

Physik

Aufgaben 2-stündige Physik Kursstufe

Zitate und Textauszüge:

Seite 37ff Textauszug aus „Vereinbarung über Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ → „EPA“

Bildquellen-Nachweis:

Seite 24 Astronautin – NASA – aus dem Internet

Seite 31 Diagramm aus Impulse – Quantenphysik | Klett-Verlag ISBN- 3-12-772861-1

Seite 35 Rosinenkuchen – siehe Homepage: www.zum.de/dwu

Seite 35 Eiffelturm – siehe Homepage: www.zum.de/dwu

Seite 35 Mikroskop – siehe Homepage: www.zum.de/dwu

Seite 35 Streichholz – siehe Homepage: www.zum.de/dwu

Inhaltsverzeichnis

<i>Aufgabenstellung I</i>	4
Stromkreise	5
Elektrisches Feld	5
Physikalische GRÖSSEN	5
<i>Aufgabenstellung II</i>	9
Schwingungen	10
Gekoppelte Schwingungen	10
Deduktion, Induktion, Analogie	10
<i>Aufgabenstellung III</i>	14
Intuition & Experiment zu atomaren Dimensionen	15
Basiseinheiten – Fadenpendel	15
Beweise, Vertrauen & Kausalität	15
<i>Aufgabenstellung IV</i>	19
Elektro-Magnetische Schwingungen und Wellen	20
Federpendel	20
Linearer Potentialtopf & Schrödingergleichung	20
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung V</i>	24
Erdumlaufbahn	24
Massenbestimmung im Spaceshuttle	24
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung VI</i>	27
Magnetische Flussdichte	27
Bundesbahn	27
Elektrosmog	27
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung VII</i>	31
Elektrosmog bei Haushaltsgeräten	31
Paarbildung	31
Verwandte atomare Phänomene	31
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung VIII</i>	32
... rund um die Beleuchtung	32
Experiment	32
... rund um die Einheiten	32

<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung IX</i>	33
Induktion	33
Wirbelströme	33
elektromagnetische Wellen	33
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung X</i>	34
Induktionsgesetz	34
Spektren	34
Atomphysik	34
<i>Skizze zu einer Aufgabenstellung XI</i>	35
Atom-Modell	35
Anforderungsbereiche	36

Hinweis zum Anforderungsbereich und zur Arbeitszeit:

Die notwendige Arbeitszeit für die folgenden Aufgabenstellungen richtet sich nach unterschiedlichen Faktoren. Sowohl bei der Einstufung der Aufgabenteile in die Anforderungsbereiche als auch beim zeitlichen Umfang der Klausur spielen der Zeitpunkt, an dem diese Aufgabenstellungen bearbeitet werden, als auch die Vorübungen eine ganz entscheidende Rolle.

Definition der Anforderungsbereiche (vollständige Beschreibung – siehe letzte Seite)

Anforderungsbereich I

- ☐ die Wiedergabe von Sachverhalten (z. B. Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Aussagen) aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang,
- ☐ die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Anforderungsbereich II

- ☐ selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang,
- ☐ selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Anforderungsbereich III

- ☐ planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Gestaltungen bzw. Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Denkmethode bzw. Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt und einer neuen Problemstellung angepasst.

Aufgabenstellung I

Unterrichtsvoraussetzungen

Lehrplanbezüge

- Mittelstufe bis Klasse 11 vor der Kursstufe:
 - Wärmelehre, Spezifische Wärme
 - Spannung, Stromstärke, elektr. Energie, elektr. Leistung
 - Einfache und verzweigte offene und geschlossene Stromkreise
 - Reihen- und Parallelschaltung
 - Knoten- und Maschenregel
 - Sollwerte elektrischer Bauteile
- Kursstufe 12
 - Lehrplaneinheit 1: Elektromagnetisches Feld

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung 1 sind ein grundlegendes physikalisches Wissen und vor allem auch physikalische Fachmethoden – Fachkompetenzen - notwendig. Der Alltagsbezug der Aufgabenstellungen ist unverkennbar.

Wenn der Unterricht in der Kursstufe mit der Lehrplaneinheit 1 – Elektromagnetisches Feld – begonnen wird, dann kann diese Aufgabenstellung am Ende der Kursstufe 12 gelöst werden.

Aufgabe 1.1 – Christbaumbeleuchtung

Eine elektrische Christbaum-Beleuchtung, die aus 20 Lampen besteht, ist an eine elektrische Energiequelle (Netzsteckdose, 230V) angeschlossen. Wenn man eine der Lampen aus der Fassung dreht, gehen alle anderen Lampen ebenfalls aus.

- [a] Wie sind diese Lampen geschaltet? Zeichnen Sie das entsprechende Schaltbild! Welche Vorteile bietet diese Art der Schaltung?
- [b] Bei modernen Lichterketten sorgt eine "Vorrichtung" dafür, dass die Lichterkette auch bei einer defekten Lampe weiterbrennt. Was bewirkt diese Vorrichtung?
- [c] Die moderne Lichterkette aus dem vorigen Aufgabenteil besteht aus 20 Lampen, die bis zu einer Stromstärke von max. 50% über ihrem Sollwert belastet werden können. Die Lampen werden in einem Dauertest betrieben und gehen nun nacheinander kaputt. Welche Beobachtung erwarten Sie nach der ersten defekten Lampe, nach der zweiten defekten Lampe und so weiter? Welche Vorhersagen (qualitativ und quantitativ) können Sie formulieren?
- [d] Die elektrischen Leitungen von Lichterketten sind normalerweise gegen Berührung isoliert. Durch eine Beschädigung liegen die beiden Anschlüsse einer der Lampen frei und man kann sie mit den Fingern berühren. Hans meint, dass es völlig ungefährlich ist, die beiden Anschlüsse zu berühren, denn die Lampe, die zwischen diesen Anschlüssen liegt, wird mit einer Spannung um 12V betrieben. Und zwei Anschlüsse, zwischen denen nur eine Spannung von 12 V liegt, kann man wohl ohne jede Gefahr mit den Fingern berühren. Diskutieren¹ Sie den physikalischen Sachverhalt! Was meinen Sie zu der vorgelegten Behauptung?

Elektrisches Feld

Aufgabe 1.2 - Kondensator

Ein kreisförmiger Plattenkondensator mit einem Radius von 12cm und einem Plattenabstand von 2cm wird an eine elektrische Energiequelle angeschlossen, die eine Gleichspannung von 1 000 V liefert.

- [a] Welche Ladung sitzt auf den Kondensatorplatten?
- [b] Die elektrische Energiequelle (Gleichspannung 1000V) bleibt angeschlossen. Nun wird der Plattenabstand halbiert. Bestimmen Sie die Werte von allen hier maßgeblichen physikalischen Größen nach diesem Vorgang.

Alternative:

- [b] Nun wird in einem dritten Versuchsschritt die Verbindung zur elektrischen Energiequelle unterbrochen und anschließend der Abstand von 1cm auf 3cm vergrößert, die Plattenfläche halbiert und ein Dielektrikum mit $\epsilon_r = 5$ zwischen die Platten geschoben, das den Kondensator vollständig ausfüllt. Bestimmen Sie nach diesem Vorgang die Werte von allen hier relevanten physikalischen Größen.
- [c] Wie kann man Kondensatoren großer Kapazität technisch herstellen? Welche Funktion haben Kondensatoren in den Geräten, denen wir im Alltag begegnen? Beschreiben Sie Beispiele Ihrer Wahl! Welche Kennzeichnungen tragen technische Kondensatoren und bestimmen ihren Einsatz?

Physikalische GRÖSSEN

Aufgabe 1.3 – Fermi-Frage

Sie haben die Aufgabe, die Größenordnung der elektrischen Leistungsaufnahme einer handelsüblichen Kaffeemaschine abzuschätzen. Begründen Sie alle Schritte, die zu dieser Abschätzung führen! Wenn man in eine Netzsteckdose eine Vielfachsteckdosenleiste einsteckt, kann man mehrere Kaffeemaschinen gleichzeitig an diese Netzsteckdose anschließen. Wie viele Kaffeemaschinen kann man auf diese Art z.B. bei einem Schulfest gleichzeitig an einer Netzsteckdose betreiben?

Alternative:

Schätzen Sie ab, wie viele Tassen Kaffee man an einer Haushalts-Steckdose in 10 Minuten etwa kochen kann! Begründen Sie alle Schritte, die zu dieser Abschätzung führen!

Die spezifische Wärmekapazität von Wasser – also die benötigte Energiemenge pro kg Wasser und pro Kelvin Temperaturerhöhung – beträgt etwa 4,2 kJ

¹ „diskutieren Sie“ bedeutet hier: „erläutern Sie“

Bewertung 1.1 – Christbaumbeleuchtung

Die Wiederholung der Grundlagen der Elektrizitätslehre aus der Mittelstufe erfolgte im Unterricht – entsprechend den Hinweisen des Lehrplans - selbstständig z. B. in Form von Planarbeit oder Teamarbeit.

Im projektorientierten Praktikum wurden – entsprechend den Hinweisen im Lehrplan - Anwendungen der Gesetze der Elektrizitätslehre, z. B. Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen und elektrischen Energiequellen im Alltag behandelt.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II oder III geht davon aus, dass die Verhältnisse an einer Steckdose (Phase, Nullleiter, Schutzleiter) in den Grundlagen besprochen wurden. Speziell die Christbaumbeleuchtung wurde im Unterricht nicht behandelt.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungs-Bereiche - siehe EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Reihenschaltung	1		
	Schaltbild mit Netzanschluss und Lampen	3		
	Würde man eine Parallelschaltung wählen, wäre der gesamte Christbaum mit Kabeln überzogen, denn man müsste von der Steckdose zu jeder der einzelnen Lampen eine Leitung ziehen ...		3	
b	Diese Vorrichtung bewirkt bei einem Defekt einer Lampe eine Überbrückung zwischen den Anschlüssen dieser defekten Lampe; auf diese Weise bleibt der Stromkreis geschlossen.		2	
c	<p>Qualitative Beschreibung: Wenn die in der Aufgabe genannte „Vorrichtung“ beim Defekt einer Lampe die Anschlüsse dieser Lampe nur durch eine direkte Verbindung (Innenwiderstand 0Ω) überbrückt, dann leuchten beim Defekt einer Lampe die restlichen Lampen heller; Erwartung, dass die Zeitabstände zwischen dem Defekt der Lampen immer kleiner werden, weil die Sollwerte immer stärker überschritten werden ...</p> <p>Unter der obigen Annahme gehen die restlichen Lampen bei einer Überschreitung von 50% der Sollstromstärke sehr schnell nacheinander kaputt und die betroffene Haushaltssicherung spricht – im Regelfall bei 16A – an.</p> <p>(Diese Variante wäre gefährlich, weil die dünnen Verbindungsleitungen nicht für diese Stromstärke ausgelegt sind. Also wird in der Lichterkette eine Sicherung eingebaut sein, die gefährliche Stromstärken verhindert – oder die besagte „Vorrichtung“ liefert beim Defekt einer Lampe einen Überbrückungswiderstand im Bereich des Lampen-Innenwiderstandes.)</p> <p>Quantitative Beschreibung: Berechnung der Anzahl der Lampen, die defekt werden dürfen, damit die Überbelastung von 50% des Sollwertes noch nicht eingetreten ist.</p>		7	
d	<u>Grundsätzlich</u> sollte man defekte Geräte nicht verwenden, sondern reparieren lassen – denn es besteht eventuell Lebensgefahr. So z.B. bei der vorgelegten Behauptung. Hans hat nicht Recht und würde bei einer entsprechenden Manipulation sein Leben verlieren. Wenn die Lampe, deren Anschlüsse man berühren kann, leuchtet, dann liegt zwar nur eine relativ kleine, ungefährliche Einzelspannung (Gesamtspannung/Anzahl der leuchtenden Lampen) an diesen beiden Anschlüssen (... trotzdem kann diese Berührung gefährlich sein, wenn die defekte Lampe z.B. an dem Ende der Lichtkette liegt, das an der Phase der Netzsteckdose angeschlossen ist, denn mit den Füßen steht man auf dem Potential des Nullleiter der Netzsteckdose...). Wenn die Lampe, deren Anschlüsse man berühren kann, defekt ist und die Lichterkette in der Steckdose steckt, dann liegt an diesen beiden Anschlüssen die volle Netzspannung und damit besteht höchste Lebensgefahr ...		4	
	Summe		20	

Bewertung 1.2 – Kondensatoraufgabe

Im Unterricht wird am Beispiel des elektrischen Feldes das bereits in Klasse 8 zur Deutung magnetischer Erscheinungen eingeführte Feldkonzept wieder aufgegriffen und weiterentwickelt. Im Unterricht wurde – entsprechend dem Lehrplan - behandelt, dass das Feld ein physikalisches System darstellt, das durch charakteristische Feldgrößen quantitativ beschrieben wird.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II oder III geht davon aus, dass die physikalischen Größengleichungen zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators im Unterricht hergeleitet wurden. Die Herstellung von technischen Kondensatoren großer Kapazität war allerdings nicht Gegenstand des Unterrichts. Mit technischen Kondensatoren wurde im Physikpraktikum gearbeitet; Bauart und Aussehen technischer Kondensatoren ist bekannt.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Berechnung der Kondensatorladung	3		
b	Bestimmung der Werte aller physikalischer Größen, die dieses physikalische System beschreiben, wenn die elektrische Energiequelle angeschlossen bleibt (elektrische Feldstärke, elektrische Spannung, Potentialverteilung, Flächenladungsdichte, Energiedichte ...).	8		
b	Beschreibung der Schritte bei der Bestimmung der Werte der physikalischen Größen nach der Trennung von der elektrischen Energiequelle und den in der Aufgabe vorgeschriebenen Veränderungen (elektrische Feldstärke, elektrische Spannung, Potentialverteilung, Flächenladungsdichte, Energiedichte ...).			
c	<p>Große wirksame Fläche, kleiner Abstand und ein Dielektrikum mit einem großen ϵ_r bestimmen eine große Kapazität. Durch Aufrollen der Beläge und durch den Einsatz von Elektrolyten als Dielektrikum kann man die obigen Forderungen innerhalb eines relativ kleinen Volumens erfüllen. Die technischen Kondensatoren dieser Bauart nennt man Elektrolytkondensatoren.</p> <p>Im Alltag werden Kondensatoren z.B. bei Gleichrichterschaltungen (Netzteilen) eingesetzt, wenn es darum geht, aus einer Wechselspannung eine geglättete Gleichspannung herzustellen. Kondensatoren können auch zur Vermeidung von Störimpulsen eingesetzt werden – sie wirken dann bei den Störsignalen gewissermaßen als Kurzschluss. Kondensatoren extrem großer Kapazitäten können u.U. auch als „Akku-“ oder Batterie-Ersatz in elektronischen Geräten eingesetzt werden.</p> <p>Auf technischen Kondensatoren ist im Regelfall die Kapazität und die Grenzspannung aufgedruckt, die man nicht überschreiten darf. Bei Elektrolytkondensatoren kommt noch die Kennzeichnung des Plus- oder Minus-Pols hinzu.</p>		9	
	Summe		20	

Bewertung 1.3 – Fermi-Frage

Im Unterricht wurden – entsprechend den Hinweisen im Lehrplan – die Möglichkeiten für projektorientiertes Arbeiten im Praktikum zum Thema Anwendungen der Gesetze der Elektrizitätslehre genutzt.

Im Unterricht wurde die naturwissenschaftliche Arbeitsweise - z.B.: Welche Bedeutung haben physikalische Größen, wann und wie werden sie definiert? Welche Vorteile besitzt das heute verwendete Einheitensystem? ... behandelt.

Die Frage des Stellenwerts der Physik im Alltag wurde im Unterricht thematisiert – so z.B. spielte in offenen Aufgabenstellungen u.a. die Abschätzung von Größenordnungen eine Rolle.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass Abschätzungen von Größenordnungen, Einheiten-Kontrollen usw. im Unterricht thematisiert wurden. Diese spezielle Frage bezüglich der Kaffee-Maschine war allerdings nicht Gegenstand des Physikunterrichts.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
Teil Aufgabe	Erwartete Leistung			
	Angabe der Tassenzahl, Abschätzung des Volumens einer Tasse, Abschätzung des Wasservolumens, das erhitzt werden muss	2		
	Abschätzung der Temperaturdifferenz, die beim Kaffeekochen auftritt	2		
	Abschätzung der Energiemenge, die für das Kaffeekochen notwendig ist		4	
	Abschätzung der Zeit für den Durchlauf des Wassers beim Kaffeekochen	2		
	Abschätzung der elektrischen Leistung als Quotient aus der benötigten Energie und der Zeit	3		
	Eine Kaffeemaschine wird mit einer Netzspannung von 230V betrieben	1		
	Abschätzung der Stromstärke einer Kaffeemaschine	2		
	Abschätzung der Absicherung einer Steckdose in einem Haushalt Abschätzung der Belastbarkeit einer Steckdosenleiste		3	
	Abschätzung, ob man 10 Kaffeemaschinen an eine Haushaltssteckdose anschließen kann	1		
	Summe		20	

Aufgabenstellung II

Unterrichtsvoraussetzungen

Lehrplanbezüge

- Mittelstufe bis Klasse 11 vor der Kursstufe:
 - Kraft, Masse, Gewichtskraft
 - Kinematik, Dynamik
- Kursstufe 12 – wenn mit Lehrplaneinheit 2 begonnen wird
 - Lehrplaneinheit 2 - Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Wie in der Aufgabenstellung I gilt auch hier:

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung II sind ein grundlegendes physikalisches Wissen und vor allem auch physikalische Fachmethoden – Fachkompetenzen - notwendig. Der Alltagsbezug der Aufgabenstellungen ist unverkennbar.

Wenn der Unterricht in der Kursstufe mit der Lehrplaneinheit 2 – Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen – begonnen wird, dann kann diese Aufgabenstellung II am Ende der Kursstufe 12 gelöst werden. Sonst passt diese Aufgabenstellung II etwa in die Mitte der Kursstufe 13.

Aufgabe 2.1 – Mechanische Schwingungen

- [a] Unter welchen Voraussetzungen kann eine mechanische, harmonische Schwingung zustande kommen? Welche charakteristischen physikalischen Größen beschreiben diese Schwingung?

An eine Feder (siehe Bild 1) werden unterschiedliche Massen angehängt. Die Auslenkung des unteren Endes der Feder in Abhängigkeit von der angehängten Masse ist in folgender Tabelle erfasst:

s	0,005 m	0,011 m	0,021	0,031 m	0,052 m	0,104 m	0,208 m
m	5 g	10 g	20 g	30 g	50 g	100 g	200 g

- [b] Welche Aussagen kann man über diese Feder aus der obigen Messtabelle entnehmen? Kann man aus der obigen Tabelle schließen, bei welcher Masse sich eine Dehnung von 0,416 m ergibt?
- [c] Nun wird eine Masse von 100g an das untere Ende der Feder gehängt. Welche Vorhersage über die Ruhelage des Systems können Sie aus der obigen Tabelle entnehmen? Was erwarten Sie, wenn Sie die Masse um 10 cm aus ihrer Ruhelage nach oben anheben und dann loslassen? Welche quantitativen Vorhersagen können Sie für das System nach dem Loslassen der Masse machen?

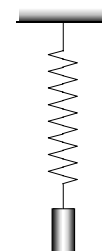


Bild 1

Gekoppelte Schwingungen

Aufgabe 2.2 – Gekoppelte Schwingungen

Ein elastisches Brett ist an einem Labortisch befestigt. An diesem Brett hängen ein Faden- und ein Federpendel – siehe Bild 2.

Wenn man das Fadenpendel bei unterschiedlichen Fadenlängen schwingen lässt, stellt man fest, dass bei einer ganz bestimmten Fadenlänge das Federpendel relativ stark mitschwingt. In diesem Fall spricht man von Resonanz zwischen dem Faden- und Federpendel.

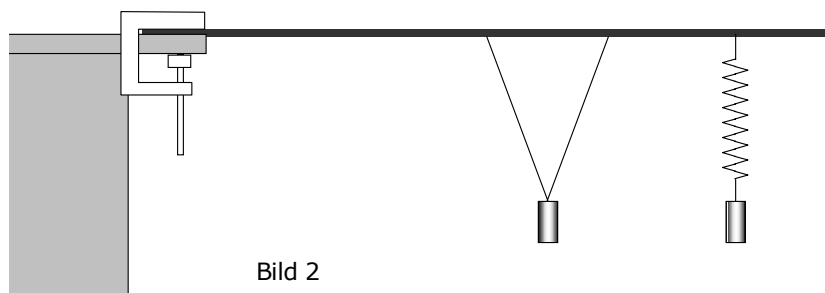


Bild 2

- [a] Erläutern Sie, welche Wirkung die Veränderung der Fadenlänge auf die Periodendauer beim Fadenpendel hat! In welcher Weise ist das Fadenpendel in der Lage, das Federpendel zu einer Schwingung anzuregen.
- [b] Erläutern Sie, warum das Federpendel genau dann besonders stark „mitschwingt“, wenn die Schwingungsfrequenz des Federpendels etwa doppelt so groß ist wie die Schwingungsfrequenz des Fadenpendels?
- [c] Nennen Sie ein Beispiel aus Ihrem Alltag, in dem diese Resonanzeffekte eine Rolle spielen!

Deduktion, Induktion, Analogie

Aufgabe 2.3 - Fachmethoden

- [a] Beschreiben Sie ein Experiment, das Sie aus dem Praktikum kennen, in dem Sie die Methode der Induktion angewendet haben, um zu einem Resultat zu kommen. Was versteht man im allgemeinen Fall unter der Methode der Induktion? Nennen Sie andere Methoden dieser Art, mit denen Sie im Unterricht oder im Praktikum gearbeitet haben!

Alternativen:

- [a] Beschreiben Sie ein Beispiel aus Ihrem Unterricht, bei dem die Methode der Deduktion angewendet wurde. Was versteht man im allgemeinen Fall unter der Methode der Deduktion?
- [a] Beschreiben Sie ein Beispiel aus Ihrem Unterricht, bei dem Analogiebetrachtungen nützlich waren! Worauf muss man bei Analogiebetrachtungen streng achten?

Bewertung 2.1 – Mechanische Schwingungen

Entsprechend den Hinweisen im Lehrplan wurden Schwingungsphänomene sowohl in der Natur als auch in technischen Anwendungen behandelt. Die zugehörigen charakteristischen Größen wurden eingeführt und auf das vertikale Federpendel angewendet.

Die naturwissenschaftliche Arbeitsweise – z.B.: Wie werden Experimente geplant und durchgeführt, wie wertet man die experimentellen Ergebnisse aus, wie kann man sie graphisch veranschaulichen? Wie geht man mit den Messfehlern um? – stand u.a. im Mittelpunkt des Unterrichts.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das vertikale Federpendel im Unterricht behandelt wurde.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Symmetrische Bewegung um die Ruhelage; auf eine Masse (Trägheit) wirkt eine Rückstellkraft, die direkt proportional zur Auslenkung ist ... Beschreibung der charakteristischen physikalischen Größen (Masse, Rückstellkonstante, Periodendauer der harmonischen Schwingung, Frequenz, Ruhelage der Schwingung, Amplitude der Schwingung, Geschwindigkeit, Energie ...)	6		
b	Es handelt sich um eine Feder, bei der die Federdehnung annähernd direkt proportional zur Federkraft ist. Berechnung der Federkonstanten ...	4		
	Wenn bei einer Federdehnung von 0,416 m die Federkraft immer noch direkt proportional zur Auslenkung ist, dann ist die Antwort: $m = 400\text{g}$. ABER aus der Tabelle kann man nicht entnehmen, bei welcher Federdehnung dieser oben geschilderte Zusammenhang nicht mehr erfüllt ist, bei welcher Amplitude also die Feder eventuell überdehnt wird ...		3	
c	Bestimmung der Ruhelage ... Beschreibung der Bewegung um die Ruhelage ...die Masse führt bei dieser Auslenkung aus der Ruhelage eine annähernd harmonische Schwingung um die Ruhelage aus ... Berechnung der Periodendauer, Berechnung der maximalen Geschwindigkeit beim Durchgang durch die Ruhelage ... s , v und a als Funktion der Zeit ... (wann geht das Pendel zum n -ten Mal durch die Ruhelage, wann erreicht es ...)		7	
	Summe	20		

Bewertung 2.2 - Kopplung

Innerhalb des Unterrichts hatte das Praktikum eine besondere Bedeutung. Von Schülerinnen und Schülern wurden zu offenen Problemstellungen Experimente in Teams geplant und durchgeführt.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das Feder- und Fadenpendel im Praktikum behandelt wurde. Die hier vorgestellte spezielle Anordnung wurde aber weder im Unterricht noch im Praktikum betrachtet. Resonanzphänomene waren ebenfalls kein Thema im Unterricht.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	Zusammenhang zwischen der Fadenlänge und der Frequenz des Fadenpendels ... (zugehörige Größengleichung – Periodendauer als Funktion der Fadenlänge) Beschreibung der Kraft von dem Fadenpendel auf das elastische Brett ... vertikale Auslenkung des elastischen Bretts ... Anregung des Federpendels zu vertikalen Schwingungen ...		7	
b	Die Kraft von dem Fadenpendel auf das elastische Brett, das die Kopplung zwischen dem Fadenpendel und dem Federpendel vermittelt, ist eine Funktion der Auslenkung und ändert sich mit einer Frequenz, die doppelt so groß ist wie die Frequenz des Fadenpendels; die Kraft auf das elastische Brett ist maximal, wenn das Fadenpendel durch die Ruhelage schwingt, hierbei ist es gleichgültig, aus welcher Richtung der Nulldurchgang erfolgt. Das Federpendel wird also mit einer Frequenz angeregt, die doppelt so groß ist wie die Fadenpendelfrequenz.		9	
c	Zum Beispiel wirken sich Resonanzeffekte dieser Art in Fahrzeugen besonders störend aus. Zum Beispiel werden Reifen „ausgewuchtet“, um Resonanzeffekte dieser Art zu vermeiden ... Resonanzeffekte spielen bei Erdbeben eine Rolle und werden von Kindern auf der Schaukel eingesetzt ...		4	
Summe			20	

Bewertung 2.3 - Fachmethoden

Im Unterricht wurden (wie im Pflichtbereich des Lehrplans verlangt) methodische Aspekte der Physik – z.B.: Welche Bedeutung haben die Methoden der Induktion und der Deduktion und an welchen Stellen kann man sie anwenden? Unter welchen Bedingungen sind Analogiebetrachtungen und Gedankenexperimente nützlich? - hinreichend behandelt.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass die hier geforderten Fachmethoden im Unterricht behandelt wurden.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Darstellung eines Beispiels aus dem Praktikum, bei dem die Methode der Induktion angewendet wurde ...	8		
	Darstellung der Erkenntnisgewinnung durch die Methode der Induktion ... aus exemplarischen Beispielen auf einen tiefer liegenden allgemeinen Zusammenhang schließen Schließen von speziellen Ergebnissen und Fakten auf allgemeine Zusammenhänge ...		6	
	Nennung der Deduktion und das Arbeiten mit Analogien ...	6		
a	Darstellung eines Beispiels aus dem Unterricht, bei dem die Methode der Deduktion angewendet wurde			
	Darstellung der Erkenntnisgewinnung durch die Methode der Deduktion ... Herleitung von speziellen Zusammenhängen zwischen physikalischen Größen aus bekannten und gesicherten Modellvorstellungen, Naturgesetzen, Schließen von allgemeinen Zusammenhängen auf spezielle Teilaspekte, spezielle Zusammenhänge			
a	Darstellung eines Beispiels aus dem Unterricht, bei dem die Methode der Analogie angewendet wurde Z.B.: Wasserstrom-Ladungsstrom-Analogie .. oder Geldwert, Geldwertträger-Ladung, Ladungsträger-Analogie ... oder Bierschaum-Radioaktiver-Zerfall-Analogie			
	Schließen von speziellen Teilaspekten, speziellen Teilzusammenhängen aus einem Gebiet auf andere spezielle Teilaspekte, spezielle Teilzusammenhänge eines anderen Gebiets, wobei ähnliche, übertragbare Strukturen zugrunde liegen. Bei jeder Analogiebetrachtung sollte man streng auf die Grenzen der Übertragbarkeit achten. Jedes Modell hat seine Grenzen – dies gilt in ganz besonderem Maße, wenn man Modellvorstellungen unterschiedlicher Gebiete miteinander vergleicht und Übertragungen vornimmt.			
	Summe		20	

Aufgabenstellung III

Unterrichtsvoraussetzungen

Lehrplanbezüge

- Mittelstufe bis Klasse 11 vor der Kursstufe:
 - Geschwindigkeit, Beschleunigung
 - Kinematik, Dynamik, Punktmechanik
 - Atomphysik und Kernphysik in der Mittelstufe
- Kursstufe 12
 - Lehrplaneinheit 1: Elektromagnetisches Feld
 - Lehrplaneinheit 2: Mech. und elektromagn. Schwingungen und Wellen
 - Lehrplaneinheit 3: Quantenphysik und Grundlagen der Atomphysik

Wie in der Aufgabestellung I und II gilt auch hier:

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung III sind ein grundlegendes physikalisches Wissen und vor allem auch physikalische Fachmethoden – Fachkompetenzen - notwendig.

Aufgabe 3.1 – Intuition & atomare Dimensionen

Lassen Sie Ihre Intuition entscheiden:

[a] Wie groß ist ein Heliumatom:

a-1	a-2	a-3	a-4	a-5
≈ 50fache eines Quecksilber-Atoms	≈ Bleiatom	kleiner als ein Cäsiumatom	≈ (238/4)fache eines Uran-Atoms U-238	≈ Natriumatom

Wenn eine der obigen Aussagen korrekt ist, dann bitte ankreuzen

[b] Welche der folgenden Aussagen entspricht dem aktuellen Stand der Forschung:

b-1	b-2	b-3	b-4	b-5
Ein Elektron hat einen Radius von $\approx 10^{-3}$ m	Ein Elektron hat einen Radius von $\approx 10^{-5}$ m	Ein Elektron hat einen Radius von $\approx 10^{-10}$ m	Ein Elektron hat einen Radius von $\approx 10^{-13}$ m	Einem Elektron kann man keinen Radius zuordnen – es ist „punktförmig“

Wenn eine der obigen Aussagen korrekt ist, dann bitte ankreuzen

[c] Beschreiben Sie ein Experiment Ihrer Wahl, mit dem man die Werte von physikalischen Größen im atomaren Bereich abschätzen kann.

Basiseinheiten – Fadenpendel

Aufgabe 3.2 – Längeneinheit

Im Internationalen Einheitensystem (SI) steht:

- Die Sekunde ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer einer bestimmten Strahlung, die das Nuklid ^{133}Cs abgibt.
- Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von $(1/299\,792\,458)$ Sekunden durchläuft.

Lisa schlägt vor, die Definition der Basiseinheit 1 Meter durch folgende Definition zu ersetzen: 1 Meter ist genau die Länge eines Fadenpendels, das mit der Periode $T = 2,006409293$ s schwingt. Sie meint, so könne sich jedermann zu jeder Zeit die Längeneinheit selbst herstellen.

- [a] Welchen physikalischen Hintergrund hat Lisa bei dieser Definition verwendet?
 [b] Bewerten Sie diesen Vorschlag und begründen Sie Ihre Bewertung!

Beweise, Vertrauen & Kausalität

Aufgabe 3.3 – Methoden

- [a] In einer Wissenschaftssendung des ZDF wird behauptet: „Erstmals ist es in der Physik gelungen, in einem Experiment die Messgenauigkeit so weit zu steigern, dass das untersuchte Naturgesetz exakt bewiesen wurde.“
 Beschreiben Sie an einem typischen Beispiel Ihrer Wahl, wie man in der Physik arbeitet. Formulieren Sie eine Kernaussage, was man unter einer „naturwissenschaftlichen Arbeitsweise“ versteht und bewerten Sie dann die obige Aussage!

Alternativen

- [a] Was versteht man unter starker und schwacher Kausalität? Nennen Sie Beispiele für Bereiche, in denen weder die starke noch die schwache Kausalität vorliegt.

Der Normwert der Schwerebeschleunigung beträgt: $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$

Bewertung 3.1 –

Im Rahmen des Atomphysik-Unterrichts haben die Schülerinnen und Schüler gelernt, wie die Anwendung der erarbeiteten Konzepte eine widerspruchsfreie Beschreibung von Atomen ermöglicht. Atomare Größenordnungen waren Gegenstand des Unterrichts.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass entsprechend den Hinweisen im Lehrplan im Unterricht an exemplarischen Stellen folgende Fragestellungen diskutiert wurden: Wie kann man durch Intuition, Einheitenkontrollen und sinnvolle physikalische Abschätzungen Ansätze zu physikalischen Gesetzen finden? Welche Rolle spielt hierbei das Denken in Größenordnungen?

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	a-2 & a-3 & a-5	4		
b	b-5	4		
c	Z.B. Abschätzung der atomaren Größenordnung beim Öltröpfchenexperiment (Mittelstufe) – oder z.B. Elementarladung beim Millikan-Versuch – oder z.B. spezifische Ladung des Elektrons (Wiensches Filter) – ODER ein anderes passendes Beispiel aus der Quantenphysik oder den Grundlagen der Atomphysik aus der Lehrplaneinheit 3 des Lehrplans.	12		
Summe		20		

Bewertung 3.2 –

Im Unterricht war die naturwissenschaftliche Arbeitsweise an exemplarischen Stellen selbst Gegenstand des Unterricht – so wurden z.B. Fragen der Art: Welche Bedeutung haben physikalische Größen, wann und wie werden sie definiert? Welche Vorteile besitzt das heute verwendete Einheitensystem, welche Rolle spielen die in der Physik vorkommenden Konstanten? ... diskutiert.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das Fadenpendel Gegenstand im Unterricht waren und die Formel zur Berechnung der Periodendauer hinreichend bekannt ist.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	Fadenpendel, physikalische Größengleichung zur Bestimmung der Periodendauer bei gegebener Länge, Beschreibung, dass die Periodendauer eines Fadenpendels nur von der Pendellänge und der Schwerebeschleunigung abhängt	12		
b	Der Vorschlag ist eine relativ grobe Variante, denn der Parameter „Schwerebeschleunigung“, der maßgeblich in die Definition eingeht, ist nur sehr schwer zu kontrollieren – und damit würde sich nur eine sehr ungenaue Definition der Maßeinheit 1 Meter ergeben, auch wenn man alle anderen Randbedingungen – wie z.B. den Luftwiderstand, den Einfluss der Fadenmasse, Reibungsphänomene anderer Art usw. – genau genug kontrollieren könnte.		8	
Summe		20		

Bewertung 3.3 –

Im Unterricht wurden – entsprechend den Hinweisen im Lehrplan – folgende Fragen der Physik z.B.: Was versteht man unter der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise? Was versteht man unter Kausalität? Gibt es auch andere Ansätze? usw. ... diskutiert.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass die hier verlangten Fachmethoden an exemplarischen Beispielen hinreichend thematisiert wurden.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	An einem gewählten Beispiel werden folgende Aspekte erläutert: Von einer / einem Modellvorstellung, Hypothese, Naturgesetz ausgehend, wird eine experimentelle Vorhersage und das zugehörige Experiment beschrieben. ...	6		
	Auf der Basis von Modellvorstellungen, Hypothesen, Naturgesetzen werden quantitative Vorhersagen formuliert, die in einem Experiment überprüft werden können. Erfolgt durch das Experiment eine Bestätigung dieser Vorhersage, dann wächst das Vertrauen in die zu Grunde liegende Modellvorstellung, widerlegt das Experiment diese Vorhersage, dann besteht Handlungsbedarf, entweder muss man die Modellvorstellung verwerfen, anpassen oder die Randbedingungen, unter denen sie gültig ist, enger fassen. Modellvorstellung, Naturgesetz, Hypothese → quantitative Vorhersagen → Experiment → Bestätigung oder Widerlegung der Vorhersage im Experiment → Bestätigung durch das Experiment führt zu mehr Vertrauen in die zu Grunde liegende Theorie – oder die Widerlegung der Vorhersage durch das zugehörige Experiment führt zu Handlungsbedarf ...	8		
	Die Aussage in der Fernsehsendung ist aus den oben dargestellten Gründen falsch. Naturgesetze können prinzipiell nicht bewiesen werden - Naturgesetze, Modellvorstellungen der Physik sind Erfindungen von Menschen, mit deren Hilfe Vorhersagen möglich werden. An der Gültigkeit dieser Vorhersagen werden diese Erfindungen gemessen ... Das Experiment hat in der Physik bei allen Fragestellungen das „letzte Wort“!	6		
a	Von einer schwachen Kausalität spricht man, wenn gleiche Ursachen zu gleichen Wirkungen führen. Die sogenannte starke Kausalität verlangt, dass ähnliche Ursachen zu ähnlichen Wirkungen führen. Es gibt aber auch den Fall – z.B. beim Wettergeschehen -, dass ähnliche Ursachen zu völlig unterschiedlichen Wirkungen führen (Deterministisches Chaos). In der Quantenphysik werden wir sehen, dass sogar gleiche Ursachen zu völlig unterschiedlichen Wirkungen führen (Determiniertheit der Zustandsfunktion, Superposition der Möglichkeiten, Stochastische Deutung).			
	Summe	20		

Aufgabenstellung IV

Unterrichtsvoraussetzungen

Lehrplanbezüge

- Mittelstufe bis Klasse 11 vor der Kursstufe:
 - Geschwindigkeit, Beschleunigung
 - Kinematik, Dynamik, Punktmechanik
- Kursstufe 12
 - Lehrplaneinheit 1: Elektromagnetisches Feld
 - Lehrplaneinheit 2: Mech. und elektromagn. Schwingungen und Wellen
 - Lehrplaneinheit 3: Quantenphysik und Grundlagen der Atomphysik

Wie in der Aufgabestellung bisher gilt auch hier:

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung IV sind ein grundlegendes physikalisches Wissen und vor allem auch physikalische Fachmethoden – Fachkompetenzen - notwendig.

Aufgabe 4.1 – Elektromagnetische Schwingungen

- [a] Sie haben die Aufgabe, einen elektromagnetischen Schwingkreis zu bauen, dessen Resonanzfrequenz bei 100 Hz liegt. Dazu können Sie folgende Bauteile verwenden: (1.) Kondensatoren mit den Kapazitäten 1pF, 1nF, 100 μ F; (2.) ein Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von 5cm und einer Länge von 30cm; (3.) einen Eisenkern, der genau in dieses Kunststoffrohr passt; (4.) eine genügend große Rolle an Spulendraht und passende Laborkabel bzw. notwendige Verbindungselemente. Fertigen Sie zuerst eine Schaltskizze dieses Schwingkreises. Begründen Sie die Wahl des Kondensators. Beschreiben und begründen Sie jeden Schritt beim Bau der Spule. Wie ändert sich die Resonanzfrequenz, wenn man den Eisenkern aus der Spule herauszieht oder hineinschiebt?

Alternativen

- [a] Die gesamte Theorie des Elektromagnetismus kann man auf vier Grundaussagen zurückführen, die in den Maxwellgleichungen dargestellt sind. Formulieren Sie diese vier Grundaussagen in der Form, die Sie im Unterricht kennen gelernt haben.
- [a] Bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen stößt man auf unterschiedliche Phänomene. Beschreiben Sie eines dieser Phänomene.

*Federpendel***Aufgabe 4.2 – Feder-Pendel**

Ein Feder-Schwere-Pendel besteht aus einer Feder, die das Hooke-Gesetz erfüllt, und einer Masse, die so gewählt wird, dass die Periodendauer dieser Anordnung exakt $T = 2,006409293$ s ist.

- [a] Geben Sie eine Masse und eine Federkonstante so an, dass sich die obige Periodendauer einstellt. Man untersucht nun die Dehnung x_0 der Feder zwischen der Position, bei der die Feder entspannt ist und ihrer Ruhelage, wenn sie mit der Masse m belastet wird. Berechnen Sie x_0 für die von Ihnen gewählten Werte.
- [b] Bestimmen Sie deduktiv für den allgemeinen Fall den Zusammenhang zwischen der Periodendauer und der Dehnung x_0 ? Könnte man diese Anordnung zur Festlegung der Längeneinheit 1 Meter verwenden?

*Linearer Potentialtopf & Schrödingergleichung***Aufgabe 4.3 – Linearer Potentialtopf und Schrödingergleichung**

Die folgenden Teilfragen müssen nicht in der Reihenfolge beantwortet werden, in der sie hier aufgeführt sind. Überlegen Sie, in welcher Gliederung man diese Einzelaspekte geschlossen darstellen kann.

- [a] Zeichnen Sie einen linearen Potentialtopf, in dem sich ein Quantenobjekt (Elektron) befindet, erläutern Sie Ihre Zeichnung und beschreiben Sie die geltenden Randbedingungen.
- [b] Beschreiben Sie die Erkenntnisse, auf die man bei der Untersuchung von Quantenobjekten in einem linearen Potentialtopf stößt! Welcher Zusammenhang besteht zwischen diesen Erkenntnissen und den sogenannten Linienspektren?
- [c] Geben Sie einen Einblick in die grundlegenden Gedanken der Schrödingergleichung und ihre Bedeutung für die Atomphysik!

Der Normwert der Schwerebeschleunigung beträgt: $g_n = 9,80665$ m/s²

Bewertung 4.1 – Elektromagnetische Schwingungen

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass der elektromagnetische Schwingkreis und die Grundgesetze der Maxwell-Theorie in einer schulüblichen Form behandelt wurden. Im Unterricht wurden die Pflichtthemen des Lehrplans zur Wellenoptik behandelt.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	Skizze eines elektromagnetischen Schwingkreises aus Spule mit Eisenkern und Kondensator... Mit Blick auf die Resonanzfrequenz ... Wahl des größten Kondensatorwertes ... Berechnung der notwendigen Induktivität aus der Formel für die Resonanzfrequenz ... Bestimmung der Windungszahl aus der Formel für die Induktivität unter Verwendung der Daten des Spulenkörpers – zunächst ohne Eisenkern ... Oder Wahl einer kleineren Windungszahl und Verwendung des Eisenkerns mit ϵ_r		14	
	Auf der Basis der Formel für die Periodendauer einer elektromagnetischen Schwingung (Thomson- Schwingungsformel) ... wird argumentiert: Durch das Herausziehen des Eisenkerns wird die Induktivität der Spule kleiner ... die Periodendauer der Schwingung wird kleiner, die Resonanzfrequenz wird größer ... und umgekehrt		6	
	Vier Grundgesetze von Maxwell in einer „schulüblichen“ Form			
	Geschlossene, eigenständige Darstellung eines der Phänomene: Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz			
	Summe		20	

Bewertung 4.2 – Feder-Pendel

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das Federpendel im Unterricht behandelt, dass die Methode der Deduktion im Unterricht geübt, aber die hier gestellte Frage nach dem allgemeinen Zusammenhang zwischen der Periodendauer und der Federdehnung x_0 nicht behandelt wurde.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Angabe einer passenden Masse und der zugehörigen Federkonstanten	6		
	Berechnung der Federdehnung	4		
b	Deduktive Ableitung der Periodendauer als Funktion der Federdehnung x_0 Wenn man die hier beschriebene Anordnung dazu verwenden würde, die Längeneinheit 1 Meter zu definieren, dann wäre das eine relativ grobe Variante, denn der Parameter „Schwerebeschleunigung“, der maßgeblich in die Definition eingeht, ist nur sehr schwer zu kontrollieren – und damit würde sich nur eine sehr ungenaue Definition der Maßeinheit 1 Meter ergeben, auch wenn man alle anderen Randbedingungen – wie z.B. den Luftwiderstand, den Einfluss der Fadenmasse, Reibungsphänomene anderer Art usw. – genau genug kontrollieren könnte.		10	
	Summe		20	

Bewertung 4.3 – Linearer Potentialtopf und Schrödingergleichung

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass der Potentialtopf eingeführt und seine Randbedingungen thematisiert wurden. Die Energiequantelung und die Behandlung von Linienspektren war Gegenstand des Unterrichts. Die Grundgedanken der Schrödingergleichung wurden im Unterricht dargestellt.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
	Erwartete Leistung			
	Eine mögliche Gliederung wäre: Skizze eines Potentialtopfes ... Darstellung der Grundgedanken der Schrödingergleichung ... Beschreibung der Randbedingungen bei der Aufstellung der Zustandsfunktion Ψ als Lösung der Schrödingergleichung ... (Hinweis auf Lösungsansätze – z.B. reeller Ansatz graphische Lösung mit einem Modellbildungssystem andere Möglichkeiten ...) ... Darstellung der daraus resultierenden diskreten Energieniveaus ... Übertragung der Erkenntnisse, die am linearen Potentialtopf gewonnen wurden auf das Atommodell ... Übertragung der diskreten Energieniveaus ... Beschreibung der Entstehung der Linienspektren ...		20	
a	Skizze eines linearen Potentialtopfes			
	Beschreibung der Randbedingungen			
b	Beschreibung der Energiequantelung			
	Darstellung des Zusammenhang zu den Linienspektren			
c	Grundgedanken der Schrödingergleichung ...			
	Summe		20	

Skizze zu einer Aufgabenstellung V

Erdumlaufbahn

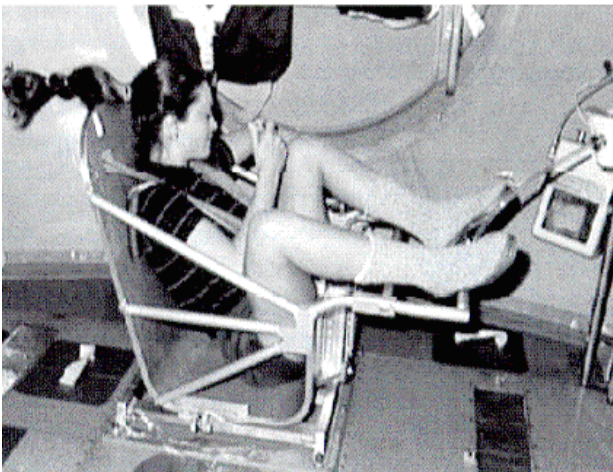
Aufgabe 5.1 - Erdumlaufbahn

- [a] Erläutern Sie mit Hilfe einer Skizze, welche Kräfte auf ein Raumschiff in der Erdumlaufbahn wirken. Wählen Sie hierbei zunächst eine Darstellung im Laborsystem.
- [b] Erläutern Sie mit Hilfe einer zweiten Skizze die Kräfte, die man einführen muss, wenn man diese Situation im mitbeschleunigten System (also aus der Sicht der Astronauten) beschreiben will!
- [c] Die Astronauten erfahren in der Erdumlaufbahn in ihrem Raumschiff eine sogenannte „Mikrogravitation“. Erläutern Sie, warum der Begriff „Schwerelosigkeit“, der dafür häufig verwendet wird, wörtlich genommen falsch ist!
- [d] Diese Mikrogravitation kann man nicht nur in einem Raumschiff in der Erdumlaufbahn erzeugen. Erläutern Sie unter welchen Umständen diese Mikrogravitation (Volksmund: Schwerelosigkeit) immer auftritt und nennen Sie ein weiteres Beispiel, bei dem sie eintritt!

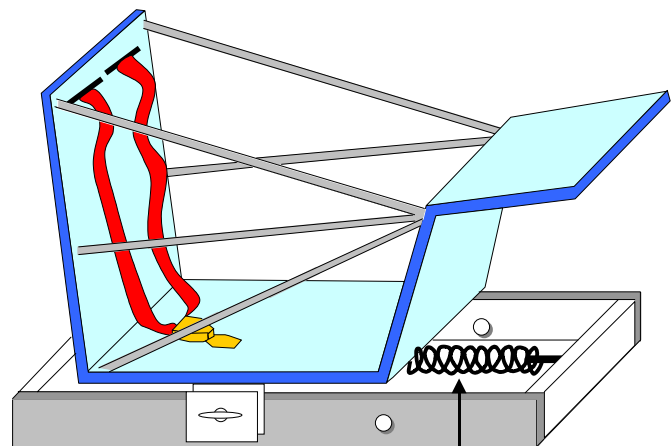
Massenbestimmung im Spaceshuttle

Aufgabe 5.2 – Massenbestimmung in der Erdumlaufbahn

Das Bild 1 zeigt eine Astronautin im BMMD (Body Mass Measurement Device) der NASA.



Astronautin im BMMD der NASA²
Bild 1



Schraubenfeder
Bild 2

Mit diesem BMMD bestimmen die Astronauten im Spaceshuttle in der Erdumlaufbahn ihre Körpermasse. Es besteht aus einem Gestell, in dem sich die Astronautin (siehe Bild 1) mit einem Gurt festgeschnallt hat. Dieses Gestell ist reibungsfrei in einer Schiene montiert und an einer Schraubenfeder befestigt (siehe Bild 2).

- [a] Warum verwendet die NASA keine „normale Bodenwaage“?
- [b] Wie könnte dieses Gerät funktionieren? Spielt die Orientierung dieses Geräts relativ zur Erde eine Rolle?
- [c] Warum müssen sich die Astronauten in dem Gestell festschnallen – warum genügt es nicht, dass sie sich nur hineinsetzen?
- [d] Welche Federkonstante würden Sie für dieses Gerät wählen, wenn die Schwingungsdauer der Anordnung in der Größenordnung von 0,5 Sekunden liegen soll? Begründen Sie jeden Schritt Ihrer Abschätzung!

² NASA-Homepage

Bewertung 5.1 – Erdumlaufbahn

Die Themen „Kreisbewegung“, „Bezugssysteme“ und „Gravitation“ wurden im vorgesehenen Maße vor der Kursstufe behandelt.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
	Erwartete Leistung	I	II	III
a	Anfertigung der Skizze mit der Gravitationskraft als Zentripetalkraft im Laborsystem	3		
b	Anfertigung der Skizze mit der Gravitationskraft und der Zentrifugalkraft (Trägheitskraft) im mitbeschleunigten Bezugssystem ...	4		
c	Schwerelosigkeit ist wörtlich genommen eigentlich falsch, da sich das Raumschiff im Gravitationsfeld der Erde bewegt – die „Schwerkraft“ des Planeten Erde hält ja das Raumschiff auf seiner Kreisbahn – siehe obige Skizze.	4		
d	Erläuterung, wann die sogenannte Mikrogravitation immer auftritt z.B. beim Freien Fall, oder wenn ein Düsenflugzeug eine bestimmte Parabelbahn (Wurfparabel – schiefer Wurf) fliegt. In diesen Beispielen ergibt sich im mitbeschleunigten Bezugssystem ein Kräftegleichgewicht – z.B. beim Freien Fall: zwischen der Schwerkraft des Planeten und der Trägheitskraft – oder im Falle der Astronauten: Zwischen der Schwerkraft und der Fliehkraft (Trägheitskraft). Mikrogravitation tritt aber nur dann auf, wenn dieses Kräftegleichgewicht gewissermaßen für alle Atome des betroffenen Körpers gilt. Gegenbeispiel: Ein Mensch in einer Trainingszentrifuge auf der Erde erfährt im mitbeschleunigten Bezugssystem auch ein Kräftegleichgewicht zwischen der Haltekraft und der Zentrifugalkraft – er erlebt aber ganz sicher keine Mikrogravitation, denn die Zentrifugalkraft zieht an jedem Atom nach außen, während die Haltekraft vom Sitz nur auf seinen Rücken wirkt und er deshalb diesen Zustand sogar schmerzhaft empfindet!	9		
Summe		20		

Bewertung 5.2 – Massenbestimmung

Die Themen „Kreisbewegung“, „Bezugssysteme“ und „Gravitation“ wurden im vorgesehenen Maße vor der Kursstufe behandelt.

In der Kursstufe wurde die Lehrplaneinheit 2: „Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen“ behandelt.

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass ein horizontales Federpendel im Praktikum selbstständig aufgebaut und Messungen daran vorgenommen wurden.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
a	Bei einer normalen Bodenwaage führt die Schwerkraft z.B. zu einer Dehnung einer eingebauten Feder oder zu einer Verbiegung eines Sensors. Die Dehnung der Feder oder die Sensorverbiegung wird über eine Skala oder über Elektronik entsprechend der Formel: $m = F_G / g$ (m Masse, g Schwerkraftbeschleunigung, F_G Gewichtskraft) in eine Massenanzeige „umgerechnet“ und angezeigt. Da in der Erdumlaufbahn aber keine Schwerkraft wirkt (Mikrogravitation – Volksmund: Schwerelosigkeit), kann eine Bodenwaage keine Anzeige liefern!	3		
b	Dieses Gerät (Masse des Gestells, Masse der festgeschnallten Astronautin, Rückstellkraft der Feder, reibungslose Schienenführung), in dem die Astronautin festgeschnallt ist, stellt zusammen mit der Stahl-Feder im Prinzip einen horizontalen Federschwinger aus dem Physikpraktikum dar. Unter den Bedingungen der Mikrogravitation spielt allerdings die Orientierung (horizontal) keine Rolle – alle Raumrichtungen sind im Gegensatz zum Experiment auf der Erdoberfläche gleichberechtigt.	5		
c	Wenn sich die Astronautin nicht festschnallt, dann besteht keine Verbindung zwischen dem Gestell und der Astronautin ... in Abwesenheit von Schwerkraften (in der Mikrogravitation) führen kleinste Kräfte auf die Astronautin dazu, dass sie aus dem Gestell wegbeschleunigt wird und damit keine Messung möglich ist. Nur wenn die Astronautin möglichst fest mit dem Gestell verbunden ist, wirkt die Masse der Astronautin zusammen mit der Gestellmasse als „Schwingungsmasse“, auf die die Rückstellkraft der Feder wirkt .		6	
d	Entsprechend der Formel für die Periodendauer eines horizontalen Federpendels, der Massenabschätzung eines Menschen und der angegebenen Periodendauer folgt die Federkonstante.		6	
Summe		20		

Skizze zu einer Aufgabenstellung VI

Magnetische Flussdichte

Aufgabe 6.1 – Magnetische Flussdichte

- [a] Welche physikalische Größe wird in der Einheit 1 Tesla gemessen. Beschreiben Sie eine Anordnung (Experiment), mit der man diese Einheit 1 Tesla realisieren kann!
- [b] Die vier Maxwellgesetze bilden die Grundlage der gesamten Elektrodynamik der klassischen Physik. Eines dieser Gesetze beschreibt eine Eigenschaft der magnetischen Flusslinien. Erläutern Sie dieses Gesetz am Beispiel einer stromdurchflossenen langen Spule und am Beispiel eines Permanentmagneten!
- [c] Ein weiteres Maxwellgesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Flussänderung und einer daraus resultierenden Induktionsspannung. Skizzieren Sie eine experimentelle Anordnung, an der Sie diesen Zusammenhang darstellen können.

Bundesbahn

Aufgabe 6.2 – Bundesbahn

- [a] Eine Aufgabe im Praktikum besteht darin, die magnetische Flussdichte in der Umgebung der Zuleitung einer Stehlampe (Netz-Wechselspannung 220V, 100W) zu untersuchen. Welche Modellvorstellung führt Sie zu welcher Vorhersage über den Ausgang dieses Experiments, wenn die beiden Leitungen zur Stehlampe sehr eng beieinander liegen?

Die deutsche Bahn AG verwendet für ihre E-Loks eine Wechselspannung von 15 000 V bei einer Frequenz von $16 \frac{2}{3}$ Hz. Die Stromstärken liegen zwischen 500A und 2000 A. Die Stromstärke in den beiden Schienen zusammen gerechnet beträgt nur etwa 60% der Stromstärke in den Oberleitungen.

- [b] Woher kommt die Differenz zwischen der Stromstärke in den Schienen und der Stromstärke in der Oberleitung!
- [c] Welche magnetische Flussdichteverteilung in der näheren Umgebung der Gleisführung und der Oberleitung vermuten Sie? Begründen Sie Ihre Hypothese!

Aus dem Hamburger Abendblatt ... Wenn im Altonaer Bahnhof ein ICE anfährt, merkt das Herr Schlieff im selben Moment in seinem Büro an der Max-Brauer-Allee, das direkt neben der Fern- und S-Bahn-Linie (zwei Kilometer Luftlinie vom Bahnhof entfernt) liegt. Auf seinem Computermonitor flimmert es wie verrückt, das Bild verzerrt sich, die Farben verblassen. Er hat dieses Phänomen untersuchen lassen und eindeutig nachweisen können, dass die Bundesbahn diese Störungen verursacht.

- [c] Wie könnte man das hier dargestellte Phänomen mit naturwissenschaftlichen Methoden untersuchen? Formulieren Sie passende Modellvorstellungen und daraus resultierende Vorhersagen, die man in einem Experiment überprüfen kann.

Elektrosmog

Aufgabe 6.3 – Elektrosmog

Im „Volksmund“ und entsprechenden Zeitschriften wird der Begriff „Elektrosmog“ für alle möglichen Phänomene benutzt – so werden z.B. Erdstrahlen und andere „esoterische Phänomene“ als Elektrosmog bezeichnet.

Elektrosmog hat aber auch einen naturwissenschaftlichen Aspekt. Erläutern Sie welche physikalischen Ursachen, Phänomene, Anordnungen zu einem mit naturwissenschaftlichen Mitteln nachweisbaren Elektrosmog führen. Nennen Sie exemplarische Beispiele!

Bewertung 6.1 – Flussdichte

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das Pflicht-Thema Flussdichte (Einheit, Definition, Beispiele) hinreichend genug unterrichtet wurde. Im Unterricht wurden die Maxwell-Gesetze in einer schulüblichen Form behandelt und in offenen Problemstellungen im Praktikum angewendet.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
	Erwartete Leistung			
a	Die Flussdichte wird in der Einheit 1 Tesla gemessen	1		
	Darstellung einer Stromwaage oder einer ähnlichen Vorrichtung ... Flussdichtedefinition: Flussdichte in Abhängigkeit der Kraft auf einen mit einer definierten Stromstärke I stromdurchflossenen Leiter einer definierten Länge $1 \text{ Tesla} = 1 \text{ N} / (1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m})$	6		
b	Eines der Maxwellgesetze beschreibt das Phänomen, dass magnetische Flusslinien immer geschlossen sind. Skizze der Flusslinien bei einer langgestreckten Spule Skizze der Flusslinien bei einem Permanentmagneten	5		
c	Skizze und Beschriftung einer Anordnung, in der eine Flussdichteänderung dazu führt, dass an den Enden einer Leiterschleife eine Spannung induziert wird ... z.B. eine Anordnung, in der sich die Stromstärke in der Primärwicklung ändert und deshalb an den Enden einer Sekundär-Wicklung eine Induktionsspannung auftritt ... oder ein ähnliches anderes Experiment ...		8	
	Summe		20	

Bewertung 6.2 – Bundesbahn

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass das Pflicht-Thema Induktion im Unterricht hinreichend ausführlich unterrichtet wurde. Die Fragestellungen über die Verhältnisse und Phänomene bei der Bundesbahn waren allerdings nicht Gegenstand des Unterrichts.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
	Erwartete Leistung			
a	Die verwendete Modellvorstellung sind die Maxwellgesetze ... ein stromdurchflossener Draht ist von geschlossenen magnetischen Flusslinien umgeben ... die Stromrichtungen in den Zuleitungsdrähten sind einander entgegengerichtet und die geschlossenen Flusslinien heben sich gegenseitig nahezu auf, wenn die Leitungen eng beieinander liegen. Die Vorhersage lautet also, dass man vermutlich keine relevante magnetische Flussdichte in der Umgebung der Zuleitungsdrähte messen kann.	3		
b	Ein Teil des elektrischen Stromes (etwa 40%) fließt über das Erdreich und nicht in den Schienen. Es ergibt sich also zu 60% ein geschlossener Stromkreis zwischen der Trafostation und der E-Lok, der durch die Oberleitung und die Schienen gebildet wird – ein zweiter Stromkreis wird durch die Oberleitung und einen Stromweg im Erdreich gebildet, der sicher nicht immer parallel zum Gleis liegt.		4	
c	Skizze der Feldlinien idealisiert Text: Im Gegensatz zur Stehlampe, bei der die Leitungen, die den geschlossenen Stromkreis bilden, sehr eng beieinander liegen, heben sich die magnetischen Flusslinien von der Oberleitung und dem Gleis bzw. dem Stromweg im Erdreich nicht gegenseitig auf. Man kann also vermuten, dass in der Umgebung der Gleisführung eine erhebliche magnetische Flussdichte nachgewiesen werden kann. Dies zeigt auch der Zeitungsartikel im nächsten Aufgabenteil.		5	
d	Der magnetische Fluss in der Nähe der Gleisführung mit Oberleitung tritt immer nur dann auf, wenn eine große Stromstärke in der Oberleitung und in den Schienen bzw. im Erdreich fließt – also müsste das Flimmern immer genau dann auftreten, wenn eine E-Lok anfährt – das Experiment besteht darin, die Korrelation zwischen dem Flimmern und anfahrenden Zügen auf dem betroffenen Gleisstück zu untersuchen Da die Bundesbahn mit $16 \frac{2}{3}$ Hz fährt, müsste das Flimmern ebenfalls diese Frequenz zeigen - das Experiment besteht also in der Untersuchung der Frequenz des Flimmerns... usw.		8	
	Summe		20	

Bewertung 6.3 – Elektromog

Die Einstufung in die Anforderungsbereiche I, II und III geht davon aus, dass dieses Thema im Unterricht hinreichend ausführlich behandelt wurde.

Erwartungshorizont und Bewertungsmaßstab		Anforderungsbereiche entsprechend der EPA		
		I	II	III
Erwartete Leistung				
	Zum Elektromog gehört z.B. die magnetische Flussdichte in der Umgebung von Elektrogeräten ... stromdurchflossene Leitungen sind von geschlossenen magnetischen Flusslinien umgeben, die sich nicht in allen Fällen gegenseitig aufheben und in der Umgebung nachgewiesen werden können z.B. in der Umgebung der Gleisführung der Bundesbahn ... oder ... z.B. in der Umgebung von Elektrogeräten im Haushalt ...		6	
	Zum Elektromog gehören z.B. elektrische Felder in der Umgebung von Elektrogeräten ... z.B. von Computermonitoren, von Fernsehbildröhren ... hierbei sind meist hohe Spannungen bei Elektrodenstrahlröhren im Spiel.		6	
	Zum Elektromog zählt z.B. die Abstrahlung elektromagnetischer Wellen – so z.B. der sogenannte 50Hz Netzbrumm, den man z.B. mit einem Oszilloskop nachweisen kann, wenn man den Eingang mit einem Finger berührt ...		4	
	Zum Elektromog zählt z.B. die Abstrahlung elektromagnetischer Wellen höherer Frequenz – so z.B. die Abstrahlungen von elektromagnetischen Wellen bei einem Mikrowellenherd (kein Mikrowellenherd ist absolut „dicht“) oder bei einem Handy (hier ist die schädliche Wirkung aktuell gerade stark in der Diskussion)		4	
	Summe		20	

Skizze zu einer Aufgabenstellung VII

Elektrosmog bei Haushaltsgeräten

Aufgabe 7.1 – Elektrosmog

In einer Test-Zeitschrift wurde die magnetische Flussdichte in der Umgebung von Haushaltsgeräten untersucht und man hat folgende Messtabelle veröffentlicht:

Gerät	B/ μT - im Abstand		
	3 cm	30 cm	1 m
Leuchtstofflampe (40W)	400	3,5	0,25
Haartrockner	4 500	30	2,1

- [a] Können Sie sich den Unterschied zwischen der Leuchtstofflampe und dem Haartrockner erklären?
- [b] Welche Vermutung liegt nahe, wenn man die magnetischen Flussdichten in Abhängigkeit der Entfernung vom Gerät betrachtet?
- [c] Sind diese drei Messwerte aus der Zeitschrift eine hinreichende Grundlage, wenn man sie zur Aufstellung einer physikalischen Theorie (Modellvorstellung, Naturgesetz) verwendet? Wie würden Sie weiter vorgehen, um mehr (oder weniger) Vertrauen in den vermuteten funktionalen Zusammenhang zu bekommen? Diskutieren Sie in diesem Zusammenhang, unter welchen Voraussetzungen und inwieweit ein Gesetz in der Physik als gültig akzeptiert wird.

Paarbildung

Aufgabe 7.1 – Paarbildung

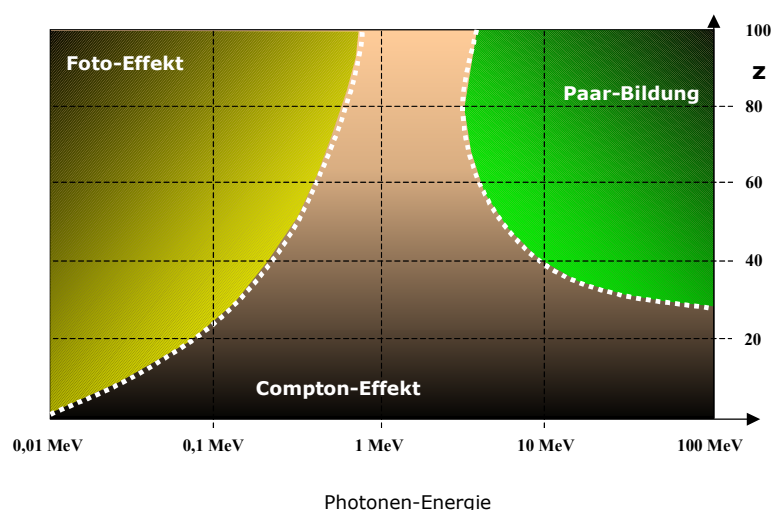
Wenn man energiereiche Photonen auf eine Bleiplatte schießt, kann man in einer angrenzenden Nebelkammer in einem geeignet angelegten Magnetfeld zwei entgegengesetzt gekrümmte Nebelkammerspuren feststellen (erstmalig 1932 beobachtet). Die eine Spur stammt von einem Elektron. Die andere Spur kommt von einem Teilchen, das zwar die gleiche Masse, aber eine entgegengesetzt gleich große Ladung trägt. Dieses Positron hat der englische Physiker Paul Dirac bereits vor dem experimentellen Nachweis theoretisch vorhergesagt.

- [a] Welche Frequenz müssen Photonen mindestens besitzen, damit diese Paarbildung eintreten kann?
- [b] Welche Funktion hat die Bleiplatte?
- [c] Kann dieser Prozess auch im Vakuum stattfinden?

Verwandte atomare Phänomene

Aufgabe 7.2

Das nebenstehende Diagramm³ deutet an, dass „Paarbildung“, „Foto-Effekt“ und „Compton-Effekt“ vieles gemeinsame haben. Erläutern Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser drei Effekte (Experimente)!



³ Impulse – Quantenphysik | Klett-Verlag ISBN- 3-12-772861-1

Skizze zu einer Aufgabenstellung VIII

... rund um die Beleuchtung

Aufgabe 8.1 – ... rund um die Beleuchtung

Drei unterschiedliche Beleuchtungssysteme stehen zur Diskussion: (I) Halogenlampen (Seilsystem) bei einer Betriebsspannung von 12 V, (II) Glühlampen, die mit der Netzwechselspannung von 230V betrieben werden und (III) Energiesparlampen, die ebenfalls mit der Netzspannung von 230V betrieben werden.

- [a] Erläutern Sie die Vor- und Nachteile des jeweiligen Systems!
- [b] Schätzen Sie den Faktor, um den die Stromstärke bei 12V-Halogenlampen größer sein muss als bei einem 230V-Lampen-System, wenn beide Systeme in etwa die gleiche elektrische Leistungsaufnahme haben sollen! Begründen Sie Ihre Abschätzung!
- [c] Bei einem Halogen-Seilsystem laufen die beiden Seile (elektrische Leiter) in einem Abstand von 50 cm parallel zueinander. Skizzieren Sie die elektrischen und magnetischen Feldlinien in einer Ebene senkrecht zu diesen Leitern zu einem Zeitpunkt, da die Spannung zwischen den beiden Leitern maximal und die Polung des linken Leiters gerade positiv ist.
- [d] In jedem Raumpunkt um das Halogenseilsystem kann man die elektrische Feldstärke, die magnetische Feldstärke und den Energiefluss zu einem bestimmten Zeitpunkt als Pfeile darstellen. Wie stehen diese drei Pfeile (Vektoren) in jedem Raumpunkt zueinander? Beschreiben Sie qualitativ, wie sich die Richtung und der Betrag dieser Vektoren während einer Phase der Wechselspannung ändert.

Experiment

Aufgabe 8.2 – ... Experiment

Im Physikunterricht wurde die Frage, von welchen physikalischen Größen die magnetische Flussdichte in der Umgebung eines stromdurchflossenen elektrischen Leiters abhängt, eventuell nicht beantwortet.

- [a] Formulieren Sie Hypothesen, Mutmaßungen, von welchen physikalischen Größen diese Flussdichte abhängt. Begründen Sie Ihre Hypothesen auf der Basis der im Unterricht behandelten Themen, Aspekte und Praktikumversuche!

Im Inneren einer langgestreckten stromdurchflossenen Luft-Spule kann man ein näherungsweise homogenes magnetisches Feld nachweisen. Die Flussdichte berechnet sich dort nach der Formel: $B = \mu_0 \cdot (n/l) \cdot I$

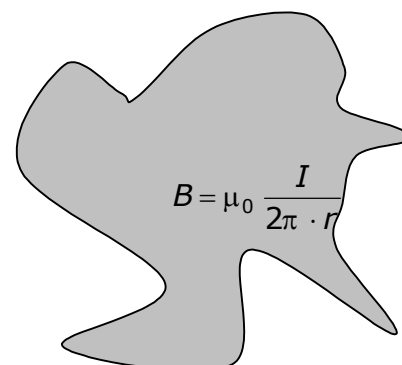
- [b] Formulieren Sie Hypothesen, Mutmaßungen, über den Wert der Flussdichte am Rand der Spule! Begründen Sie Ihre Hypothesen!

... rund um die Einheiten

Aufgabe 8.3 – ... rund um die Einheiten

Auf einem Papierfetzen (siehe Bild 1) kann man eine Formel erkennen. Eventuell fehlt der Exponent beim Radius r.

- [a] Mit welchen naturwissenschaftlichen Methoden könnte man herausfinden, ob ein Exponent (Hochzahl) am Radius r fehlt?
- [b] Im Unterricht haben Sie mehrere der sogenannten „Naturkonstanten“ kennen gelernt. Erläutern Sie, was man allgemein unter einer „Naturkonstanten“ versteht! Wählen Sie eine der Ihnen bekannten Naturkonstanten aus und skizzieren Sie ein Experiment, mit dem man diese Naturkonstante bestimmen kann!
- [c] Warum wurde im Gesetz über Einheiten im Messwesen unter §4 Abschnitt 3 eine sogenannte „Atomphysikalische Einheit der Energie“ definiert – warum begnügte man sich nicht mit der Einheit 1 Joule (1J) - welchen Vorteil bringt diese „Energie-Sonderregelung“ im atomaren Bereich? Wie lautet diese „Atomphysikalische Einheit“ und welchen Wert hat sie?



Skizze zu einer Aufgabenstellung IX

Unterrichtsvoraussetzungen:

Im Unterricht wurden die Pflichtthemen „Induktion, Selbstinduktion, magn. Energie, elektromagnetische Welle, Ausbreitung“ behandelt. Die Themen „Wirbelströme, Wirbelstrombremse“ waren Gegenstand des Praktikums.

Induktion

Aufgabe 9.1 – Selbstinduktion

Was versteht man unter dem Begriff „Selbstinduktion“. Skizzieren Sie eine experimentelle Anordnung, in der das Phänomen „Selbstinduktion“ eine tragende Rolle spielt. Erläutern Sie die Beobachtungen, die Sie bei dieser Anordnung machen können. Erläutern Sie den physikalischen Hintergrund.

Alternative:

Der Energieerhaltungssatz spielt in allen Bereichen der Physik eine tragende Rolle. Zeigen Sie, welche Bedeutung der Energieerhaltungssatz beim Thema „Induktion“ hat.

Wirbelströme

Aufgabe 9.2 –

Was versteht man unter Wirbelströmen? Skizzieren Sie eine Anordnung, mit der man Experimente zu dieser Thematik ausführen kann. Erläutern Sie!

Alternative:

Wie funktioniert eine Wirbelstrombremse? Skizzieren Sie eine experimentelle Anordnung, mit der man dieses Phänomen zeigen kann. Erläutern Sie!

elektromagnetische Wellen

Aufgabe 9.3 –

In einer Zeitschrift steht: „Elektromagnetische Wellen spielen in unserem täglichen Leben eine zentrale Rolle.“

Zeigen Sie an 4 Beispielen Ihrer Wahl, dass diese Behauptung zutrifft! Erläutern Sie den physikalischen Hintergrund.

Alternative:

Wie kann man sich die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen vorstellen? Erläutern Sie!

Skizze zu einer Aufgabenstellung X

Unterrichtsvoraussetzungen:

Im Unterricht wurden die Pflichtthemen aus der Lehrplaneinheit 1 (Induktionsgesetz, Selbstinduktion, Induktivität, Energie des magnetischen Feldes) und Lehrplaneinheit 3 (Quantenphysik, Grundlagen der Atomphysik) behandelt. Experimente mit einem Handspektrometer waren Gegenstand des Praktikums.

Induktionsgesetz

Aufgabe 10.1 – Induktion

Die zunächst getrennt erscheinenden elektrischen und magnetischen Felder erfahren in den Induktionsvorgängen eine Verknüpfung, die im Induktionsgesetz formuliert wird.

- [a] Beschreiben Sie eine experimentelle Anordnung Ihrer Wahl, an der Sie eine Formulierung des Induktionsgesetz verdeutlichen können.
- [b] Welche Möglichkeiten kennen Sie, um eine möglichst große elektrische Spannung zu erzeugen? Skizzieren Sie die Anordnung und stellen Sie den Zusammenhang zum Induktionsgesetz dar.

Spektren

Aufgabe 10.2 – Spektren

Mit einem Hand-Spektrometer haben Sie im Praktikum gearbeitet. Erläutern Sie, welche Beobachtung Sie erwarten, wenn Sie mit einem Hand-Spektrometer

- [a] den wolkenlosen Himmel (unter keinen Umständen in die Sonne sehen!)
 - [b] das Licht einer Leuchtstoffröhre
 - [b] das Licht einer Glühlampe
- untersuchen.

Atomphysik

Aufgabe 10.3 – zeitgemäße Modellvorstellung

- [a] Unter welchen experimentellen Bedingungen entstehen Linienspektren?
- [b] Erläutern Sie auf der Basis einer zeitgemäßen Modellvorstellung die Entstehung von Linienspektren.

Skizze zu einer Aufgabenstellung XI

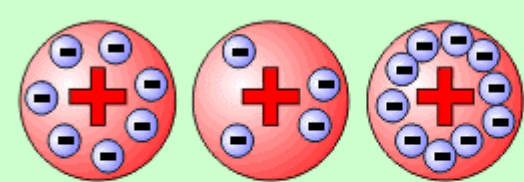
Unterrichtsvoraussetzungen:

Atom-Modell

Aufgabe 11.1 – Atom-Modell

Im Internet⁴ findet man folgende Folie über historische Vorstellungen zum Aufbau eines Atoms. Dieses Modell geht auf den Engländer Thomson (1856-1940) zurück und wurde um 1900 so formuliert:

"Rosinenkuchen-Modell"



Erstmalig wird dem Atom die Eigenschaft der Elektrizität zugeschrieben. Die Elektrizitätsleitung in Gasen konnte mit dem bisherigen Atommodell nicht erklärt werden.

elektrisch neutral
Elektronen-Mangel
Elektronen-Überschuß

Die Elektronen (negativ) sind im "Atomteig" wie Rosinen eines Kuchens eingebettet.

- [a] Erläutern Sie Aspekte dieses Modells, die auch in einem zeitgemäßen Atommodell immer noch so dargestellt werden.
- [b] Welche der hier angedeuteten Aspekte sind als falsch anzusehen. Erläutern Sie in diesem Zusammenhang, wann man in der Physik etwas als falsch bezeichnet. Und gehen Sie hierbei darauf ein, ob man in der Physik etwas im mathematischen Sinne beweisen kann – bzw. wie man in der Physik arbeitet.

Aufgabe 11.2 – Atom-Modell

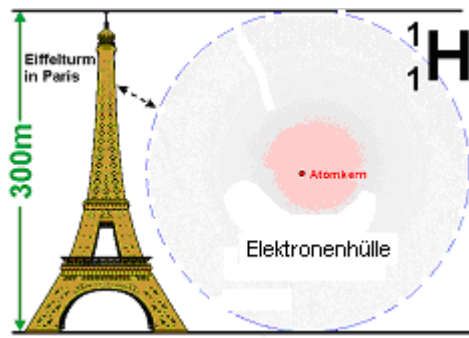


Bild 1




Bild 2

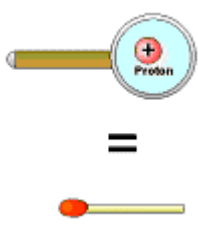


Bild 3

Im Internet ⁽⁴⁾ findet man eine Folie, die aus folgenden Teilbildern besteht. Interpretieren Sie die Teilbilder und stellen Sie diese drei Bilder in einen inhaltlichen Zusammenhang.

⁴ Internet: www.zum.de/dwu

Hinweis zum Anforderungsbereich und zur Arbeitszeit

Anforderungsbereich I

- ☐ die Wiedergabe von Sachverhalten (z. B. Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Aussagen) aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang,
- ☐ die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Anforderungsbereich II

- ☐ selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang,
- ☐ selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Anforderungsbereich III

- ☐ planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Gestaltungen bzw. Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Denkmethode(n) bzw. Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt und einer neuen Problemstellung angepasst.

Anforderungsbereiche

Die notwendige Arbeitszeit für die Aufgabenstellungen richtet sich nach unterschiedlichen Faktoren. Sowohl bei der Einstufung der Aufgabenteile in die Anforderungsbereiche als auch beim zeitlichen Umfang der Klausur spielen der Zeitpunkt, an dem diese Aufgabenstellungen bearbeitet werden, als auch die Vorübungen eine ganz entscheidende Rolle.

Die angesprochenen Anforderungsbereiche I, II und III ergeben sich aus der „EPA“ („Beschlüsse der Kultusministerkonferenz – Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abitursprüfung Physik“) – siehe folgende Auszüge:

Der **Anforderungsbereich I** umfasst

- die Wiedergabe von Sachverhalten (z. B. Daten, Fakten, Regeln, Formeln, Aussagen) aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang,
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Dazu kann u. a. gehören:

1. gedächtnismäßiges Wiedergeben von Daten und Fakten sowie von Begriffen, Größen und Einheiten und deren Definitionen
2. gedächtnismäßiges Wiedergeben von Gesetzen und Formeln sowie deren Erläuterung
3. Wiedergeben von im Unterricht eingehend erörterten Fragestellungen und Zusammenhängen
4. Anfertigen von Skizzen zur Darstellung von Sachverhalten auf eine im Unterricht behandelte Weise
5. Beschreiben eines im Unterricht behandelten Experiments
6. Beschreiben von Aufbau und Durchführung eines vorgeführten Experiments
7. Anfertigen von Schaltbildern bei vorgegebenem Versuchsaufbau
8. Aufbauen eines unbekanntes Experiments nach vorgelegtem Plan oder eines bekannten Experiments aus der Erinnerung
9. Durchführen von Messungen nach geübtem Verfahren mit bekannten Geräten
10. Anfertigen von Graphen und Messreihen, Tabellen oder Gleichungen
11. Umformen von Gleichungen und Berechnen von Größen aus Formeln
12. Berechnen eines mittleren Fehlers auf die im Unterricht behandelte Weise

Der **Anforderungsbereich II** umfasst

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang,
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Dazu kann u. a. gehören:

1. sachgerechtes Wiedergeben von komplexen Zusammenhängen
2. Auswählen und Verknüpfen von bekannten Daten, Fakten und Gleichungen bei vertrauter Aufgabenstruktur
3. begründete Herleitung eines Gesetzes, wenn diese im Unterricht behandelt wurde
4. Anwenden von Gesetzen auf gegenüber dem Unterricht analoge Fragestellungen
5. Gewinnen von Gesetzmäßigkeiten aus Messdaten
6. Erörtern von Fehlerquellen und Abschätzen des Fehlers bei Experimenten
7. Planen einfacher experimenteller Anordnungen zur Untersuchung von vorgegebenen Fragestellungen
8. Auffinden der relevanten physikalischen Variablen eines Vorgangs
9. Übertragen von Betrachtungsweisen und Gesetzen auf neue Sachverhalte
10. Erörtern des Gültigkeitsbereichs von Modellen und Gesetzen
11. Einordnen von physikalischen Phänomenen aus Natur und Technik

Der **Anforderungsbereich III** umfasst planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Gestaltungen bzw. Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Denkmethoden bzw. Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt und einer neuen Problemstellung angepasst.

Dazu kann u. a. gehören:

1. Auswählen und Verknüpfen von bekannten Daten, Fakten und Gleichungen bei neuartiger Aufgabenstruktur
2. Entwickeln eigener Fragestellungen
3. für vorgegebene Fragestellungen eigene Experimente planen, gegebenenfalls durchführen und die Ergebnisse werten
4. Entwickeln alternativer Lösungswege, wenn dieses in der Aufgabenstellung gefordert wird
5. Finden von Anwendungsmöglichkeiten physikalischer Gesetze und Erscheinungen
6. Entwickeln von Vorschlägen für die Erhöhung der Messgenauigkeit bei Experimenten
7. Erklären physikalischer Phänomene komplexer Art aus Natur und Technik
8. aus Fragekomplexen anderer Fachgebiete die Aspekte herausfinden, zu denen die Physik Aussagen machen kann, diese Aussagen ausarbeiten und werten