

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

Themenschwerpunkte: **Die Erforschung des Gravitationsfeldes des Mondes****Kurztitel:** **Gravitation****Hilfsmittel:** Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung**Bearbeitungszeit:** 210 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Die Erforschung des Gravitationsfeldes des Mondes

GRAIL (*Gravity Recovery and Interior Laboratory*) war eine Mission der amerikanischen Luft- und Raumfahrtbehörde NASA zum Mond der Erde. Ziel der Mission war die Erforschung des inneren Aufbaus des Mondes. Dazu wurde das Gravitationsfeld des Mondes mit Hilfe von zwei Satelliten erforscht.

Wie konnten Astrophysiker mit diesen Satelliten das Gravitationsfeld des Mondes vermessen?

Aufgaben:

- | | BE |
|--|-----------|
| <p>1. Beschreiben Sie mit Hilfe einer Skizze das Feldlinienmodell für das Gravitationsfeld des Mondes.</p> <p>Beschreiben und begründen Sie anhand des skizzierten Feldlinienbildes, wie sich die Wirkungen des Gravitationsfeldes auf eine Raumsonde bei der Annäherung an den Mond verändern.</p> | 9 |
| <p>2. Berechnen Sie die auf eine Raumsonde in Höhe der Kreisbahn wirkende Gravitationskraft sowie die Gewichtskraft, die auf eine Raumsonde an der Mondoberfläche wirken würde.</p> <p>Begründen Sie, warum die Gravitationskraft auf die Raumsonde in 10-facher Entfernung vom Mittelpunkt des Mondes nur $\frac{1}{100}$ der Kraft an der Oberfläche des Mondes beträgt.</p> | 8 |
| <p>3. Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit und die Umlaufzeit der beiden Satelliten auf der Kreisbahn während der Messungen.</p> <p>Leiten Sie dazu auch die Gleichung für die Bahngeschwindigkeit her.</p> <p>Formulieren Sie begründete Aussagen über die Änderung der Bahngeschwindigkeit und der Umlaufzeit der Sonden, wenn die Messungen in einer geringeren Flughöhe als vorgesehen durchgeführt worden wären.</p> | 18 |
| <p>4. Erläutern Sie eine mögliche Ursache für Unregelmäßigkeiten im Gravitationsfeld des Mondes.</p> <p>Erklären Sie, warum eine Zunahme der Stärke des Gravitationsfeldes über einer Region des Mondes zu einer Veränderung des Abstandes der beiden Mondsonden voneinander führt.</p> | 8 |
| <p>5. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der bemannten Raumfahrt zum Mond gegenüber der unbemannten Raumfahrt.</p> | 7 |

Material**Material 1: Daten und Informationen zur Mondmission GRAIL**

Start	10.9.2011
Erreichen der Kreisbahn	8.2.2012
Ende der Mission	17.12.2012
Masse einer Raumsonde	201 kg
Flughöhe über dem Mond während der Messungen (Kreisbahn)	50 km

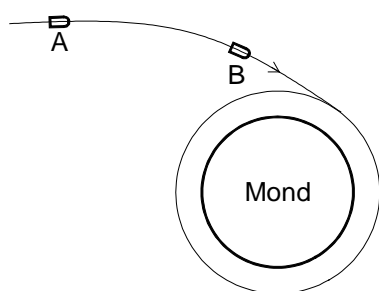


Abbildung 1

Die Abbildung 1 zeigt, wie eine Raumsonde den Mond erreichte und auf die Kreisbahn einschwenkte.

Die Mission GRAIL bestand aus zwei Raumsonden, die im Jahr 2012 den Mond auf einer gemeinsamen Kreisbahn in einer geringen Höhe umkreisten. Sie hatten während ihres Fluges auf dieser Bahn zueinander einen Abstand von etwa 200 km. Dieser Abstand wurde ständig gemessen, er änderte sich bei Unregelmäßigkeiten im Gravitationsfeld des Mondes. Aus diesen Messwerten kann die Gravitationsfeldstärke in jedem Punkt der Flugbahn der Sonden berechnet werden.

Im Dezember 2012 wurden die Sonden zum Absturz gebracht, der Raumflug wurde beendet. Die Auswertung der Daten wird fortgesetzt.

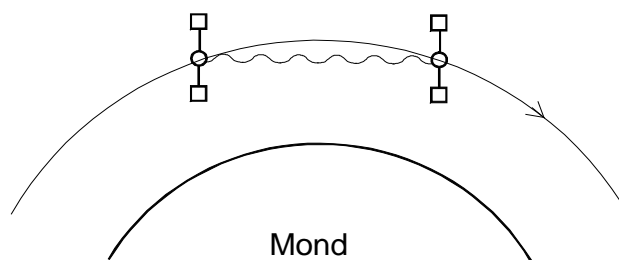


Abbildung 2

Die beiden Mondsonden umfliegen hintereinander den Mond. Die Sonden werden von der Erde beobachtet. Ihr Abstand zueinander wird ständig mit elektromagnetischen Wellen vermessen.

Skizze nicht maßstabsgerecht

Material 2: Daten zum Mond

Abstand Erde-Mond	384400 km
Radius des Mondes	1738 km
Masse des Mondes	$7,35 \cdot 10^{22}$ kg
mittlere Dichte	$3,35 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
mittlere Fallbeschleunigung an der Mondoberfläche	$1,62 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Material 3: Physikalische Grundlagen

Für die Geschwindigkeit v eines Satelliten bei einer Bewegung um einen Himmelskörper der Masse m_H auf einer Kreisbahn mit dem Radius r gilt die Gleichung $v = \sqrt{\frac{G \cdot m_H}{r}}$. G ist die Gravitationskonstante.

Material 4: Raumfahrt zum Mond

Der Mond wurde vor über 40 Jahren das letzte Mal von Menschen betreten. Seitdem gab es nur unbemannte Raumsonden zur Erforschung des Mondes.

Im Jahr 1959 landete die sowjetische Raumsonde Lunik 2 als erste auf der Erde gestartete Raumsonde auf dem Mond.

Seit 1960 arbeitet in den USA die NASA an einem Programm für einen bemannten Flug zum Mond. Im Jahr 1969 war es soweit: Erstmals erreichten Menschen den Mond, die US-Amerikaner Armstrong und Aldrin. Der Flug zum Mond hin und zurück dauerte 8 Tage. In den folgenden drei Jahren bis 1972 folgten sechs weitere erfolgreiche bemannte Flüge zum Mond. Insgesamt betraten 12 Menschen den Mond, alles US-Amerikaner. An der Oberfläche führten sie zahlreiche Experimente durch. Die Astronauten untersuchten u. a. mit Sprengladungen künstlich ausgelöste Mondbeben, um Informationen über das Innere des Mondes zu erhalten und sammelten über 300 kg Mondgestein, das sie für wissenschaftliche Untersuchungen zur Erde brachten. Das gesamte bemannte Mondprogramm der USA kostete insgesamt etwa 25 Milliarden Dollar, nach heutigen Maßstäben sind das über 120 Milliarden Dollar (über 90 Milliarden Euro).

1970 brachte die unbemannte sowjetische Raumsonde Luna 16 etwa 100 g Mondgestein auf die Erde.

Nach einer längeren Pause gibt es seit 1990 zahlreiche unbemannte Raumsonden zur Erforschung des Mondes, die neuartige computergestützte Experimente durchführen. Von 2003 bis 2006 umkreiste z. B. die europäische Raumsonde SMART-1 den Mond. Mit einem Infrarotspektrometer wurde eine Karte der Mondoberfläche erstellt, die Informationen über die chemische Zusammensetzung des Mondgesteins enthält. Mit einem weiteren Instrument wurde nach Spuren von Wasser an der Oberfläche des Mondes gesucht. Diese Mission kostete 110 Millionen Euro.

Die in der Aufgabe betrachtete GRAIL-Mission kostete etwa 500 Millionen US-Dollar (ca. 380 Millionen Euro). Der Flug zum Mond erfolgte auf sehr langwierigen und komplizierten, aber energetisch sehr günstigen Bahnen und dauerte etwa fünf Monate.

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

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

Kurztitel: **Gravitationsfeld des Mondes**

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>Fachmethoden:</u> Nutzen von Modellen zur Beschreibung eines physikalischen Vorganges</p> <p>Skizze Radialfeld mit gerichteten Feldlinien</p> <p>Erläuterung des Zusammenhanges zwischen Feldlinien und der Stärke des Feldes sowie Richtung der Kraftwirkung bzw. der Feldstärke</p> <p>Bei der Annäherung wird das Feld stärker, dies ist an dem geringer werdendem Abstand der Feldlinien erkennbar, auch die Richtung der Gravitationskraft ändert sich, erkennbar an der Richtung der Feldlinien..</p>	5	4	
2	<p><u>Fachmethoden:</u> Berechnen von Größen aus Formeln</p> <p>Berechnung $F_{Grav} = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \approx 308 \text{ N}$ und $F_{Gew} \approx 326 \text{ N}$</p> <p>Begründung mit der Proportionalität $F \sim \frac{1}{r^2}$</p>	6		
3	<p><u>Fachmethoden:</u> Herleiten einer mathematischen Beschreibung eines einfachen physikalischen Sachverhaltes; Berechnen von Größen aus Formeln</p> <p>Kommentierte Herleitung aus Kraftansatz</p> $F_{Grav} = F_{Rad}$ <p>Berechnungen</p> $v = \sqrt{\frac{Gm_{Mond}}{r_{Mond} + 50km}} \approx 1660 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T = \frac{2\pi(r_{Mond} + h)}{v} \approx 113 \text{ min}$ <p>Mögliche Argumentation:</p> <p>In einer geringeren Flughöhe ist die Bahngeschwindigkeit höher, da</p> $v \sim \sqrt{\frac{1}{r}}$ <p>Die Umlaufzeit wird kürzer, da der Weg kleiner und die Geschwindigkeit größer wird.</p>	7	6	
4	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Problembezogenes Nutzen von Wissen</p> <p>Z.B.: Dichte des Mondgesteins kann schwanken, eine höhere Dichte führt zu einer größeren Gravitationsfeldstärke.</p> <p>Zunahme der Gravitationsfeldstärke führt zu einer stärkeren Anziehung der ersten Mondsonde, diese sinkt ab, der Abstand der Mondsonden wird größer.</p>		3	5

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
5	<p><u>Reflexion:</u> Einordnen von Sachverhalten in historische und gesellschaftliche Bezüge</p> <p><u>Kommunikation:</u> Entnehmen von Informationen aus komplexeren Texten und präzises Kommunizieren einfacher Argumente</p> <p>Mindstens drei erläuterte und zusammenhängend dargestellte Argumente, die Vor- bzw. Nachteile der bemannten Raumfahrt zum Mond verdeutlichen, sowie ein auf einer Abwägung beruhendes Urteil (Befürwortung oder Ablehnung der bemannten Raumfahrt)</p> <p>Mögliche Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • extrem hohe Kosten bemannter Missionen gegenüber unbemannten Missionen • Lebenserhaltungssysteme müssen bei unbemannten Missionen nicht mit zum Mond transportiert werden, dies spart Energie und Kosten • bemannte Missionen müssen auf kurzen Flugbahnen, die sehr viel Energie benötigen durchgeführt werden, da lange Flugzeiten den Raumfahrern nicht zugemutet werden können, unbemannte Missionen können sich gegenüber bemannten Raummissionen auf komplizierten energiesparenden Flugbahnen bewegen • Menschen müssen nicht den Gefahren des Raumfluges ausgesetzt werden, da neue Möglichkeiten für automatisierte oder ferngesteuerte Experimente durch die Entwicklung der Computertechnik entstanden sind <p>Mögliche Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menschen auf der Mondoberfläche können Experimente an die Gegebenheiten vor Ort anpassen, z.B. Messpunkte geeignet auswählen • Menschen können problemlos Mondgestein für Untersuchungen auf dem Rückweg zur Erde mitbringen • 		7	
BE		20	25	5
prozentuale Verteilung		40	50	10
Summe BE		50		

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Grundkurs**Aufgabenstellung B****für Prüflinge**

Themenschwerpunkte: Induktion (ph-2)**Kurztitel:** Vorschaltgerät einer Leuchtstoffröhre - Selbstinduktion**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:
Wechselspannungsnetzgerät (50Hz),
Spule (z. B. mit 500 Windungen),
passender Eisenkern,
Voltmeter,
Amperemeter,
Verbindungskabel.**Bearbeitungszeit:** 210 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Vorschaltgerät einer Leuchtstoffröhre - Selbstinduktion

Leuchtstoffröhren sind schon lange vor dem Glühlampenverbot durch die europäische Kommission weit verbreitete energie- und kostensparende Beleuchtungsmittel. In kompakter Bauweise als „Energiesparlampen“ sollen sie helfen, die Glühlampen zu ersetzen.

Für das Zünden einer Leuchtstoffröhre reicht jedoch die Netzspannung von 230 V nicht aus, für den Betrieb der leuchtenden Röhre ist 230 V aber eine zu hohe Spannung. Leuchtstoffröhren benötigen daher ein Vorschaltgerät, dessen entscheidendes Bauteil eine Spule mit hoher Induktivität ist, in der Selbstinduktion stattfindet.

In den folgenden Aufgaben wird untersucht, wie mit einem solchen Vorschaltgerät die verschiedenen physikalischen Bedingungen für das Zünden und den Betrieb der Lampe erreicht werden können.

Aufgaben:

- | | BE |
|--|-----------|
| 1. Beschreiben Sie, was man unter Selbstinduktion versteht.
Begründen Sie den Verlauf der im Modellexperiment gemessenen Stromstärke.
Berechnen Sie den nach längerer Zeit zu erwartenden Wert der Stromstärke. | 10 |
| 2. Begründen Sie, warum die Glimmlampe bei dem in Abbildung 1 dargestellten Modellversuch zunächst nicht zündet, wenn der Schalter S geschlossen wird.
Erklären Sie, warum die Glimmlampe beim Öffnen des Schalters S kurz aufleuchtet. | 8 |
| 3. Bei der Verwendung von Wechselspannung kann die Spule auch als Drosselspule genutzt werden.
Erklären Sie, weshalb eine Spule im Gleichstromkreis den Strom nur wenig hemmt, im Wechselstromkreis jedoch einen größeren Widerstand darstellt.
Erläutern Sie, warum der Wechselstromwiderstand mit zunehmender Frequenz des Wechselstroms größer wird. | 9 |

4. Schülerexperiment:**18**

Untersuchen Sie experimentell den Einfluss eines Eisenkerns auf die Induktivität einer Spule.

Bestimmen Sie hierzu die Induktivität einer Spule einmal ohne Eisenkern (Induktivität L_1) und einmal mit Eisenkern (Induktivität L_2). Verwenden Sie den in Material 3 dargestellten Aufbau. Die nötigen Bauteile werden Ihnen bereitgestellt. Die Spannungsquelle liefert eine Wechselspannung der Frequenz $f = 50$ Hz.

Der ohmsche Widerstand der Spule soll hierbei vernachlässigt werden.

- Bauen Sie die Schaltung auf und führen Sie die Messung durch.
- Geben Sie Ihre Messwerte für U und I an.
- Berechnen Sie die Induktivitäten L_1 und L_2 .
- Deuten Sie Ihre Ergebnisse in Hinblick auf die Verwendung eines Eisenkernes für die Zündung einer Leuchtstoffröhre und in der Drosselspule.

Sollte Ihnen das Aufnehmen von Messwerten nicht gelingen, so können Sie bei der Lehrkraft Ersatzmesswerte anfordern. Der nicht erbrachten Leistung entsprechend werden dann Bewertungseinheiten abgezogen.

- 5.** Erläutern Sie, wie durch die in Material 4 beschriebene Schaltung sowohl die Zündung als auch der Betrieb der Leuchtstoffröhre ermöglicht wird. **5**

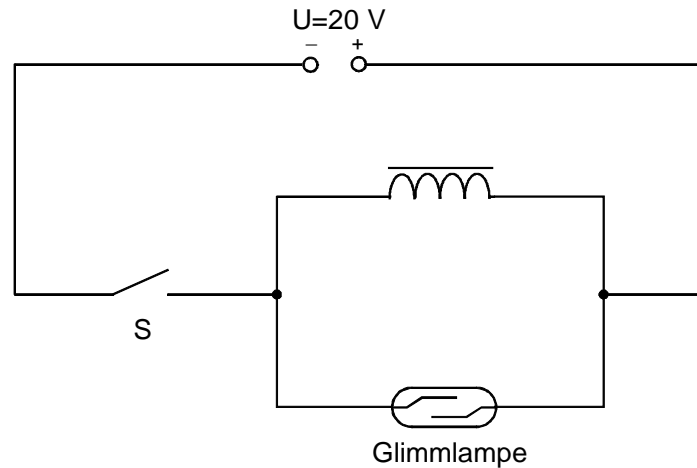
Material**Material 1: Modellversuch zum Zündvorgang einer Leuchtstoffröhre**

Abbildung 1: Modellversuch zur Zündung einer Glimmlampe

Der abgebildete Aufbau eines Versuchs zur Selbstinduktion veranschaulicht den Zündvorgang einer Leuchtstoffröhre. Die Zündspannung der Glimmlampe liegt bei etwa 100 V. Sie ist mit einer Spule mit sehr hoher Induktivität L parallel geschaltet. Der ohmsche Widerstand der Spule beträgt $300\ \Omega$.

Schließt man den Schalter, so leuchtet die Glimmlampe nicht auf. Der Verlauf der Stromstärke nach dem Schließen des Schalters ist in Abbildung 2 dargestellt.

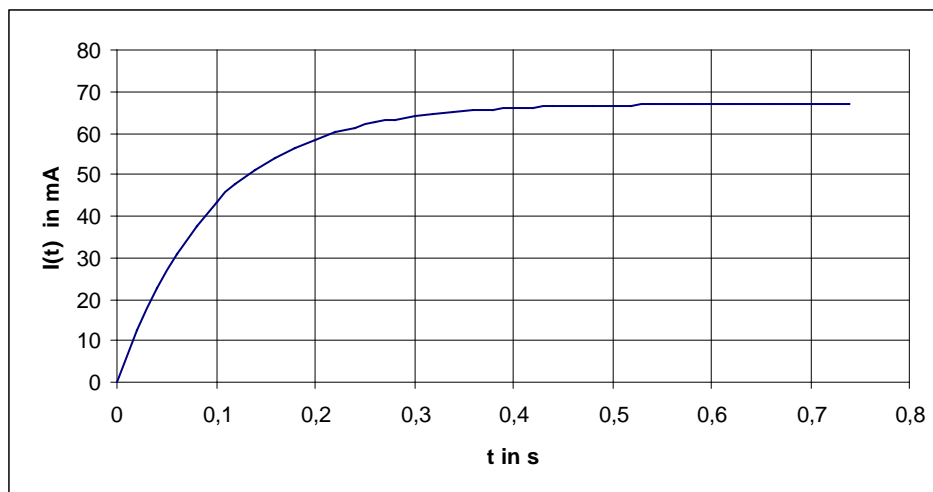


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Stromstärke nach Schließen des Schalters S

Material 2: Drosselspulen

Eine bereits gezündete Leuchtstofflampe benötigt in der Regel Spannungen von 40 V bis 110 V, zu hohe Spannungen würden im Betrieb die Lampe zerstören.

Während man Gleichströme nur durch ohmsche Widerstände senken kann, lassen sich Wechselströme sehr gut durch induktive Widerstände begrenzen. Spulen, die zu diesem Zweck in einen Wechselstromkreis eingebaut werden, nennt man Drosselspulen.

Für den Wechselstromwiderstand X_L einer Spule mit der Induktivität L gilt:

$$X_L = \frac{U}{I} = 2\pi f \cdot L .$$

Im Vorschaltgerät einer Leuchtstoffröhre wird den Strom durch eine solche Drosselspule begrenzt.

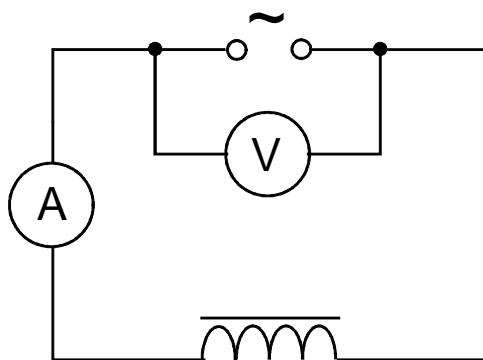
Material 3: Schülerexperiment

Abbildung 3: Schaltplan für das Schülerexperiment

Material 4: Aufbau eines Vorschaltgerätes

Üblicherweise wird eine wie in Abbildung 4 gezeigte Schaltung zum Betrieb einer Leuchtstoffröhre genutzt. Dabei wird kurz nach dem Einschalten der Lampe mit dem Schalter S_1 der Schalter S_2 automatisch geöffnet.

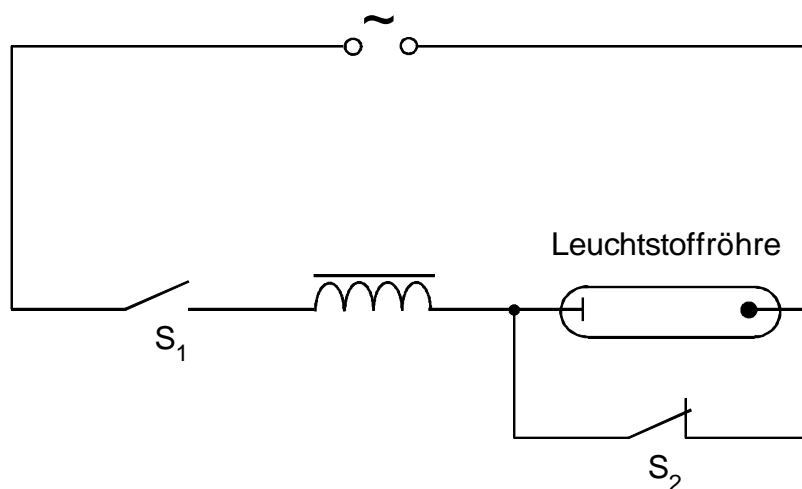


Abbildung 4: Prinzip eines Vorschaltgerätes

Ersatzmesswerte für das Schülerexperiment

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

$$U = 6,25 \text{ V} \quad (\text{für beide Messungen})$$

$$I_1 = 1,63 \text{ A} \quad (\text{ohne Eisenkern})$$

$$I_2 = 680 \text{ mA} \quad (\text{mit Eisenkern})$$

Es erfolgt ein Punktabzug von 9 BE, wenn diese Werte benötigt werden.

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

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

Kurztitel: **Vorschaltgerät einer Leuchtstoffröhre –
Selbstinduktion**

Aufgabenart: Aufgabe mit fachspezifischem Material,
mit Schülerexperiment

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:
Wechselspannungsnetzgerät (50Hz),
Spule (z. B. mit 500 Windungen),
passender Eisenkern,
Voltmeter,
Amperemeter,
Verbindungskabel.

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 Sachverhalten, Anwenden von Sachverhalten eines abgegrenzten Gebietes</p> <p>Selbstinduktion in einer Spule: Das durch die Spule gebildete Magnetfeld erzeugt bei Änderung seiner Stärke in der Spule selbst eine Induktionsspannung.</p> <p>Der Verlauf in Abb.1 entsteht durch Selbstinduktion. Erklärung des langsamen Anstiegs von $I(t)$ mit der ihrer Ursache entgegengesetzt wirkenden Induktionsspannung.</p> <p>Langfristig erhält man den Wert $I_{max} = U/R = 67 \text{ mA}$.</p>	4	6	
2	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Wiedergeben von Sachverhalten, Anwenden von Sachverhalten eines abgegrenzten Gebietes</p> <p>Die Lampe zündet zunächst nicht, da die anliegende Spannung von 20 V unter der Zündspannung der Glimmlampe liegt.</p> <p>Sie leuchtet kurz auf, weil beim Öffnen des Schalters das Magnetfeld in der Spule zusammenbricht, entsprechend der starken Änderung des Magnetfeldes entsteht eine große Induktionsspannung an den Spulenden.</p>	3	5	
3	<p><u>Kommunikation:</u> Strukturieren und schriftliches Präsentieren teilweise komplexerer Sachverhalte</p> <p>Im Gleichstrombetrieb ändert sich das Magnetfeld in der Spule nicht, also findet keine Selbstinduktion statt. Es wirkt nur der ohmsche Widerstand.</p> <p>Bei Wechselstrom ändert sich das Magnetfeld dagegen ständig, also findet auch ständig eine Hemmung durch Selbstinduktion statt.</p> <p>Mit zunehmender Frequenz des Wechselstromes findet die Änderung immer schneller statt, daher ist die Induktionsspannung höher und somit die Hinderung des Stromes stärker. Die Stromstärke ist daher geringer.</p>	4	5	
4	<p><u>Fachmethoden:</u> Aufbauen eines einfachen Experiments nach vorgelegtem Plan, selbständige Durchführung und Auswertung eines Experimentes</p> <p>Aufbau der Schaltung und Durchführung der Messung</p> <p>Angabe der Messwerte für U und I (zwei Werte)</p> <p>Berechnung von L mit $X_L = \frac{U}{I} = 2\pi f \cdot L$, also $L = \frac{U}{2\pi f \cdot I}$,</p> <p>Angabe der zwei Werte L_1 und L_2 (in H)</p> <p>Deutung: Ein Eisenkern vergrößert die Induktivität deutlich, was zu einer höheren Spannung beim Starten führt und eine stärkere Drosselwirkung erzeugt.</p>	6 3	6	3

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
5	<p><i>Reflexion: Finden und Erklären von Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Erkenntnisse</i></p> <p>Die Spule ist in dieser Schaltung gleichzeitig Drossel- und Zündspule. Das verzögerte Öffnen von S_2 führt zum Erreichen der Zündspannung der Leuchtstoffröhre, anschließend wirkt die Spule als Drossel- und Strombegrenzende.</p>			5
	BE	20	25	5
	prozentuale Verteilung	40	50	10
	Summe BE	50		

Zentrale schriftliche Abiturprüfung**2015****Physik**
Grundkurs**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:** 210 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. Nennen Sie eine Definition des Begriffs <i>elektrisches Feld</i> .
Skizzieren Sie das Feldlinienbild des elektrischen Feldes im Innern des Ablenkkondensators. Zeichnen Sie die auf ein positiv geladenes Tröpfchen wirkenden Kräfte ein. | 7 |
| 2. Berechnen Sie die kinetische Energie eines Tröpfchens nach dem Ablösen von der Düse und nach der Beschleunigung zur Ringelektrode (verursacht durch $U_L = 220 \text{ V}$). Vergleichen Sie die beiden Ergebnisse. | 8 |
| 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. | 8 |
| 4. Es seien $U_L = 220 \text{ V}$ und $U_A = 3,5 \text{ kV}$. Berechnen Sie die Querbeschleunigung a_y für ein Tröpfchen im Ablenkkondensator. | 19 |
| [Vergleichsergebnis: $a_y = 6,1 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$] | |
| Zeigen Sie, dass für die y-Koordinate y_1 eines Tröpfchens am Ende des Ablenkkondensators gilt: | |
| $y_1 = \frac{a_y}{2} \cdot \left(\frac{s}{v_0} \right)^2.$ | |
| 5. Untersuchen Sie den Einfluss der Gravitation auf die Flugbahn der Tröpfchen.
Gehen Sie von einer horizontalen Flugweite von 5,0 cm aus.
Prüfen Sie, ob sich hieraus ein Einfluss auf die Schriftqualität ergibt. | 8 |

Material

Material 1: Prinzipieller Aufbau

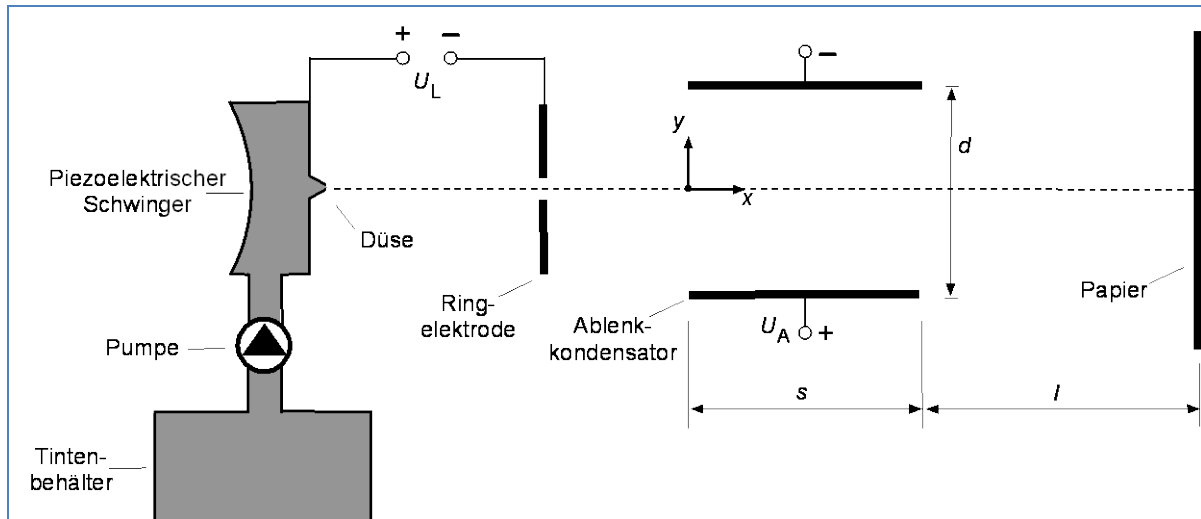


Abbildung 1: Prinzipielle Anordnung des Tröpfchenerzeugers und des Ablenkkondensators

Material 2: Erzeugen der Tintentröpfchen

Die in Abbildung 1 dargestellte Variante des Tintenstrahlverfahrens heißt Piezo-Verfahren. In dem Tröpfchenerzeuger entstehen 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. 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: Ablenkkondensator

Nachdem die Tintentröpfchen die Ringelektrode durchlaufen haben, treten die Tröpfchen in das elektrische Feld eines Ablenkkondensators (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 $v_y = 0$.

Physik

Grundkurs

Aufgabenstellung C

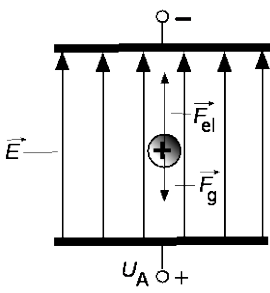
Erwartungshorizont

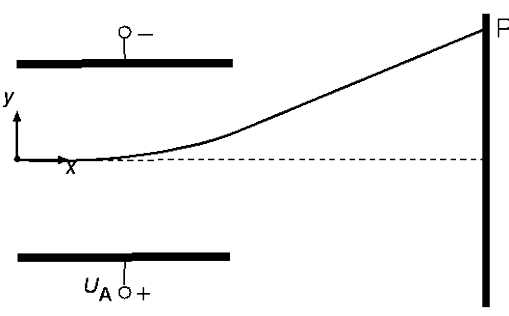
für Lehrkräfte

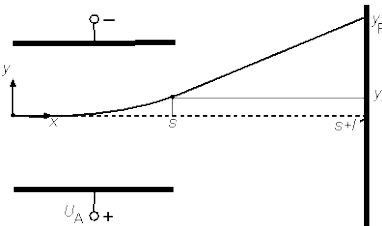
Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

Kurztitel: Tintenstrahldrucker
Aufgabenart: Aufgabe mit fachspezifischem Material
Hilfsmittel: Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule 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 Daten und Fakten sowie von Begriffen, Größen und Einheiten und deren Definitionen <u>Kommunikation:</u> Darstellen von Sachverhalten in vorgegebenen Darstellungsformen</p> <p>Mögliche Definition: Das elektrische Feld beschreibt den Zustand des Raumes, der durch einen geladenen Körper hervorgerufen wird und in dem andere geladene Körper Kräfte erfahren.</p> <p>Homogenes Feld, elektrische Kraft F_{el} und Gewichtskraft F_G (Pfeillängen zunächst beliebig)</p> 	7		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
	<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: $E_{kin,1} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 5,3 \cdot 10^{-9} \text{ J}$</p> <p>2. Energiezuwachs durch Beschleunigung $\Delta E = qU_L = 9,9 \cdot 10^{-11} \text{ J}$</p> <p>Kinetische Energie nach dem Beschleunigen: $E_{kin,2} = 5,4 \cdot 10^{-9} \text{ J}$</p> <p>Vergleich: $E_{kin,1} \approx E_{kin,2}$</p>			
	<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> 			

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
4.	<p><u>Fachmethoden:</u> Mathematisches Beschreiben physikalischer Phänomene, begründetes Herleiten der mathematischen Beschreibung eines einfachen physikalischen Sachverhalts</p> <p><u>Querbeschleunigung a_y:</u> 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>Die Querbeschleunigung a_y beträgt $6,1 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.</p>		9	
	<p><u>Herleitung:</u></p>  <p>y-Ablenkung <u>im</u> Kondensator (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): $y(t) = \frac{a_y}{2} t^2$, $y_1 = y(t_{F1}) = \frac{a_y}{2} \left(\frac{s}{v_0} \right)^2$, was zu zeigen war.</p>		10	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
5.	<p><u>Reflexion:</u> Erkennen physikalischer Fragestellungen, Erklären physikalischer Phänomene komplexer Art</p> <p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Veknüpfen von Daten</p> <p>Überlagerung aus freiem Fall und einer gleichförmigen Bewegung in x-Richtung (keine Kräfte):</p> <p>x-Richtung: $x(t) = v_0 t$, Durchflugzeit: $t_{F2} = \frac{\Delta x}{v_0}$</p> <p>y-Richtung: $y(t) = -\frac{g}{2} t^2$, $\Delta y = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{\Delta x}{v_0}\right)^2 = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$</p> <p>Die Abweichung durch die Gravitation ist mit 0,042 mm sehr klein und betrifft das gesamte Schriftbild. Die Schriftqualität wird dadurch nicht beeinträchtigt.</p>			8
BE		15	27	8
prozentuale Verteilung		30	54	16
Summe BE		50		

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

Themenschwerpunkte: Atomkern (ph-4)**Kurztitel:** Radioaktive Isotope**Hilfsmittel:** Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführter und im Unterricht eingesetzter Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung**Bearbeitungszeit:** 210 Minuten einschließlich der Auswahlzeit

Radioaktive Isotope in der Technik

In Walzwerken wird z.B. für die Automobilindustrie dünnes Eisenblech hergestellt. Die Dicke dieses Eisenbleches muss ständig überwacht werden. Eine Möglichkeit ist die Anwendung radioaktiver Isotope.

Wie kann die Dicke des Eisenbleches mit Hilfe von radioaktivem Cäsium-137 ständig kontrolliert werden?

Aufgaben:

BE

1. Vergleichen Sie das Durchdringungsvermögen der verschiedenen Arten radioaktiver Strahlung. **9**
Begründen Sie, warum für die Dickenmessung der Eisenbleche Gammastrahlung genutzt wird.
2. Beschreiben Sie die Zerfallswege von Cs-137 und die dabei auftretende Kernumwandlungen. **12**
Weisen Sie mit Hilfe des Massendefekts nach, dass bei der Kernumwandlung von Cs-137 eine Energie von 1,17 MeV frei wird.
3. Entwickeln Sie für die Walzanlage drei begründete Vorschläge, die helfen, die Strahlenbelastung der dort arbeitenden Menschen möglichst gering zu halten. **10**
Kunden, welche die Eisenbleche weiter verarbeiten, befürchten immer wieder, dass durch diese Messmethode die Eisenbleche selbst radioaktiv werden.
Beurteilen Sie diese gängige Vorstellung.
4. Berechnen Sie für den im Material beschriebenen Strahler die Anzahl der radioaktiven Cäsiumatome zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme. **9**
Der Strahler muss ausgetauscht werden, wenn die Anzahl der radioaktiven Atomkerne und damit die Aktivität auf 80% des Anfangswertes gesunken ist. Berechnen Sie, nach welcher Zeit ein Austausch erfolgen muss.
5. Beim Durchstrahlen von verschieden dicken Eisenblechen erhält man die im Material 5 dargestellte Messreihe. **10**
Zeichnen Sie ein Diagramm, welches die Abhängigkeit der Zählrate von der Dicke des durchstrahlten Eisenbleches darstellt.
Bestimmen Sie für eine Zählrate von 141 Impulsen/s das zu erwartende Intervall für die Blechdicke.

Material

Material 1: Prinzip der Dickenmessung

Aus heißem Eisen wird mit zwei Walzen dünnes Eisenblech hergestellt. Das heiße Eisen wird über Rollen zu den Walzen transportiert, die das Eisen zusammendrücken. Mit der Gammastrahlung des Cäsium-137-Strahlers durchstrahlt man anschließend das Eisenblech. Ein Zählrohr registriert die Strahlung unter dem Blech. Aus der gemessenen Zählrate kann man die Dicke des Bleches bestimmen. Bei Bedarf kann der Abstand der Walzen verändert werden.

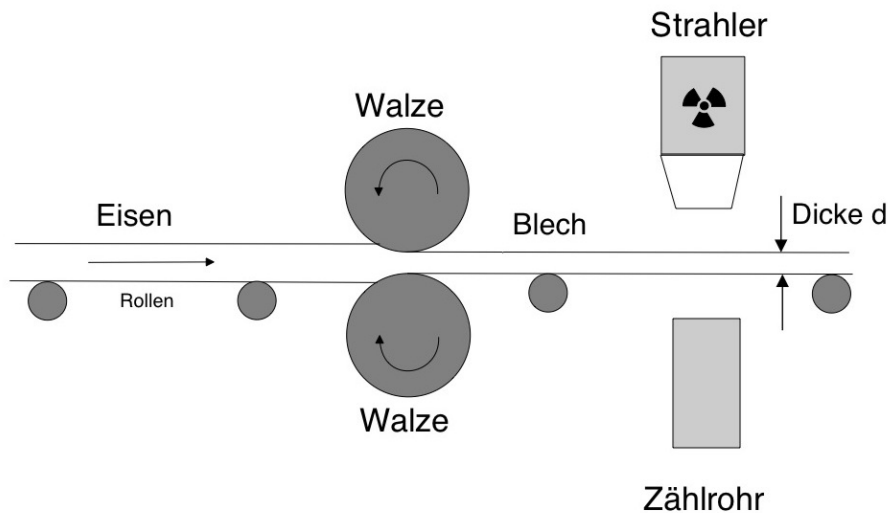


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Walzanlage

Material 2: Eigenschaften des verwendeten radioaktiven Strahlers

In dem Strahler der Anlage befand sich zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage radioaktives Cäsium-137 mit einer Aktivität von 1,47 MBq.

Dieses Cäsium-137 hat eine Halbwertszeit von 30,2 Jahren. In der Abbildung 2 sind die Kernumwandlungen, die zur Entstehung der radioaktiven Strahlung führen, veranschaulicht.

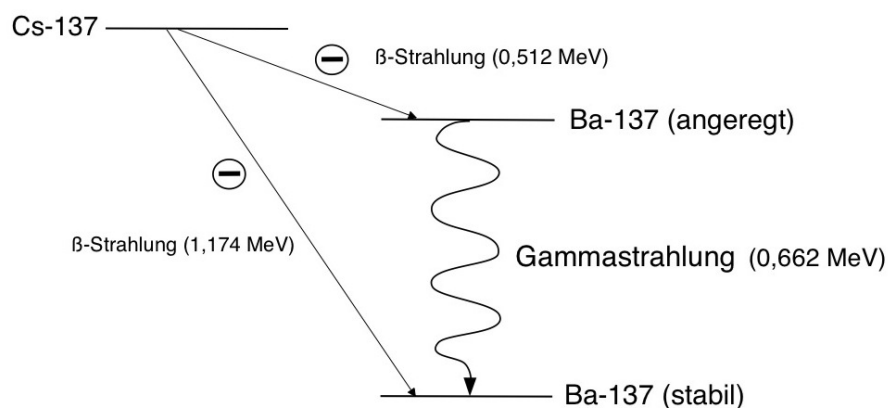


Abbildung 2: Zerfallswege von Cäsium-137

Material 3: Aktivität eines Strahlers

Die Aktivität eines radioaktiven Strahlers gibt an, wie viele Kerzerfälle in diesem Strahler in einer Sekunde stattfinden. Die Einheit ist Becquerel: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$

Die Aktivität $A(t)$ zu einem Zeitpunkt t hängt von der Anzahl $N(t)$ der vorhandenen radioaktiven Atomkerne zu diesem Zeitpunkt und von der Halbwertszeit T_H des radioaktiven Isotops ab. Es gilt:

$$A(t) = \frac{\ln 2}{T_H} \cdot N(t)$$

Material 4: Massen der Atome und Atomkerne

	Atommasse	Kernmasse
Cs-137	136,90709 u	136,87692 u
Ba-137 (stabil)	136,90584 u	136,87512 u

Material 5: Zusammenhang Dicke - Zählrate

Die Zählrate Z ist die Anzahl der in einer bestimmten Zeiteinheit am Zählrohr registrierten Impulse.

Die Zählrate Z unterliegt zufälligen Schwankungen. Die Schwankungsbreite kann vereinfacht durch $\pm \sqrt{Z}$ erfasst werden.

Dicke d von Eisen in mm	Zählrate Z in Impulse/s
0	422
4	356
8	297
12	252
16	215
20	181
24	153
28	129
32	106

Die Nullrate kann vernachlässigt werden.

Zentrale schriftliche Abiturprüfung

2015

Physik

Grundkurs

Aufgabenstellung D

Erwartungshorizont

für Lehrkräfte

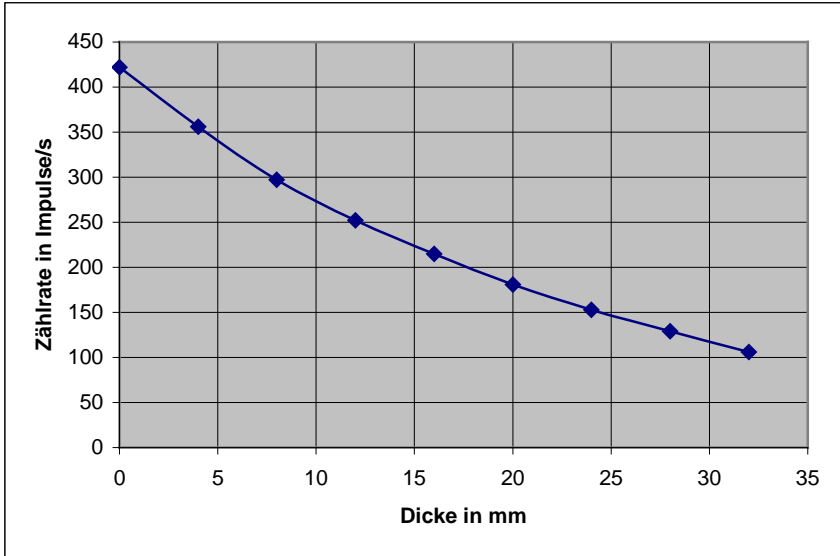
Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

Kurztitel: Radioaktive Isotope
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	<i>Fachkenntnisse: Wiedergeben von einfachen Daten, Fakten und Gesetzen</i> Vergleich des Durchdringungsvermögens (z.B. α -Strahlung wird bereits von Papier absorbiert, β -Strahlung durch Aluminium, γ -Strahlung durchdringt sogar Bleiplatten und hat das höchste Durchdringungsvermögen)	4		
	Alphastrahlung kann Eisenbleche nicht durchdringen, Betastrahlung nur in sehr geringen Maße bzw. gar nicht. Somit sind diese Strahlungsarten für diese Messmethode nicht geeignet. Gammastrahlung durchdringt auch dicke Bleche. Die Veränderung der Strahlungsstärke kann einfach gemessen werden.	5		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
2	<p><u>Kommunikation:</u> Fachsprachlich korrektes Fassen einfacher Sachverhalte</p> <p>Cäsium-137 zerfällt auf zwei verschiedenen Wegen unter Aussendung von β^--Strahlung in Barium-137. Der Zerfall geschieht direkt oder über eine Zwischenstufe, bei der ein angeregter Bariumkern entsteht, der unter Emission von γ-Strahlung in das stabile Barium übergeht. In beiden Fällen findet eine Kernumwandlung statt, bei der sich ein Kernneutron in ein Kernproton umwandelt.</p> <p><u>Fachmethoden:</u> Mathematisches Beschreiben physikalischer Phänomene</p> <p>Berechnung des Massendefekts $\Delta m = 2,08 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$ Nutzung der Masse-Energiebeziehung $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 1,87 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ und Umwandlung der Einheit in 1,17 MeV</p>	6	6	
3	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden eines abgegrenzten Gebietes</p> <p>Vorschläge könnten z.B. sein: - geringe Aufenthaltszeit in diesen Räumen, - Abschirmung des Strahlers, - Strahlrichtung zum Boden. Die Vorschläge müssen jeweils begründet werden.</p> <p><u>Reflexion:</u> Einordnen und Erklären von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik</p> <p>Beta- und Gammastrahlung wirken ionisierend, rufen jedoch keine Kernumwandlungsprozesse hervor. Somit werden die Eisenatomkerne nicht verändert. Das durchstrahlte Material kann also nicht selbst radioaktiv strahlen. Die Vorstellung ist somit unbegründet.</p>		6	4
4	<p><u>Fachkenntnisse:</u> Auswählen und Verknüpfen von Daten, Fakten und Methoden eines abgegrenzten Gebiets</p> <p>Die Anzahl der aktiven Kerne ist $N = \frac{A \cdot T_H}{\ln 2} \approx 2,0 \cdot 10^{15}$.</p> <p>Mit dem Ansatz $0,8 = 0,5^{\frac{t}{30,2a}}$ ergibt sich nach Umformung eine Zeit von $t \approx 9,7a$.</p>		3	6

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AFB		
		I	II	III
5	<p><u>Kommunikation:</u> Darstellen von Sachverhalten in verschiedenen Darstellungsformen</p> <p>Diagramm mit entsprechender Beschriftung, Messpunkten und Kurve</p>  <p><u>Fachkenntnisse:</u> Problembezogenes Nutzen von Wissen in innerphysikalischen und außerphysikalischen Wissensbereichen</p> <p>Die Streuung der Zählrate beträgt rund 12 Impulse/Sekunde. Das Diagramm kann genutzt werden, um das Intervall der Blechdicke über die Streuung zu bestimmen und liegt im Bereich von ca. 25 mm bis 27 mm.</p>	5		5
	BE	20	25	5
	prozentuale Verteilung	40	50	10
	Summe BE	50		