl der Elektronen, die die Auffängerelektrode erreichen, ansteigt, b) oberhalb einer Beschleunigungsspannung von ca. 5,2 V die Stromstärke abnimmt, weil einige Elektronen ausreichend Energie besitzen, um Quecksilberatome dicht vor dem Gitter anzuregen, und c) deshalb das Gegenfeld nicht überwinden können, d) die Stromstärke bis zur Beschleunigungsspannung von ca. 7,5 V monoton abnimmt, da die Anzahl der Anregungen zunimmt. Begründen, dass der Abstand der Strommaxima deshalb gleich groß ist, weil Elektronen nach Abgabe von Energie wieder beschleunigt werden und deshalb bei genügend großer Beschleunigungsspannung mehrfach Atome anregen können. Da hier für jede Anregung eine bestimmte Mindestenergie erforderlich ist, ist der Abstand der Maxima konstant.	II	4	
		II/III	3	
3.3	Ermitteln der Anregungsenergie von $\Delta E \approx 5,0$ eV aus den Abständen der Strommaxima bzw. Stromminima. Bestätigen, dass die angeregten Atome beim Übergang in den Grundzustand Licht der Wellenlänge $\lambda \approx 250$ nm (Ansatz: $\Delta E = h \cdot f$ ) emittieren, das im ultravioletten Bereich liegt.	II	3	
		II	3	
3.4	Überprüfen durch Zuordnung eines Übergangs im Energieniveauschema zu einer Spektrallinie im Spektrum, z. B. von 7,73 eV $\rightarrow$ 5,46 eV (547 nm), $\rightarrow$ 4,89 eV (437 nm), $\rightarrow$ 4,67 eV (405 nm). Aufstellen der Hypothese, dass die (mittlere) freie Weglänge zwischen zwei Stößen mit Atomen vergrößert werden müsste, z. B. dadurch, dass die Teilchenzahldichte der Atome in der Röhre verringert wird.	II	4	
		III	3	
<b>Gesamt</b>			<b>80</b>	
<b>Erreichter prozentualer Anteil</b>				
Die vom Prüfling gewählten Lösungsansätze und -wege müssen nicht mit denen der dargestellten Lösungsskizze identisch sein. Sachlich richtige Alternativen werden mit entsprechender Punktzahl unter Berücksichtigung der verbindlichen BE 1 bewertet.				

**Bewertungsmaßstab: Erreichte von möglichen Bewertungseinheiten**

<b>Ab Prozent</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>00</b>
<b>Punkte</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>09</b>	<b>08</b>	<b>07</b>	<b>06</b>	<b>05</b>	<b>04</b>	<b>03</b>	<b>02</b>	<b>01</b>	<b>00</b>