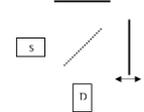
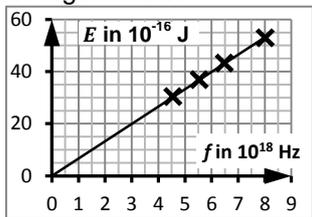


## Erwartungshorizont / Bewertungsbogen für den Prüfling: \_\_\_\_\_

(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	Beschreiben des Interferenzbildes, Kernpunkte: Maxima 0. Ordnung untereinander, Maxima 1. Ordnung links und rechts, Abstand der Maxima 1. zum Maximum 0. Ordnung in Luft größer als in Wasser.	I	3	
	Erläutern des Entstehens mit den Kernpunkten: Elementarwellenprinzip, Weglängenunterschiede bzw. Phasenunterschiede, Superposition mehrerer Lichtpfade, konstruktive Interferenz an hellen Stellen und destruktive Interferenz an dunklen Stellen.	I/II	4	
1.2	Ermitteln eines Wertes für die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Wasser (z. B. $c_{\text{Wasser}} = 2,28 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ). Dokumentation: Werte von $a_n$ , ggf. berechnete Werte der Wellenlängen für beide Interferenzmuster (z. B. $\lambda_{\text{Luft}} = 628 \cdot 10^{-9} \text{m}$ und $\lambda_{\text{Wasser}} = 478 \cdot 10^{-9} \text{m}$ ).	II	6	
1.3	Begründen, dass $c$ in der Flüssigkeit kleiner als in Wasser sein muss z. B. anhand der Gleichungen oder anhand einer Argumentation aufbauend auf der zu beobachtenden Lage der Max. 1. Ordnung in M1.	II	3	
	Erläutern der Verkleinerung der Länge z. B. anhand der Gleichung.	II	3	
1.4	Beurteilen, dass sich bei Verwendung eines Lasers schmalere Maxima 1. Ordnung ergeben, so dass sich $c$ genauer ermitteln lässt.	II/III	4	
1.5	Berechnen des Abstandes von $a_1 \approx 1,42 \text{ cm}$ unter Verwendung der entsprechenden, angegebenen Gleichungen und der Daten aus M1.	I/II	4	
2.1	Zeichnen in der korrekten räumlichen Anordnung: Sender, Detektor, ein fester und ein verschiebbarer Spiegel sowie ein Strahlteiler. 	I	4	
	Erklären mit den Kernpunkten: z. B. konstruktive Überlagerung zweier Wellen in einem Maximum, Verschiebung um $n \cdot \frac{\lambda}{2}$ bewirkt zusätzlichen Wegunterschied von $n \cdot \lambda$ , somit erneut auftretendes Maximum.	I/II	5	
2.2	Bestimmen der Wellenlänge zu $\lambda \approx 3,05 \text{ cm}$ , z. B. durch Ausnutzen mehrerer Maxima und Berücksichtigung des Faktors 2.	I/II	3	
	Erläutern mit den Kernpunkten: kleinere Wellenlänge bei höherer Frequenz, daher kleinere Abstände der Maxima und Minima in M4.	II	3	
2.3	Berechnen durch Einsetzen der angegebenen Werte: $\Delta L \approx 4,88 \cdot 10^{-4} \text{m}$ .	I	2	
	Herleiten durch Einsetzen von $\Delta L = \frac{n \cdot \lambda}{2}$ in die angegebene Gleichung.	II	2	
	Ermitteln des Materials Kupfer durch Einsetzen der Werte aus M7 in die herzuleitende Gleichung (Ergebnis: $\alpha \approx 16,8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ ) und Vergleich mit den Daten aus M6 einschließlich Dokumentation.	II	3	
2.4	Begründen mit den Kernpunkten: Wellenlänge der Mikrowellen etwa 2,0 cm, Ausdehnung des Stabes von nur ca. 0,0084 cm. Z. B. unter der Annahme, dass die kleinste sinnvoll registrierbare Ausdehnung $\frac{1}{4} \lambda$ entspricht, ist die auftretende Ausdehnung also deutlich zu klein.	III	4	

Aufgabe	Erwartete Schülerleistungen	Anforderungsbereiche/Bewertung																											
		AFB	BE 1	BE 2																									
3.1	Erläutern der physikalischen Vorgänge mit den Kernpunkten: Glühemission, stark beschleunigte Elektronen infolge des elektr. Feldes, teilweise Energieübertragung auf Photonen durch Abbremsen an der Anode.	I	3																										
3.2	Bestätigen der Wellenlänge unter Verwenden der angegebenen Gleichung und Ablesen von $\beta_{\text{Grenz}} \approx 3,5^\circ$ .  Begründen der minimalen Wellenlänge $\lambda_{\text{Grenz}}$ mit den Kernpunkten: Umwandlung von maximal der gesamten kinetischen Energie in Energie eines Photons, Zusammenhang zwischen maximaler Energie und minimaler Wellenlänge, z. B. mit $E \sim f \sim \frac{1}{\lambda}$ .	I	2																										
		II	3																										
3.3	Bestätigen der Proportionalität z. B. auf Grundlage einer angelegten Tabelle, eines $f$ - $E$ -Diagramms und der sich dort ergebenden Ursprungsgeraden.  <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Nr.</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>\beta_{\text{Grenz}}</math></td> <td>3,8°</td> <td>4,7°</td> <td>5,5°</td> <td>6,7°</td> </tr> <tr> <td><math>f</math> in <math>10^{18}</math> Hz</td> <td>8,02</td> <td>6,49</td> <td>5,55</td> <td>4,56</td> </tr> <tr> <td><math>U_B</math> in kV</td> <td>33</td> <td>27</td> <td>23</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td><math>E</math> in <math>10^{-16}</math> J</td> <td>52,9</td> <td>43,3</td> <td>36,8</td> <td>30,4</td> </tr> </table> 	Nr.	1	2	3	4	$\beta_{\text{Grenz}}$	3,8°	4,7°	5,5°	6,7°	$f$ in $10^{18}$ Hz	8,02	6,49	5,55	4,56	$U_B$ in kV	33	27	23	19	$E$ in $10^{-16}$ J	52,9	43,3	36,8	30,4	I/II	8	
		Nr.	1	2	3	4																							
$\beta_{\text{Grenz}}$	3,8°	4,7°	5,5°	6,7°																									
$f$ in $10^{18}$ Hz	8,02	6,49	5,55	4,56																									
$U_B$ in kV	33	27	23	19																									
$E$ in $10^{-16}$ J	52,9	43,3	36,8	30,4																									
	Vergleichen der sich ergebenden Proportionalitätskonstanten, z. B. $k \approx 6,6 \cdot 10^{-34}$ Js, mit $h$ hinsichtlich des Zahlenwertes und der Einheit. Hinweise: Die Werte für den abzulesenden Winkel $\beta_{\text{Grenz}}$ können je nach im Unterricht eingeführten Verfahren leicht variieren. Eine Bearbeitung in der Einheit eV für die Energie und eVs für $h$ ist gleichermaßen zielführend.	I/II	3																										
3.4	Begründen über Ionisation und quantenhafte Emission im Anodenmaterial mit den Kernpunkten: Herausschlagen kernnaher Elektronen, anodenspezifische Spektrallinien durch Übergänge in die freien Zustände, Übergänge unabhängig von der Beschleunigungsspannung, $\beta$ lässt sich einer bestimmten Energie zuordnen.  Darstellen mit den Kernpunkten: Charakteristische Peaks infolge von diskreten Übergängen im Energieniveauschema (quantenhafte Emission), Zuordnung der Peaks zu bestimmten Übergängen: linker Peak ( $K_\beta$ ): $\lambda \approx 62,9$ pm; $E \approx 19710$ eV; $M \rightarrow K$ ( $\Delta E \approx 19590$ eV), rechter Peak ( $K_\alpha$ ): $\lambda \approx 71,7$ pm; $E \approx 17290$ eV; $L \rightarrow K$ ( $\Delta E \approx 17300$ eV), kurze Bemerkung zu den vertretbaren Abweichungen.	II/III	3																										
		II/III	5																										
<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>