
Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Leistungskurs**Aufgabenstellung A****für Prüflinge**

Themenschwerpunkte:	Elektrisches Feld (PH-1)
Kurztitel:	Kondensatormikrofon
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung
Experimentiermaterial:	Pro Arbeitsplatz: Stromversorgungsgerät für Gleichspannungen, Widerstand (z.B. $R = 10 \text{ k}\Omega$) Kondensator (z.B. $C = 3 \cdot 10^{-3} \text{ F}$), Voltmeter, Schalter, Stoppuhr, Verbindungsleitungen.
Bearbeitungszeit:	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Kondensatormikrofon

Mikrofone wandeln Schallwellen in elektrische Signale um. Es gibt die verschiedensten Arten von Mikrofonen in der Veranstaltungstechnik, in Hörgeräten, in Telefonen und in vielen anderen Bereichen.

Eine Bauform sind Kondensatormikrofone. Derartige Mikrofone findet man z.B. in Mobiltelefonen und Hörgeräten, da sie sehr klein gebaut werden können.

In den folgenden Aufgaben wird mit Hilfe von Modellen das Funktionsprinzip eines Kondensatormikrofons untersucht.

Aufgaben:

- BE**
1. Mit einem Modellexperiment kann veranschaulicht werden, wie die Bewegung der Membran des Kondensatormikrofons in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. **8**

Berechnen Sie die Ladung und die elektrische Feldstärke des Kondensators im Modellexperiment zwischen den Platten zu Beginn des Versuches [Kontrollergebnis: $Q = 23 \text{ nC}$].
 2. In einem Zeitraum von $0,5 \text{ s}$ wird in dem Modellexperiment die linke Platte des Kondensators um $\Delta x = 9 \text{ cm}$ nach rechts bewegt. **12**

Begründen Sie, dass in dieser Zeit Ladungen in den Kondensator fließen.

Zeigen Sie, dass für die zusätzlich auf den Kondensator fließende Ladung die folgende Gleichung gilt: $\Delta Q = \frac{\Delta x}{d - \Delta x} \cdot Q$.

Berechnen Sie die mittlere Stärke des Ladestroms während dieses Zeitraumes und die mittlere Spannung am Widerstand.
 3. Erklären Sie, wie in einem Kondensatormikrofon Schallwellen in elektrische Signale umgewandelt werden. **7**

Für den Einsatz in einem Mobiltelefon muss die Fläche der Kondensatorplatten für das beschriebene Kondensatormikrofon gegenüber dem Modellexperiment verkleinert werden. Erläutern Sie, welche Auswirkung diese Veränderung auf das ausgehende Signal hat.
 4. Entladungszeiten sind für die Qualität von Kondensatormikrofonen sehr wesentlich. Leiten Sie die Gleichung für die Halbwertszeit bei der Entladung eines Kondensators her. **5**

5. Schülerexperiment**18**

Überprüfen Sie die Herstellerangabe für die Kapazität eines gegebenen Kondensators durch Messungen während der Entladung über einem Widerstand. Nutzen Sie dabei den Spannungsabfall über dem verwendeten Widerstand.

Die Geräte und Hilfsmittel zum Aufbau der Schaltung sowie eine Stoppuhr werden Ihnen zur Verfügung gestellt. Die Größe von R und die Herstellerangabe von C werden Ihnen mitgeteilt.

Das Experiment beinhaltet:

- das Anfertigen eines Schaltplanes und den Aufbau der Schaltung,
- die Aufnahme einer Messreihe für mindestens sechs Messwertepaare für den Spannungsabfall über den Widerstand,
- eine grafischen Darstellung der Messwerte,
- die Bestimmung der Kapazität C des Kondensators aus den Messwerten,
- das Nennen von drei Ursachen für mögliche Abweichungen zwischen der ermittelten Kapazität und der Angabe auf dem Bauelement.

Sollten Sie keine verwertbaren Messergebnisse erhalten, können Sie Ersatzmesswerte anfordern. Der nichterbrachten Leistung entsprechend werden Bewertungseinheiten nicht erteilt.

Material

Material 1: Prinzipieller Aufbau eines Kondensatormikrofons

Die Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Kondensatormikrofons. Eine leitende Membran M_1 ist vor einer Metallplatte M_2 befestigt. M_1 und M_2 bilden einen Plattenkondensator. Zwischen diesen beiden Platten befinden sich zwei elastische, nicht leitende Puffer.

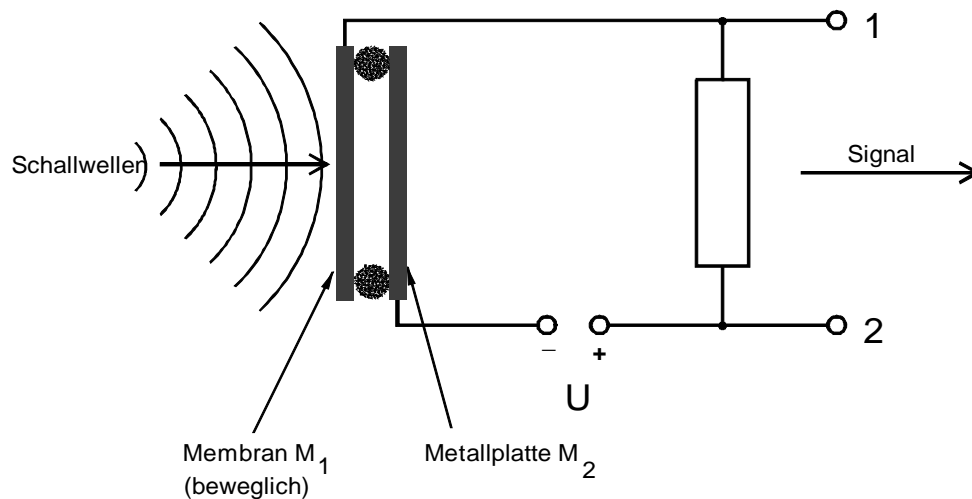
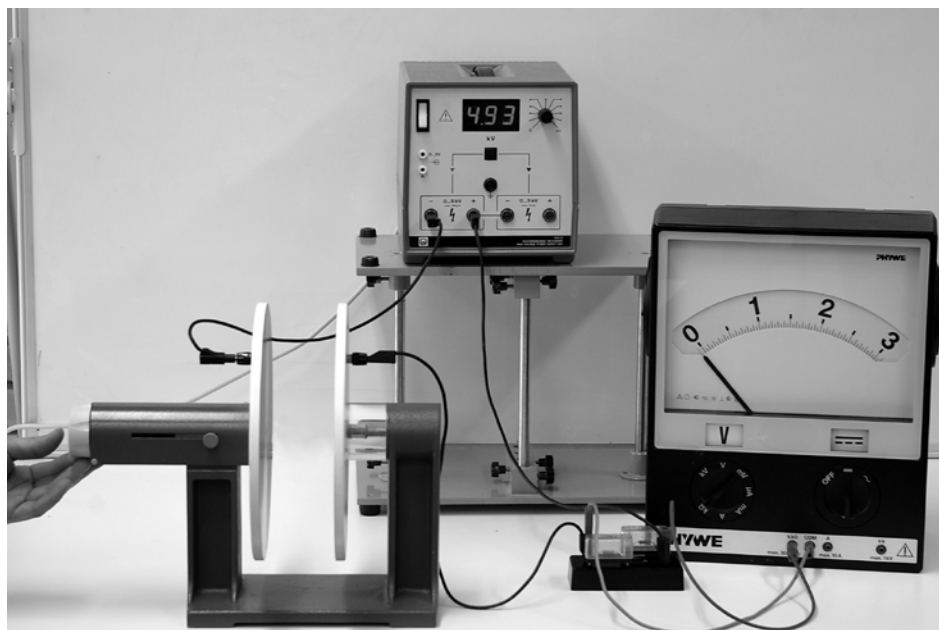


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau eines Kondensatormikrofons

Material 2: Modellexperiment zum Kondensatormikrofon

Es wird ein Plattenkondensator aus zwei Metallplatten M_1 und M_2 aufgebaut. Der Flächeninhalt der Kondensatorplatten beträgt 530 cm^2 , der Plattenabstand $d = 10 \text{ cm}$. Die linke Platte M_1 kann nach rechts bewegt werden. Der Kondensator wird über einen Widerstand von $2 \text{ M}\Omega$ an einer Spannungsquelle mit $U = 4930 \text{ V}$ angeschlossen. Über dem Widerstand wird die Spannung U_R gemessen.



*Abbildung 2: Modellexperiment zum Kondensatormikrofon***Material 3: Schülerexperiment zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators**

Bei der Entladung eines Kondensators mit der Kapazität C und dem Widerstand R gilt für die Stromstärke der folgende Zusammenhang:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}.$$

Die Halbwertszeit T_H lässt sich mit der folgenden Gleichung berechnen:

$$T_H = R \cdot C \cdot \ln 2.$$

Ersatzmesswerte für das Schülerexperiment

Sollte die Messung nicht gelingen, sollen folgende Werte verwendet werden:

t in s	5	10	15	20	25	30
U in V	8,5	7,2	6,1	5,1	4,3	3,7

Es erfolgt ein Abzug von 5 Bewertungseinheiten, wenn diese Werte benötigt werden.

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Leistungskurs**Aufgabenstellung A**
Erwartungshorizont**für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

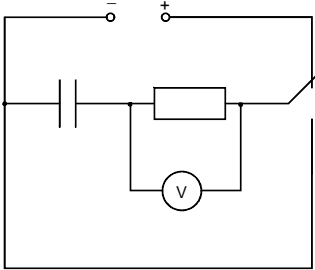
Kurztitel: **Kondensatormikrofon**
Aufgabenart: Aufgabe mit fachspezifischem Material und Schülerexperiment
Hilfsmittel: Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung

Experimentiermaterial: Pro Arbeitsplatz:
Stromversorgungsgerät für Gleichspannungen,
Widerstand (z.B. $R = 10 \text{ k}\Omega$)
Kondensator (z.B. $C = 3 \cdot 10^{-3} \text{ F}$),
Voltmeter,
Schalter,
Stoppuhr,
Verbindungsleitungen.

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
1.	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Verknüpfen von Gleichungen</p> $Q = C \cdot U; \quad C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot U$ $Q = \epsilon_0 \cdot \frac{0,053 \text{ m}^2}{0,10 \text{ m}} \cdot 4930 \text{ V}$ $Q \approx 23 \text{ nC}$ $E = \frac{U}{d} = \frac{4930 \text{ V}}{0,10 \text{ m}} = 49300 \frac{\text{V}}{\text{m}}$	8		
2.	<p><u>Fachmethode:</u> Begründetes Herleiten der mathematischen Beschreibung eines physikalischen Sachverhaltes</p> <p>Die Verkleinerung des Abstandes führt zur Vergrößerung der Kapazität bei gleichbleibender Spannung. Dadurch können mehr Ladungen gespeichert werden.</p> <p>Herleitung:</p> $\Delta Q = \Delta C \cdot U \Rightarrow \Delta Q = \left(\frac{\epsilon_0 \cdot A}{d - \Delta x} - \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} \right) \cdot U \Rightarrow \Delta Q = \left(\frac{1}{d - \Delta x} - \frac{1}{d} \right) \cdot U \cdot \epsilon_0 \cdot A$ $\Delta Q = \frac{d - (d - \Delta x)}{(d - \Delta x) \cdot d} \cdot U \cdot \epsilon_0 \cdot A \Rightarrow \Delta Q = \frac{\Delta x}{d - \Delta x} \cdot \frac{U \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d} \Rightarrow \Delta Q = \frac{\Delta x}{d - \Delta x} \cdot Q$ <p>Berechnung der mittleren Ladestromstärke:</p> $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{\Delta x}{\Delta t \cdot (d - \Delta x)} \cdot Q \quad I = \frac{9 \text{ cm}}{0,5 \text{ s} \cdot 1 \text{ cm}} \cdot 23 \cdot 10^{-9} \text{ As} = 4,14 \cdot 10^{-7} \text{ A}$ <p>Berechnung der Spannung: $U = R \cdot I = 2 \text{ M}\Omega \cdot 4,14 \cdot 10^{-7} \text{ A} \approx 0,8 \text{ V}$</p>	3		5
		4		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
3.	<p><u>Kommunikation:</u> Strukturieren und schriftliches Präsentieren eines komplexen Sachverhaltes</p> <p><u>Reflexion:</u> Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomen aus Natur und Technik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schallwellen versetzen die Membran in Schwingung. • Es entstehen Kapazitätsschwankungen im Rhythmus der Schwingung. • Daraus ergeben sich Stromstärkeschwankungen, die zu Spannungsschwankungen am Widerstand führen. • Eine Verkleinerung der Plattenfläche führt zu geringeren Ladungs- und Stromschwankungen. Dies hätte eine kleinere Signalspannung zur Folge. 		4	
4.	<p><u>Fachmethode:</u> Begründetes Herleiten eines einfachen physikalischen Zusammenhangs</p> <p>Ansatz: $I(T_H) = \frac{I_0}{2} \Rightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 \cdot e^{-\frac{T_H}{R \cdot C}} \Rightarrow T_H = R \cdot C \cdot \ln 2$</p>		5	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB																		
		I	II	III																
5.	<p><u>Fachmethode:</u> Durchführen und Auswerten eines Experimentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Entwickeln und Aufbauen einer funktionsfähigen Schaltung  <ul style="list-style-type: none"> Messwerteaufnahme Darstellung der Messwerte im Diagramm Bestimmung der Kapazität des Kondensators Angabe von Ursachen für eine mögliche Abweichung: <p>Toleranzbereich der Messgeräte, Ablesefehler, Reaktionszeit bei Zeitbestimmungen, Herstellerangabe ist oft nur ein grober Richtwert</p> <p>Beispiel für eine Messreihe:</p> <p>$R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 3 \cdot 10^{-3} \text{ F}$, $U_0 = 10 \text{ V}$</p> <table border="1" data-bbox="285 1223 1214 1357"> <tr> <td>t in s</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>U in V</td> <td>8,5</td> <td>7,2</td> <td>6,1</td> <td>5,1</td> <td>4,3</td> <td>3,7</td> </tr> </table> <p>Aus $T_H \approx 20 \text{ s}$ ergibt sich $C = \frac{20 \text{ s}}{10000 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot \ln 2} \approx 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ F}$.</p>	t in s	5	10	15	20	25	30	U in V	8,5	7,2	6,1	5,1	4,3	3,7	3	4	5	2	4
	t in s	5	10	15	20	25	30													
	U in V	8,5	7,2	6,1	5,1	4,3	3,7													
	BE	18	27	5																
	prozentuale Verteilung	36	54	10																
Summe BE	50																			

Zentrale schriftliche Abiturprüfung

2015

Physik
Leistungskurs

Aufgabenstellung B

für Prüflinge

Themenschwerpunkte: **Elektromagnetische Induktion (PH-2)**

Kurztitel: **Magnetfeld der Erde**

Hilfsmittel: Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung

Bearbeitungszeit: 270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Messungen am Magnetfeld der Erde

Aus genauen Messungen des Magnetfeldes der Erde erhalten Wissenschaftler Informationen über die Vorgänge im Inneren der Erde. Geologen vermessen das Magnetfeld der Erde um Bodenschätze aufzuspüren.

Die ersten Messungen am Magnetfeld der Erde haben Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber vor über 150 Jahren durchgeführt. Ein wichtiges Messinstrument war der von Weber entwickelte Erdinduktor.

In den folgenden Aufgaben wird betrachtet, wie das Grundprinzip des Erdinduktors zur Messung des Magnetfeldes der Erde genutzt werden kann.

Aufgaben:

- | | BE |
|--|-----------|
| 1. Beschreiben Sie, was man unter einem magnetischen Feld verstehen. Vergleichen Sie mit Hilfe geeigneter Skizzen das magnetische Feld der Erde mit dem magnetischen Feld einer stromdurchflossenen Spule. Berücksichtigen Sie auch die Entstehung der Magnetfelder. | 10 |
| 2. Begründen Sie, warum beim Drehen der Spule in dem dargestellten Versuch eine Wechselspannung induziert wird. Weisen Sie nach, dass nur die horizontale Komponente B_H des Magnetfeldes der Erde einen Beitrag zur Induktionsspannung leistet. | 8 |
| 3. Vergleichen Sie die beiden Oszillogramme. Bestimmen Sie dazu auch die Messwerte aus dem rechten Oszillogramm. Erklären Sie die Ergebnisse Ihres Vergleiches. | 10 |
| 4. Leiten Sie die Gleichung $u(t) = u_{\max} \cdot \sin \omega t$ mit $u_{\max} = \omega \cdot N \cdot A \cdot B$ für die induzierte Wechselspannung bei der Rotation einer Spule der Querschnittsfläche A und der Windungszahl N in einem homogenen magnetischen Feld der magnetischen Flussdichte B her. Berechnen Sie aus den Daten des Experimentes die horizontale Komponente B_H der magnetischen Flussdichte der Erde. | 12 |
| 5. Untersuchen Sie, ob die in dem Versuch erzielte Messgenauigkeit den Anforderungen der aktuellen Forschung gerecht wird. Um Messinstrumente zur Messung des Magnetfeldes der Erde zu kalibrieren (genau einzustellen) werden Raumbereiche benötigt, in denen kein magnetisches Feld existiert. | 10 |

Entwickeln Sie einen begründeten und detaillierten Vorschlag, wie mit einer langen Spule ein Bereich ohne magnetisches Feld erzeugt werden kann.

Material

Material 1: Das magnetische Feld der Erde im Physikraum

Die Abbildung 1 zeigt das magnetische Feld der Erde im Querschnitt eines Physikraumes von Süden nach Norden.

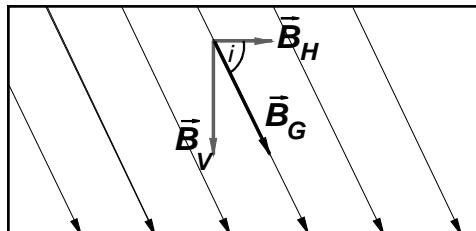


Abbildung 1

Typische Werte für die magnetische Flussdichte an der Erdoberfläche (Mitteleuropa):

Horizontalkomponente	$B_H = 20 \mu\text{T}$
Vertikalkomponente	$B_V = 44 \mu\text{T}$
Betrag der gesamten Flussdichte	$B_G = 48 \mu\text{T}$
Inklinationswinkel	$i = 65^\circ$

Material 2: Entstehung des Magnetfeldes der Erde

Die Entstehung und die Schwankungen des magnetischen Feldes der Erde sind noch nicht restlos erklärt und werden noch immer erforscht.

Die Hauptursache des Magnetfeldes der Erde sind elektrische Ströme im Inneren der Erde. Riesige Mengen von flüssigem Eisen strömen in etwa 3000 km Tiefe um die Erdachse. Die elektrischen Ströme werden durch sehr komplizierte Vorgänge angetrieben. Man spricht vom Geodynamo.

Material 3: Geomagnetische Observatorien

Das Magnetfeld der Erde wird heute durch ein weltweites Netzwerk geomagnetischer Observatorien beobachtet. Dabei werden ständig auch kurzfristige Änderungen des Magnetfeldes mit hoher Genauigkeit erfasst.

Eine internationale geomagnetische Beobachtungsstation, die in dem Netzwerk INTERMAGNET mitarbeitet muss dazu in der Lage sein, jede Sekunde Messwerte für B mit einer Genauigkeit von 0,1 nT zu erheben.

Material 4: Aufbau und Durchführung des Experimentes

Der Erdinduktor von Weber bestand aus einer großen Spule, die im magnetischen Feld der Erde um 180° gedreht wurde.

In dem hier betrachteten Versuch wird eine drehbare Spule mit Hilfe einer Kurbel in eine gleichmäßige Rotationsbewegung versetzt. Die induzierte Spannung wird mit einem Oszillographen gemessen.

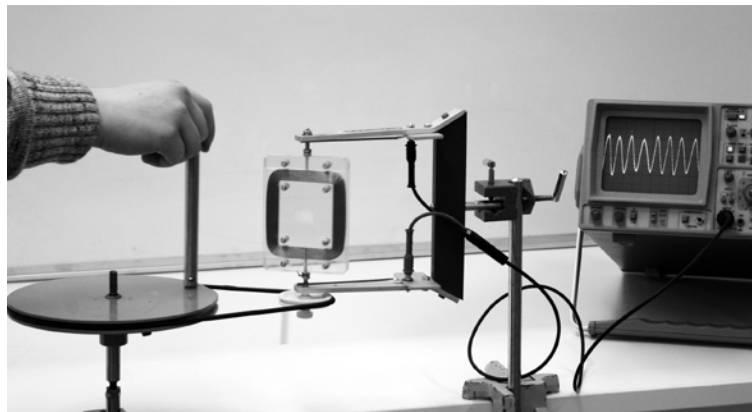


Abbildung 2: Durchführung des Versuches

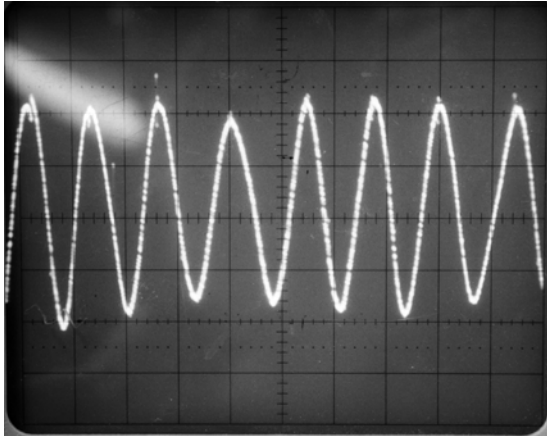
Material 5: Daten des Experimentes

Abbildung 3

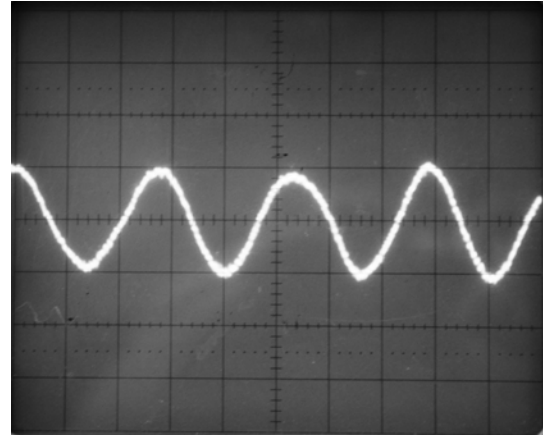


Abbildung 4

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die induzierte Spannung in Abhängigkeit von der Zeit für zwei verschiedene Drehzahlen. Die Einstellungen am Oszillographen für die beiden aufgenommenen Kurven waren gleich.

Messwerte (linkes Oszillogramm):

maximale Spannung $u_{\max} = 20 \text{ mV}$

Periodendauer $T = 0,065 \text{ s}$

Daten der Spule:

Querschnittsfläche $A = 30 \text{ cm}^2$

Windungszahl $N = 4000$

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Leistungskurs**Aufgabenstellung B****Erwartungshorizont****für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

Kurztitel:	Magnetfeld der Erde
Aufgabenart:	Aufgabe mit fachspezifischem Material
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
1	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Wiedergeben von einfachen Fakten, Begriffen und Gesetzen</p> <p>Mögliche Beschreibung: Ein magnetisches Feld ist ein Raum, in dem auf stromdurchflossene Leiter und ferromagnetische Körper Kräfte wirken.</p> <p>Skizzen der Magnetfelder einer stromdurchflossenen Spule und der Erde</p> <p>Ähnlichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausbildung von magnetischem Nord- und Südpol • äußere Form der Felder • Ursache sind jeweils die Bewegung elektrischer Ladungen <p>Möglicher Unterschied:</p> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Antrieb der elektrischen Ströme (bei der Spule von außen durch Spannungsquelle, in der Erde durch den Geodynamo) 	10		
2	<p><u>Reflexion:</u> Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik</p> <p>Magnetfeld der Erde durchsetzt die drehbare Spule</p> <p>Rotation der Spule führt zu einer zeitlich-periodischen Änderung des magnetischen Flusses in der Spule. Der magnetische Fluss wird regelmäßig kleiner und wieder größer, dadurch erfolgt die Induktion einer Wechselspannung.</p> <p>Es ändert sich nur der magnetische Fluss, der durch die Horizontalkomponente hervorgerufen wird. Der magnetische Fluss durch die Spule aufgrund der Vertikalkomponente ist während des Experimentes null.</p>	4	4	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
3	<p><u>Kommunikation:</u> Strukturieren und schriftliches Präsentieren komplexer Sachverhalte</p> <p>Messwerte aus dem rechten Oszillogramm:</p> $u_{\max} \approx 10 \text{ mV}, T \approx 0,13 \text{ s}$ <p>Vergleich der Oszillogramme</p> <p>Gemeinsamkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annähernd sinusförmige Wechselspannung, da in beiden Fällen die Spule annähernd gleichmäßig im Magnetfeld der Erde gedreht wurde <p>Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In der linken Abbildung ist die Induktionsspannung höher als in der rechten, da die Drehung (die Änderung des magnetischen Flusses) schneller erfolgte als bei der Aufnahme des rechten Oszillogramms • Diese schnellere Drehung bei der Aufnahme des linken Oszillogramms führte auch dazu, dass die Zeit für eine volle Schwingung links kürzer ist als rechts. 		10	
4	<p><u>Fachmethoden:</u> Begründetes Herleiten eines einfachen physikalischen Sachverhaltes; Umformen von Gleichungen und Berechnen von Größen aus Formeln</p> <p>Für den magnetischen Fluss durch eine Spule gilt $\Phi = A \cdot B \cdot \cos \alpha$.</p> <p>Für den Drehwinkel folgt bei einer gleichförmigen Rotation mit der Winkelgeschwindigkeit ω die Gleichung $\alpha = \omega t$.</p> <p>Mit dem Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = -N\dot{\Phi}$ folgt</p> $u(t) = -N \cdot \frac{d}{dt}(AB \cos \omega t) = N \cdot A \cdot B \cdot \omega \cdot \sin \omega t.$ <p>Das Produkt $N \cdot A \cdot B \cdot \omega$ entspricht dem Maximalwert der induzierten Spannung.</p> <p>Umformen der Gleichung $u_{\max} = \omega \cdot N \cdot A \cdot B$ ergibt</p> $B_H = \frac{u_{\max} \cdot T}{N \cdot A \cdot 2\pi} = \frac{20 \text{ mV} \cdot 0,065 \text{ s}}{4000 \cdot 0,0030 \text{ m}^2 \cdot 2\pi} \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ T}.$		7	5

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
5	<p><u>Reflexion:</u> Einordnen von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik</p> <p><u>Fachmethoden:</u> Planen eigener Experimente zu vorgegebenen Fragestellungen</p> <p>In dem Experiment wird die magnetische Flussdichte nur sehr ungenau bestimmt, die Anforderung einer Genauigkeit von 0,1 nT wird um Größenordnungen verfehlt.</p> <p>Mögliche Begründungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es sind maximal zwei Ziffern der Messergebnisse zuverlässig, dadurch können in dem Ergebnis der Berechnung $B=17\ 000\ \text{nT}$ höchstens die ersten beiden Ziffern zuverlässig sein. • An den Oszillogrammen ist zu erkennen, dass der Messfehler für die Bestimmung der Spannung u_{max} bereits etwa $\pm 2\ \text{mV}$ beträgt ($\pm 10\%$). <p>Mit einer geeigneten langen Spule kann ein Gegenfeld zum magnetischen Feld der Erde erzeugt werden.</p> <p>Dieses Gegenfeld muss den Betrag der magnetischen Flussdichte der Erde haben und genau entgegengerichtet sein. Somit muss die Spule in Nord-Südrichtung mit einer Neigung, die dem Verlauf der Feldlinien entspricht aufgebaut werden.</p> <p>Die Daten (insbesondere die notwendige Stromstärke) der Spule lassen sich mit Hilfe der Gleichung $B = \mu_0 \mu_r \frac{N \cdot I}{l}$ bestimmen.</p> <p>Alternativ: Es wäre auch möglich, das Feld mit einem bereits kalibrierten Messinstrument zu kontrollieren.</p>		5	5
BE		19	26	5
prozentuale Verteilung		38	52	10
Summe BE		50		

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik****Leistungskurs****Aufgabenstellung C****für Prüflinge**

Themenschwerpunkte:	Geladene Teilchen im elektrischen Feld (PH-3)
Kurztitel:	Tintenstrahldrucker
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung.
Bearbeitungszeit:	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Tintenstrahldrucker

Als preiswerte Alternative zum Laserdrucker sind Tintenstrahldrucker weit verbreitet, da sie nicht nur günstig sind, sondern auch hervorragende Druckergebnisse liefern. Es gibt sehr viele verschiedene Bauformen von Tintenstrahldruckern. Am häufigsten findet man Systeme, bei denen die Tintentröpfchen nur bei Bedarf aus dem Druckkopf emittiert werden. Auch hier gibt es wiederum verschiedene Verfahren der Tröpfchenerzeugung.

Bei Druckern, bei denen das Piezo-Verfahren angewendet wird, bewegen sich geladene Tintentröpfchen durch elektrische Felder.

Wie wird das Schriftbild durch diese Felder gesteuert?

Aufgaben:

- | | |
|---|-----------|
| | BE |
| 1. Beschreiben Sie, was man unter dem Piezoeffekt versteht. Beschreiben Sie außerdem die Erzeugung eines Tintentröpfchens mithilfe der Umkehrung des Piezoeffekts. | 7 |
| 2. Zeigen Sie, dass sich die kinetische Energie der Tröpfchen durch die Beschleunigung (verursacht durch $U_L = 220 \text{ V}$) zwischen Düse und Ringelektrode nur unwesentlich ändert. | 7 |
| 3. Beschreiben Sie mithilfe einer Skizze die Bewegung eines Tröpfchens vom Koordinatenursprung bis zum Auftreffpunkt P auf dem Papier. Begründen Sie Ihre Aussagen zu den in den einzelnen Teilabschnitten vorliegenden Bewegungen. | 7 |
| 4. Zunächst seien $U_L = 220 \text{ V}$ und $U_A = 3,5 \text{ kV}$. Berechnen Sie die Quereschleunigung a_y für ein Tröpfchen im Ablenkkondensator. | 21 |

[Vergleichsergebnis: $a_y = 6,1 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$]

Zeigen Sie, dass für die y-Koordinate von P gilt:

$$y_1 = \frac{a_y \cdot s}{v_0^2} \cdot \left(\frac{s}{2} + l \right).$$

Berechnen Sie, wie groß der Abstand l sein muss, damit ein Tröpfchen bei $y_P = 10,0$ mm auf das Papier trifft.

5. In den meisten Druckertypen, die mit dem Piezo-Verfahren arbeiten, wird die Ablenkung der Tröpfchen über eine Veränderung der Tröpfchenladung gesteuert, welche von U_L abhängt. Die Ablenkspannung U_A bleibt unverändert. Untersuchen Sie, welchen Einfluss die Tröpfchenladung auf die Flugbahn eines Tintentröpfchens hat. **8**

Material

Material 1: Prinzipieller Aufbau

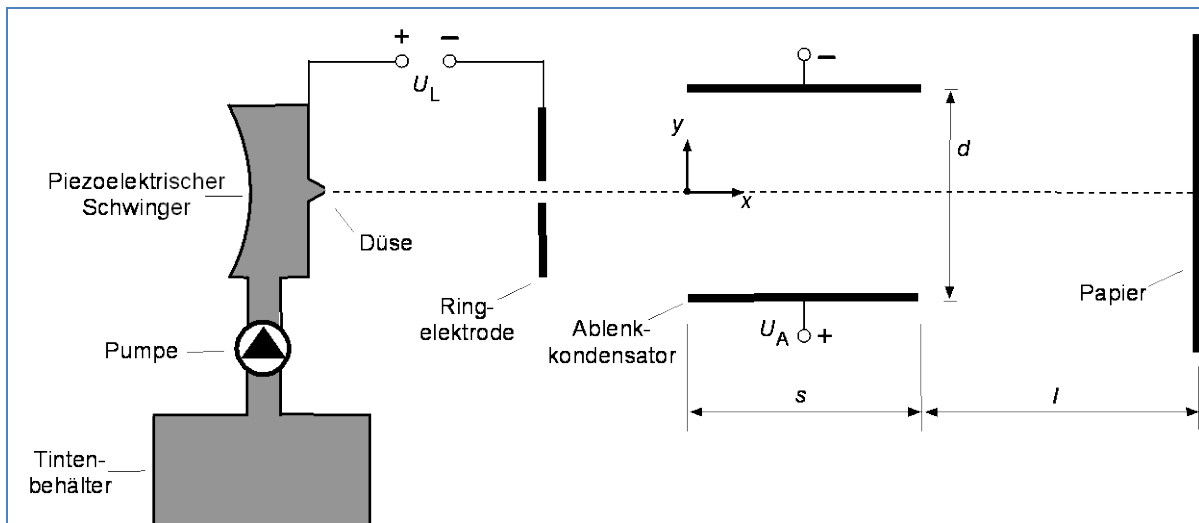


Abbildung 1: Prinzipielle Anordnung des Tröpfchenerzeugers und des Ablenkkondensators

Material 2: Erzeugen der Tintentröpfchen

Die in Abbildung 1 dargestellte Variante des Tintenstrahl-druckverfahrens heißt Piezo-Verfahren. Um die Tinte aus der Tinten-kammer zu drücken, werden Piezokristalle verwendet. Diese haben die Eigenschaft, bei Verformung eine Spannung zu erzeugen (piezoelektrischer Effekt, vgl. Abbildung 2). Im Tröpfchenerzeuger wird der umgekehrte Effekt genutzt, um eine Verformung des piezoelektrischen Schwingers hervorzurufen. Diese Verformung wird zum Erzeugen des benötigten Drucks in den Düsen genutzt. Das Besondere an dieser Technik sind zum einen die hohe Geschwindigkeit der Verformung, die eine hohe Druckgeschwindigkeit ermöglicht, und zum anderen die lange Haltbarkeit.

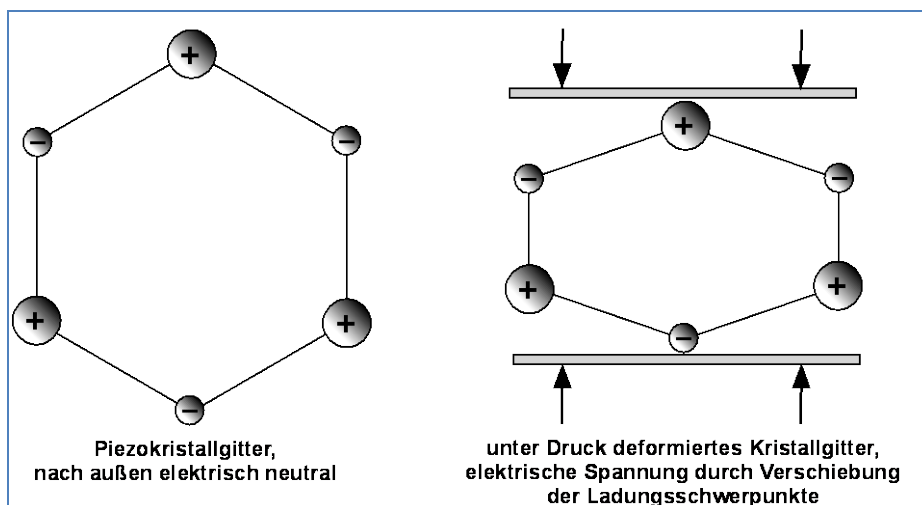


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Piezo-Effekts

Es entstehen in dem Tröpfchenerzeuger aus Abbildung 1 kugelförmige Tintentröpfchen mit gleicher Masse ($m = 3,7 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$) und Geschwindigkeit ($v_0 = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$). Zwischen Düse und Ringelektrode liegt eine variable Spannung U_L von maximal 220 V an. Beim Ablösen von der Düse erhalten die elektrisch leitenden Tröpfchen eine positive Ladung, welche von U_L abhängt. Bei $U_L = 220 \text{ V}$ sei die Ladung eines Tröpfchens $q = 4,5 \cdot 10^{-13} \text{ C}$.

Nach dem Ablösen von der Düse werden die Tröpfchen zur Ringelektrode beschleunigt. Die Geschwindigkeitsänderung ist so gering, dass sie im Folgenden vernachlässigt wird.

Material 3: Ablenk Kondensator

Nachdem die Tintentröpfchen die Ringelektrode durchlaufen haben, treten die Tröpfchen in das elektrische Feld eines Ablenk Kondensators (Plattenabstand $d = 7,0 \text{ mm}$, Länge $s = 1,5 \text{ cm}$) ein, welcher die Tintentröpfchen in Richtung der y -Achse auslenkt (s. Koordinatensystem in Abbildung 1). An den Platten liegt eine zwischen 0 und 3,5 kV einstellbare Spannung U_A an.

Das elektrische Feld wird vereinfacht als homogen und auf den Innenraum des Kondensators beschränkt angenommen. Gravitation und Luftwiderstand werden vernachlässigt. Die Flugbahn kann unter Verwendung des in Abbildung 1 eingezeichneten Koordinatensystems bestimmt werden. Das Tintentröpfchen habe im eingezeichneten Ursprung des Koordinatensystems die horizontale Geschwindigkeit $v_x = v_0$ und die vertikale Geschwindigkeit $v_y = 0$.

Zentrale schriftliche Abiturprüfung

2015

Physik
Leistungskurs

Aufgabenstellung C

Erwartungshorizont

für Lehrkräfte

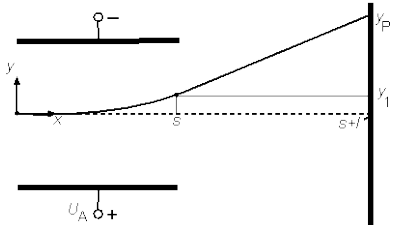
Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

Kurztitel: Tintenstrahldrucker
Aufgabenart: Aufgabe mit fachspezifischem Material
Hilfsmittel: Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführt und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung.

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
1.	<p><u>Reflexion:</u> Beschreiben einfacher Phänomene aus Natur und Technik <u>Kommunikation:</u> fachsprachlich korrektes Fassen einfacher Sachverhalte</p> <p>Piezo-Effekt: Wegen der unterschiedlichen Elektronegativität der Gitterbausteine liegen Dipole vor. Die Ladungen gleichen sich gegenseitig aus. Die Zelle ist so nach außen hin elektrisch neutral. Bei Druck kommt es zu einer Verschiebung der Ladungsschwerpunkte. Im unteren Bereich bekommen die positiven, im oberen Bereich die negativen Ladungen einen größeren Einfluss (vgl. Abb. 2). Nun stellt die Zelle einen elektrischen Dipol dar. Eine elektrische Spannung entsteht.</p> <p>Durch die Pumpe wird stets für ausreichend Tinte im Tröpfchenerzeuger gesorgt. Wird eine Spannung an den piezoelektrischen Schwinger angelegt, verformt sich dieser und sorgt für ausreichend Druck, um ein Tintentröpfchen aus der Düse zu pressen. Es wird die <i>Umkehrung des piezoelektrischen Effekts</i> genutzt: eine angelegte Spannung führt zur Verformung der Piezokristalle.</p>	7		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
2.	<p><u>Fachmethoden:</u> Umformen von Gleichungen und Berechnen von Größen aus Formeln, Auswerten von Ergebnissen nach einfachen Verfahren</p> <p>Kinetische Energie nach dem Ablösen von der Düse:</p> $E_{kin,1} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 5,3 \cdot 10^{-9} \text{ J}$ <p>Energiezuwachs durch Beschleunigung</p> $\Delta E = qU_L = 9,9 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ <p>Vergleich, z. B. durch Berechnen der prozentualen Änderung der kinetischen Energie:</p> $\frac{\Delta E}{E_{kin}} = 1,9\%$ <p>Die prozentuale Erhöhung der kinetischen Energie durch das elektrische Feld zwischen Düse und Ringelektrode beträgt bei der angegebenen Ladung 1,9 %, was eine unwesentliche Änderung darstellt.</p>	7		
3.	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Fachgerechtes Wiedergeben von komplexen Zusammenhängen</p> <p>Beschreibung der Bewegung / Skizze:</p> <p>$0 < x < s$: Überlagerung einer gleichförmigen Bewegung in x-Richtung (keine Kräfte) und einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung in y-Richtung (konstante Feldkraft, homogenes Feld) → parabelförmige Flugbahn</p> <p>$s < x < s+l$: geradlinige, gleichförmige Bewegung (beschleunigende Kräfte vernachlässigbar)</p>		7	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
4.	<p><u>Fachmethoden:</u> <i>Mathematisches Beschreiben physikalischer Phänomene, begründetes Herleiten der mathematischen Beschreibung eines einfachen physikalischen Sachverhalts</i></p> <p><u>Querbeschleunigung a_y:</u></p> <p>Beschleunigende Kraft (2. Newton'sches Axiom): $F_y = ma_y, a_y = \frac{F_y}{m}$</p> <p>Feldstärke (Annahme: homogenes Feld): $E = \frac{F_y}{q}$ und $E = \frac{U_A}{d} \Rightarrow F_y = \frac{U_A}{d} \cdot q$</p> <p>Beschleunigung: $a_y = \frac{U_A \cdot q}{m \cdot d} = 6,1 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p><u>Herleitung:</u></p>  <p>Bewegung <u>im</u> Ablenkkondensator (y-Ablenkung y_1):</p> <p>Bewegung in x-Richtung (gleichförmig): $x(t) = v_0 t$,</p> <p>Durchflugzeit $t_{F1} = \frac{s}{v_0}$</p> <p>Bewegung in y-Richtung (gleichmäßig beschleunigt): $y(t) = \frac{a_y}{2} t^2, y_1 = y(t_{F1}) = \frac{a_y}{2} \left(\frac{s}{v_0} \right)^2$</p> <p>$v_y(t) = a_y t, v_y(t_{F1}) = a_y \cdot \frac{s}{v_0} = v_{0y}$</p> <p>Bewegung <u>außerhalb</u> des Ablenkkondensators:</p> <p>Bewegung in x-Richtung (gleichförmig): $x(t) = v_0 t + s$,</p> <p>Durchflugzeit $t_{F2} = \frac{l}{v_0}$</p> <p>Bewegung in y-Richtung (gleichförmig): $y(t) = v_{0y} t + y_1, y_P = v_{0y} \frac{l}{v_0} + y_1$</p> <p>Gesamtablenkung: $y_P = v_{0y} \frac{l}{v_0} + y_1 = a_y \cdot \frac{s}{v_0} \cdot \frac{l}{v_0} + \frac{a_y}{2} \cdot \left(\frac{s}{v_0} \right)^2 = \frac{a_y \cdot s}{v_0^2} \left(\frac{s}{2} + l \right),$</p> <p>was zu zeigen war.</p>		7	
				10

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
Zu 4.	<p><u>Abstand l:</u> Wenn der maximal bedruckbare Bereich 10,0 mm hoch ist, gilt: $y_P = 10 \text{ mm}$.</p> $y_P = \frac{a_y \cdot s}{v_0^2} \left(\frac{s}{2} + l \right) \Leftrightarrow \frac{v_0^2 \cdot y_P}{a_y \cdot s} = \frac{s}{2} + l \Leftrightarrow l = \frac{v_0^2 \cdot y_P}{a_y \cdot s} - \frac{s}{2}$ <p>$l = 2,4 \text{ cm}$</p>		4	
5.	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Veknüpfen von Daten, Fakten und Methoden <u>Fachmethoden:</u> Entwickeln eigener Fragestellungen bzw. sinnvolles Präzisieren einer offenen Aufgabenstellung</p> <p>Wegen $a_y = \frac{U_A \cdot q}{m \cdot d}$ und $y_P = \frac{a_y \cdot s}{v_0^2} \left(\frac{s}{2} + l \right)$ folgt für den Auftreffpunkt</p> $y_P = \frac{U_A \cdot q \cdot s}{m \cdot d \cdot v_0^2} \left(\frac{s}{2} + l \right).$ <p>Damit gilt $y_P \sim q$, wenn alle anderen Größen konstant sind.</p> <p>Außerdem gilt wegen $y(t) = \frac{a_y}{2} t^2$, $a_y = \frac{U_A \cdot q}{m \cdot d}$ und $x(t) = v_0 t$ innerhalb des Ablenkkondensators für die Flugbahn eines Tröpfchens:</p> $y(x) = \frac{U_A \cdot q}{2 \cdot m \cdot d} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2.$ <p>Eine Veränderung der Ladung q führt demnach zur Streckung bzw. Stauchung der parabelförmigen Flugbahn im Ablenkkondensator.</p>			8
	BE	14	28	8
	prozentuale Verteilung	28	56	16
	Summe BE	50		

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik****Leistungskurs****Aufgabenstellung D****für Prüflinge**

Themenschwerpunkte: Atomhülle (PH-4)**Kurztitel:** Franck-Hertz-Versuch**Hilfsmittel:** Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung**Material:****Bearbeitungszeit:** 270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Franck-Hertz-Versuch mit Natrium

J. Franck und G. Hertz begannen 1911 am physikalischen Institut der Universität Berlin umfangreiche Experimente mit dem Ziel, die Ablösearbeit von Elektronen in Gasen zu bestimmen. Ihre Versuche, die sie zunächst mit Quecksilberdampf durchführten, dauerten bis 1914.

1913 stellte Niels Bohr das erste Atommodell vor, das Elemente der Quantenmechanik enthält. Durch seine Postulate setzte er die klassische Physik teilweise außer Kraft. Dieses Atommodell kannten J. Franck und G. Hertz zunächst nicht.

In den folgenden Jahren wurde das nach ihnen benannte Experiment jedoch auch mit vielen anderen Gasen wiederholt.

In den folgenden Aufgaben wird untersucht, ob sich die für Quecksilberdampf beobachteten Versuchsergebnisse auch in einem Versuch mit Natriumdampf nachweisen lassen.

Aufgaben:

- | | |
|--|-----------|
| | BE |
| 1. Beschreiben Sie den Versuchsaufbau und die Versuchsdurchführung.
Erläutern Sie die Funktion der Elektroden und Spannungen, beschriften Sie die Abbildung 1. | 8 |
| 2. Stellen Sie die Messwerte in einem geeigneten Diagramm dar.
Erklären Sie den charakteristischen Kurvenverlauf und <ul style="list-style-type: none">• dass bei Spannungswerten $U_B < 1 \text{ V}$ für die Stromstärke $I_A \approx 0 \text{ A}$ gilt,• dass die Stromstärke im Minimum nicht auf Null absinkt sowie• dass die Maxima nicht spitz zulaufen, sondern abgerundet sind. | 16 |
| 3. Spektraluntersuchungen ergaben für das Außenelektron des Natriums das Energieniveauschema in Abbildung 2.
Prüfen Sie, inwieweit die Ergebnisse des Franck-Hertz-Versuches mit Natrium zu diesem Schema passen.
Bewerten Sie die beiden Originaltexte. Beziehen Sie in ihre Interpretation das Energieniveauschema mit ein. | 15 |
| 4. Wenn man die Na-Gasmenge in der Röhre vergrößert, hat dies Auswirkungen auf den Verlauf der Messkurve.
Beschreiben Sie die zu erwartenden Änderungen des Graphen. Begründen Sie Ihre Aussagen. | 6 |
| 5. Erläutern Sie an Hand von Abbildung 3, wie mit diesem Versuchsaufbau die Ionisierungsenergie von Natrium festgestellt werden kann. | 5 |

Material

Material 1: Versuchsaufbau und Daten

In einem abgewandelten Experiment nach Franck und Hertz wurde die Elektronenstoßanregung von Natriumdampf untersucht.

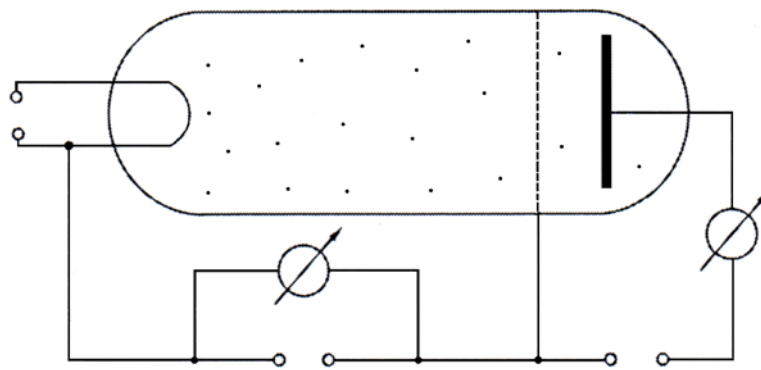


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Versuches von Franck-Hertz

Es ergaben sich folgende Messwerte:

U_B in V	0,8	1,1	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8	3	3,2	3,6	4	4,2	4,4	4,8	5,1
I_A in μA	0	1	6	14	15	13	6	4	5	12	19	23	24	21	10

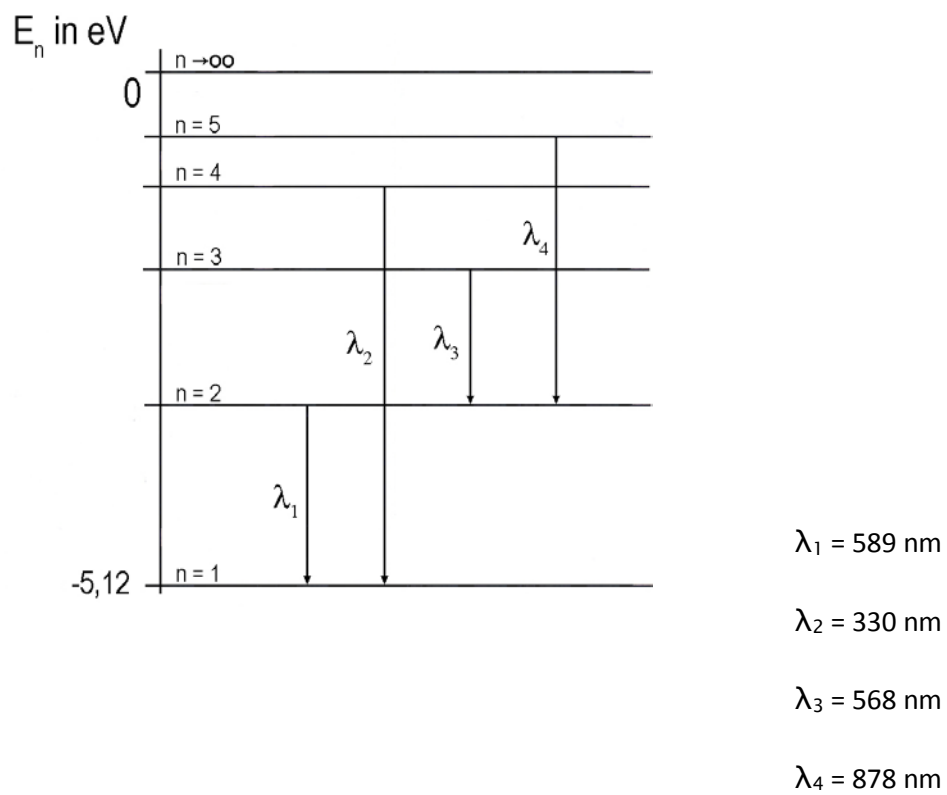
Material 2: Energieniveauschema

Abbildung 2: Energieniveauschema des Außenelektrons eines Natriumatoms, stark vereinfacht

Material 3: Originaltexte**Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierungsspannung desselben; von J. Franck und G. Hertz.**

(Vorgetragen in der Sitzung vom 24. April 1914)

... Die in den Kurven dargestellten Ergebnisse unserer Messungen zeigen, daß unsere Erwartungen sich durchaus bestätigt haben. Die Maxima sind außerordentlich scharf ausgeprägt und geben daher die Möglichkeit einer sehr genauen Messung der Ionisierungsspannung.

Quelle: http://www.leifiphysik.de/web_ph12/originalarbeiten/franckhertz/original.htm gesichert am 4.11.2012

Niels Bohr (1915):

"Franck und Hertz nehmen an, dass [die Spannung] [...] der Energie entspricht, die zur Entfernung eines Elektrons aus dem [...] Atom erforderlich ist, aber es scheint, dass ihre Versuche möglicherweise mit der Annahme in Einklang zu bringen sind, dass diese Spannung nur dem Übergang vom Normalzustand zu irgend einem anderen stationären Zustand des neutralen Atoms entspricht. . . .

Quelle: http://www.leifiphysik.de/web_ph12/versuche/10frankherz/historisches.html gesichert am 4.11.2012

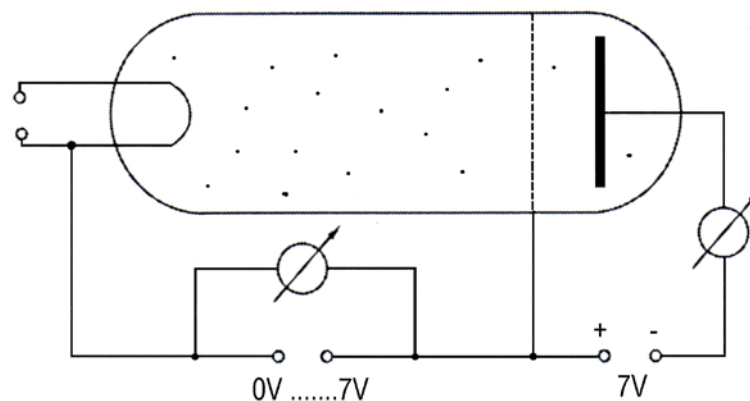
Material 4: Bestimmung der Ionisationsenergie

Abbildung 3: Veränderter Versuchsaufbau zur Bestimmung der Ionisationsenergie von Natrium

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Leistungskurs**Aufgabenstellung D****Erwartungshorizont****für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

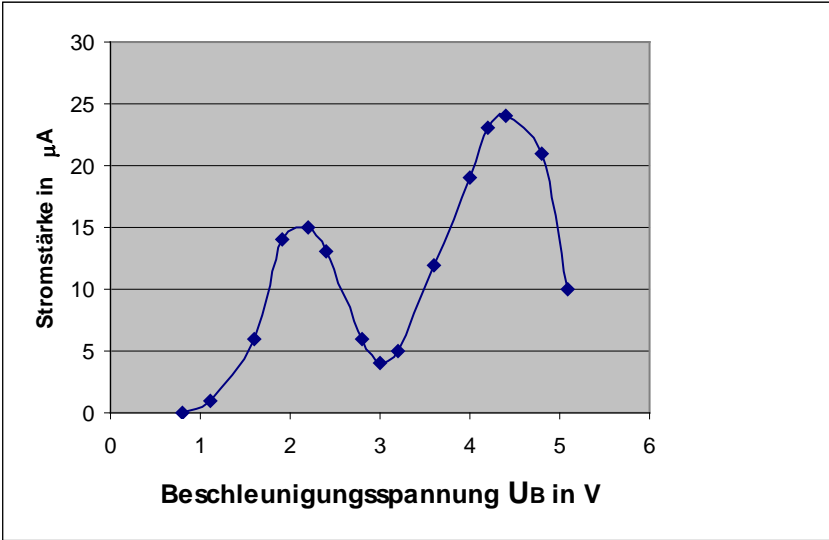
Kurztitel: Franck-Hertz-Versuch

Aufgabenart: Aufgabe mit fachspezifischem Material

Hilfsmittel: Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführt und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
1	<p><u>Fachkenntnisse:</u> strukturierte Wiedergabe von Fachwissen, Interpretation von Abbildungen</p> <p><u>Fachmethoden:</u> Beschreiben eines Experiments</p> <p>Zuordnung der wichtigen Begriffe: Glühkathode, Heizspannung, Gitter, Auffangelektrode, Auffangstrom, Beschleunigungsspannung, Gegenspannung, Aufbau der Franck-Hertz-Röhre</p>	8		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
2	<p><u>Kommunikation:</u> Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen, <u>Fachkenntnisse:</u> fachgerechtes Wiedergeben von komplexeren Zusammenhängen Anfertigen eines Diagramms:</p>  <p>Das Diagramm zeigt die Stromstärke in μA auf der y-Achse (Skala 0 bis 30) gegen die Beschleunigungsspannung U_B in V auf der x-Achse (Skala 0 bis 6). Die Kurve beginnt bei $U_B \approx 0,8 \text{ V}$ mit einer Stromstärke von 0 μA. Sie steigt bis zu einem ersten Maximum bei $U_B \approx 2,2 \text{ V}$ mit einer Stromstärke von ca. 15 μA an. Danach sinkt die Stromstärke auf ein Minimum von ca. 4 μA bei $U_B \approx 3,2 \text{ V}$. Ein zweites, höheres Maximum tritt bei $U_B \approx 4,3 \text{ V}$ mit einer Stromstärke von ca. 24 μA auf. Die Stromstärke fällt dann wieder ab und erreicht bei $U_B \approx 5,2 \text{ V}$ den Wert von 10 μA.</p>	6		
	<ul style="list-style-type: none"> • $U_B < U_G$: Energie der Elektronen zu gering, kein Auffängerstrom • Zunahme von U_B: immer mehr Elektronen haben genügend Energie, das Gegenfeld zu überwinden, Stöße mit den Natriumatomen sind elastisch • Bei $U_B \approx 2,2 \text{ V}$ können Elektronen durch unelastische Stöße Energie an die Natriumatome abgeben und diese dadurch anregen. Bei diesen Elektronen reicht die verbleibende Energie nicht mehr aus, um die Gegenspannung zu überwinden. Die Auffängerstromstärke geht zurück. • Weitere Zunahme von U_B: Restenergie nach der Wechselwirkung reicht aus, um das Gegenfeld zu überwinden, die Stromstärke steigt wieder. Bei $U_B \approx 4,3 \text{ V}$ stoßen die Elektronen zum zweiten Mal unelastisch mit den Natriumatomen zusammen, dabei geben sie wieder ihre Energie ab. • Nicht alle Elektronen führen einen unelastischen Stoß durch, dadurch können sie das Gegenfeld überwinden und die Stromstärke fällt nicht ganz auf Null ab. • Die Elektronen besitzen unterschiedliche Austrittsenergien und Austrittsrichtungen. Dadurch entsteht eine Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen, die zu den abgerundeten Maxima führt. 		10	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
3	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Entnehmen von Informationen aus komplexeren Texten</p> <p><u>Fachmethoden:</u> Berechnen von Größen aus Formeln</p> <p><u>Reflexion:</u> Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomenen</p> <p>Umwandlung der gegebenen Wellenlängen in Energiedifferenzen über $\Delta E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$,</p> <p>Vergleich mit der Energiedifferenz aus den Messwerten und Zuordnung zu λ_1</p> <p>bzw. Bestimmung $\Delta E = 2,1 \text{ eV}$, und daraus die Wellenlänge der Strahlung: $\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E} \approx 590 \text{ nm}$, Vergleich und Zuordnung</p> <p>Analyse der Texte: Der Originaltext beschreibt die Ergebnisse sehr genau, geht jedoch fälschlicherweise von einer gemessenen Ionisierungsenergie aus. Bohr vermutet jedoch, das auch andere definierte Energieübergänge zwischen den stationären Zuständen möglich sein können. Die emittierte Strahlung entspricht nicht der Ionisierungsenergie, sondern dem Übergang vom ersten angeregten Zustand in den Grundzustand. Damit stützt der Versuch das Bohrsche Interpretation des Versuches.</p>	3	4	4
4	<p><u>Reflexion:</u> Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomenen</p> <p>Die Kurve liegt insgesamt unter der vorherigen Messkurve, die Minima sind tiefer, liegen aber bei denselben Spannungswerten wie zuvor. Wegen der größeren Teilchenanzahl ist die Wahrscheinlichkeit für Zusammenstöße größer. Daher kommen weniger Elektronen ohne Stoß durch das Gas, I ist deshalb (ab 2,1 V) etwas niedriger.</p>		3	3
5	<p><u>Reflexion:</u> Erkennen physikalischer Fragestellung und Finden von Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse</p> <p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden</p> <p>Da die Beschleunigungsspannung die Gegenspannung nicht übersteigt können die Elektronen das Gegenfeld nicht überwinden. Ab 5,14 V können Natriumatome ionisiert werden, die positiven Ionen werden dann von der Auffängerelektrode angezogen, es kommt zu einem plötzlich einsetzenden Strom</p>			5
BE		17	28	5
prozentuale Verteilung		34	56	10
Summe BE		50		