
Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Physik

- E R S T T E R M I N -

Hinweise für die prüfende Fachlehrkraft

Grundsätzliches zur Bewertung

Zu verfahren ist nach den Regelungen für die Korrektur und Bewertung gemäß Ziffer VII VwV Durchführung Oberstufe und Abiturprüfung vom 13. August 2024 (MBI. SMK S. 142, 211), in der jeweils geltenden Fassung.

Der nachstehende Erwartungshorizont ist als Orientierungsrahmen zu verstehen. Er stellt eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

4	a Unter Nutzung der Gleichungen $E = \frac{F}{q}$, $E = \frac{U}{d}$, $F = m \cdot g$ ergibt sich nach Einsetzen der gegebenen Werte: $F_{\text{el}} = 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ N}$ und $F_{\text{G}} = 8,9 \cdot 10^{-30} \text{ N}$. Die elektrische Kraft ist viel größer als die Gewichtskraft. b Arbeitsblatt 1 Die Vektorpfeile der elektrischen Feldstärke sind eingetragen, zeigen an den Orten A und B nach links und sind gleich lang. Die Vektorpfeile der Geschwindigkeit sind eingetragen, zeigen nach rechts, am Ort B ist der Pfeil länger als am Ort A. c Unter Nutzung der Gleichungen $N \cdot e \cdot U = \Delta E_{\text{kin}}$, wobei N der Anzahl der elektrischen Felder entspricht, und $\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot (0,1 \cdot c)^2$ ergibt sich nach Einsetzen der gegebenen Werte $N = 8,5$. Damit die Elektronen mindestens 10 % der Lichtgeschwindigkeit erreichen, müssen sie durch 9 elektrische Felder beschleunigt werden.	2	2	
			1	
			3	1
				1
	Summe	12	15	3

Standardbezug:

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1		4	
2 a	5			
2 b		6		
3 a	3		4	
3 b	7			
4 a	3, 7	6		
4 b	3, 6			
4 c	7			

Aufgabe 2

Elektroneninterferenz am Doppelspalt

		BE/AFB		
		I	II	III
1	a Das Experiment von Jönsson mit Elektronen am Doppelspalt zeigt ein Interferenzmuster, wie es bei der Überlagerung von zwei Wellen entsteht: Die hellen und dunklen Streifen entstehen im Wellenmodell dadurch, dass sich die beiden Wellen an unterschiedlichen Orten konstruktiv oder destruktiv überlagern und damit verstärken oder abschwächen. Das Interferenzmuster in M 2 kann daher als Nachweis des Wellencharakters von Elektronen gedeutet werden. b Nach Formelsammlung gilt: $k \cdot \lambda = g \cdot \sin(\alpha_k)$ Hieraus folgt für $k = 1$: $\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{\lambda}{g}\right)$ Mit den gegebenen Werten $\lambda = 5 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ und $g = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ergibt sich $\alpha_1 = \arcsin\left(\frac{5 \cdot 10^{-12} \text{ m}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ m}}\right) = 0,00014^\circ$	6		
		4	2	
2	a Für die de Broglie-Wellenlänge gilt: $\lambda = \frac{h}{p}$. Bei einer größeren Beschleunigungsspannung wirkt eine größere Beschleunigung auf die Elektronen. Dadurch wird ihre Geschwindigkeit größer und damit auch ihr Impuls am Ort der Spalte. Je größer der Elektronenimpuls, desto kleiner wird die Wellenlänge. Der Beugungswinkel und somit auch die Abstände der beobachteten Maxima hängen gemäß der Formel aus Aufgabenteil 1b von der Wellenlänge ab. Eine kleinere Wellenlänge führt zu einem kleineren Abstand der Maxima. Bei größerer Beschleunigungsspannung werden die Streifenabstände also enger. b Bei unterschiedlichen Elektronengeschwindigkeiten besitzen die Elektronen verschiedene Wellenlängen. Die Maxima unterschiedlich schneller Elektronen liegen daher an unterschiedlichen Orten. Die Interferenzbilder für Elektronen verschiedener Geschwindigkeiten überlagern sich, so dass das Muster unscharf wird.		6	
			2	2

3	a In jeder der in M 3 gezeigten Messungen sind einzelne Auftreffpunkte der Elektronen zu erkennen, die Elektronen zeigen hier deutlich die Eigenschaft eines Teilchens. In den Abbildungen (a) und (b) ist noch keine deutliche Struktur zu erkennen, jedes Teilchen scheint zufällig auf dem Beobachtungsschirm aufzutreffen. Mit zunehmender Anzahl der Elektronen ist jedoch ein klares Muster in den Messungen (vgl. (d) und (e)) zu erkennen, welches dem Interferenzbild zweier Wellen gleicht. Somit können den Elektronen gleichzeitig auch Welleneigenschaften zugeschrieben werden.		4	4
	b Aus der heutigen Sicht der Quantentheorie kann im Doppelspaltexperiment das Ergebnis einer Ortsmessung von einzelnen Elektronen nicht exakt vorhergesagt werden. Feynmans Aussage bezüglich eines „bestmöglichen Experimentes“ bezieht sich darauf, dass es nicht an den begrenzten technischen Möglichkeiten der heutigen Experimentalphysik liegt, sondern dass es auch mit einem idealen Experiment prinzipiell nicht möglich ist, den Auftreffort eines bestimmten Elektrons auf dem Schirm im Doppelspaltexperiment vorherzusagen. Lediglich die Zufallsverteilung und damit die Wahrscheinlichkeit für das Messen eines Elektrons an einem bestimmten Ort kann vorhergesagt werden.			
Summe		10	14	6

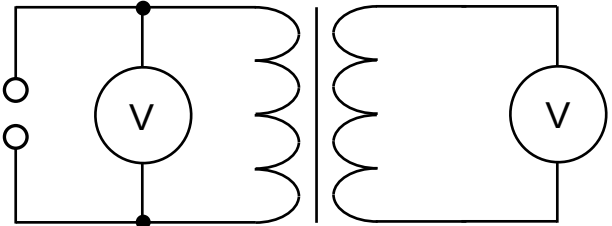
Standardbezug:

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1 a	1			
1 b	3			
2 a			4	
2 b	1			
3 a		6		
3 b			3	

Aufgabe 3.1

Elektromagnetische Induktion

		BE/AFB		
		I	II	III
1	Experiment 1: Es wird eine Spannung induziert, da sich durch die Bewegung des Magneten in der Spule der magnetische Fluss vergrößert. $U_{\text{ind}} = N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ Experiment 2: Es wird keine Spannung induziert, da der Eisenkern kein eigenes Magnetfeld besitzt und sich so der magnetische Fluss nicht ändert. Experiment 3: Es wird eine Spannung induziert, da sich durch die Drehbewegung die vom Magnetfeld durchsetzte Fläche der Spule ändert. $U_{\text{ind}} = N \cdot B \cdot \frac{\Delta A}{\Delta t}$	2		
2	a Aus dem $B(I)$ – Diagramm wurde für $I = 3,0 \text{ A}$ die magnetische Flussdichte $B = 120 \text{ mT}$ entnommen. Mit den gegebenen Werten $N = 250$ und $\ell = 6,5 \text{ cm}$ ergibt sich $\mu_r = 8,3$.		3	
	b $U_{\text{ind}} = N \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$ Aus dem $B(I)$ – Diagramm wurde für $\Delta I = 1,5 \text{ A}$ die Änderung der magnetischen Flussdichte $\Delta B = 25 \text{ mT}$ entnommen. Mit den gegebenen Werten $N = 1000$, $A = 25 \text{ cm}^2$ und $\Delta t = 3,0 \text{ ms}$ ergibt sich $U_{\text{ind}} = 21 \text{ V}$.			3
3	Der Gleichstromkreis am Draht A wird geschlossen. → Die Stromstärke wächst. → Ein Magnetfeld wird in der Umgebung des Drahtes A aufgebaut. → Dies durchdringt über den geschlossenen Eisenkern die Wicklungen des Drahtes B. → Zwischen den Enden des Drahtes B wird eine Spannung induziert. → Ist die Stromstärke konstant, so ist die Induktionsspannung Null.		4	

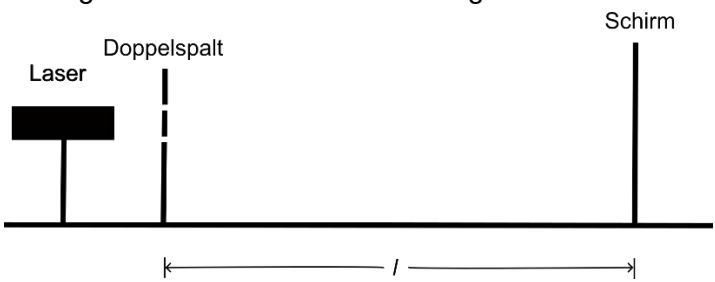
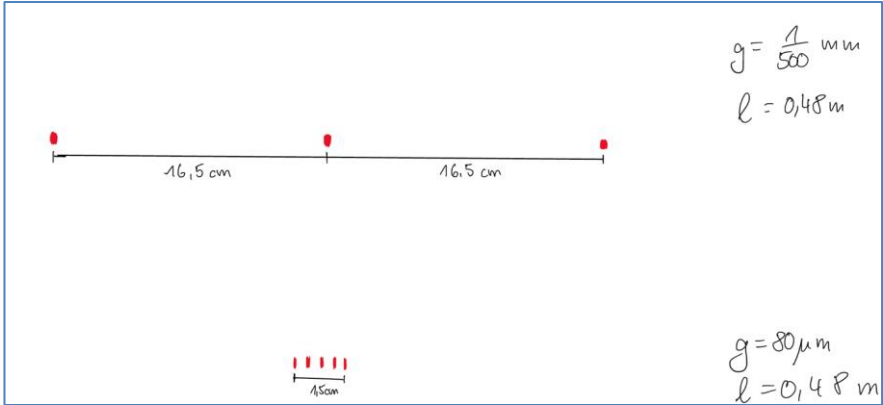
4	a Schaltskizze:  Der Prüfling baut die Versuchsanordnung auf. Der Prüfling misst die Primärspannung und die Sekundärspannung für unterschiedliche Windungszahlen. Näherungsweise stimmen die Verhältnisse der Windungszahlen und Spannungen überein, damit ist das Modell idealer Transformator anwendbar.	1		
			2	
		3	1	
		1	1	
	b Die Glühlampe am Transformator ist dunkler, weil ein Teil der zugeführten Energie entwertet wird.	1	2	
	c Der Prüfling ergänzt sachgerecht die Experimentieranordnung, verändert die Spannung angemessen und misst U_1 .	2		
	Summe	12	15	3

Standardbezug:

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1		3, 4	
2 a	3			
2 b	3, 7			
3	1		4	
4 a	2, 3	8	3	2
4 b	4		2	
4 c	4			

Aufgabe 3.2

Eigenschaften von Licht

		BE/AFB		
		I	II	III
1	Mögliche Lösung (mit dem Wellenmodell): Die Spielkarte erzeugt zwei getrennte Wellenzentren. Die davon ausgehenden Elementarwellen interferieren auf dem Weg bis zur gegenüberliegenden Wand und legen bis zum Beobachtungspunkt unterschiedliche Wege zurück. Je nach Wegunterschied ergibt sich konstruktive (bei ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge) oder destruktive Interferenz (bei ungeradzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge). Folglich sind auf dem Schirm abwechselnd helle und dunkle Bereiche (Interferenzstreifen) zu erkennen. Wird ein Teilstrahl abgedeckt, gibt es keine Interferenz der von den beiden Wellenzentren ausgehenden Elementarwellen mehr und die Interferenzstreifen verschwinden.	4		
2	a Erzeugung des Interferenzbildes: Aufbau von Laser, Doppelspalt und Schirm in geeigneten Abständen Anfertigen eine Skizze mit Bemaßung  <i>Die dem realen Versuchsaufbau entsprechenden Maße sind anzugeben.</i> b Beobachtung nach dem Austausch des Doppelspalts durch ein Gitter: Skizze des Schirmbildes in geeignetem Maßstab  Beschreibung der Unterschiede (Beim Gitter sind die Maxima im Gegensatz zum Doppelspalt deutlich weiter auseinander, heller und schärfer)	3	3	
		3		3

	c Bestimmung der Wellenlänge des Lasers: - Messung des Abstandes Gitter-Schirm - Bestimmung des Abstandes a_k (z.B. durch Messen des Abstandes zwischen den beiden Maxima k. Ordnung) - Berechnung der Wellenlänge durch Zusammenführung der gegebenen Formeln zu: $k \cdot \lambda = g \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{a_k}{\ell}\right)\right)$ - Lösung für $g = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, $\ell = 48,0 \text{ cm}$, $a_1 = 16,5 \text{ cm}$: $\lambda = \frac{2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{16,5 \text{ cm}}{48,0 \text{ cm}}\right)\right)}{1} = 650 \text{ nm}$		7	
3	Mögliche Unterschiede und ihre Auswirkungen auf das Interferenzbild: Young benutzte einen Strahl des Sonnenlichts, im Experiment wurde ein Laser verwendet. Young müsste farbige Streifen anstelle der roten Flecke im Experiment gesehen haben. Anstelle des Doppelspaltes verwendete Young eine in den Strahl gehaltene Spielkarte. Die Abstände der Interferenzstreifen könnten sich ändern.		3	
4	Mögliche Erklärung: Licht aus zwei Öffnungen, das sich ausbreitet und auf einen Schirm fällt, lässt nach dem Lichtstrahlmodell zwei Lichtflecke auf dem Schirm erwarten. Es gibt keine Interferenz zwischen den beiden Teilstrahlen. Das Experiment von Young zeigt dagegen viele helle und dunkle Stellen (Interferenz). Folglich ist eine Erklärung mit dem Lichtstrahlmodell nicht möglich, sondern das Wellenmodell erforderlich.			4
Summe		10	16	4

Standardbezug:

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1		3	
2 a	4			
2 b	4			
2 c		5		
3		4		
4			4	