Schriftliche Abiturprüfung 1992
Fach: Physik
Prüfungsart: 1./2. Prüfungsfach
Dauer: 5 Stunden
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

Die Aufgaben umfassen 4 Seiten.

Aufgabe 1

1. Was versteht man unter einem elektrischen Feld?
Definieren Sie die elektrische Feldstärke $\vec{E}$ in einem Feldpunkt P.

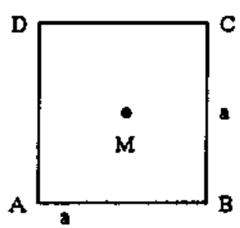
2. Nennen Sie das Coulombsche Gesetz. Wie groß ist der Betrag der elektrischen Feldstärke im Abstand r von einer felderzeugenden Punktladung Q?

3.1. Welche Energie hat ein Kondensator (C = 2μF), der auf 800 V aufgeladen ist?

3.2. Welche Feldstärke muß ein Plattenkondensator haben, damit er auf die zwischen den Platten befindliche Ladung $3 \cdot 10^{-7}$ C die Kraft $1{,}95 \cdot 10^{-4}$ N ausübt?

3.3. Ein Kondensator mit dem Plattenabstand 8 mm und der Kapazität 0,02 μF werde mit $6 \cdot 10^{-5}$ C geladen.
Welche Kraft erfährt in seinem homogenen Feld ein Elektron der Ladung $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C?

4. Vier gleichgroße positive Ladungen Q befinden sich in den Eckpunkten A, B, C, D eines Quadrates der Seitenlänge a.



4.1.1 Stellen Sie im Punkt B den Vektor $\vec{E}_r$ der resultierenden Feldstärke, die von den beiden benachbarten Ladungen erzeugt wird, in einem Vektorparallelogramm dar.
Wie erhält man den Vektor $\vec{E}_R$ der resultierenden Gesamtfeldstärke in B, wenn die dritte Ladung im Punkt D berücksichtigt wird? Zeichnen Sie $\vec{E}_R$ ein.

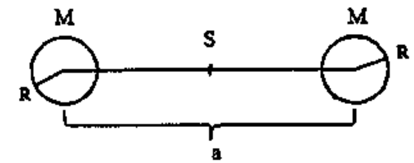
4.1.2. Berechnen Sie im Punkt B den Betrag der resultierenden elektrischen Feldstärke $\vec{E}_R$.

4.2. Wie groß ist in jedem Eckpunkt der Betrag der resultierenden Kraft auf die dort befindliche Ladung Q?

4.3. Bestimmen Sie die Ladung Q_o, die in den Mittelpunkt M des Quadrates gebracht werden muß, damit die Resultierende der Kräfte, die auf jede Ladung wirken, Null ist.

Schriftliche Abiturprüfung 1992
Fach: Physik
Prüfungsart: 1./2. Prüfungsfach
Dauer: 5 Stunden

5. Ein Doppelsternsystem bestehe aus zwei gleichartigen kugelförmigen Sternen jeweils der Masse M mit Radius R, die mit dem Mittelpunktsabstand a auf einer Kreisbahn gleicher Umlaufdauer T um ihren gemeinsamen Schwerpunkt S kreisen.



Als Modell für dieses System wählen wir als den einen Stern unsere Erde, für den anderen ersetzen wir unseren Mond durch einen Stern in Erdgröße, kurz „Begleiter" genannt.

Daten: $R = 6370$ km; $a = 60 \cdot R$; $M = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg; $f = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2 /kg^2

5.1. Berechnen Sie die Umlaufdauer T in Tagen.

5.2. Um wieviel Prozent beeinflußt der Begleiter aufgrund seiner Gravitationskraft die Erdbeschleunigung g an der ihm nächstgelegenen Stelle der Erdoberfläche?

5.3. Begründen Sie: Hätte dieses angenommene System Erde-Begleiter eine andere Umlaufzeit um die Sonne als das reale System Erde-Mond?
(Der Schwerpunktsabstand zur Sonne sei für beide Systeme gleich.)

Aufgabe 2

1.1. Geben Sie die Definition für die magnetische Induktion $\vec{B}$ an.

1.2. Beschreiben Sie kurz einen Versuch, der diese Definition begründet.

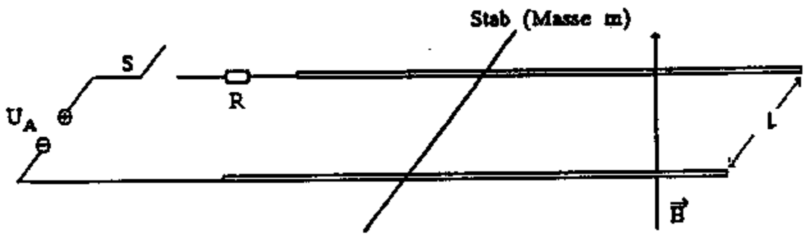
1.3. Wie ist für ein homogenes Magnetfeld der magnetische Fluß Φ durch die konstante Fläche $\vec{A}$ definiert? Welche Einheit hat er?

1.4.1. Was versteht man unter der elektromagnetischen Induktion?

1.4.2. Beschreiben Sie ein einfaches Experiment, welches obiges Phänomen zeigt.

1.4.3. Formulieren Sie das Induktionsgesetz (in Worten und Formel) für eine Spule mit n Windungen.

2. Gegeben ist die folgende Versuchsanordnung mit den Daten:
$U_A = 10$ V; $R = 100\ \Omega$; $l = 0{,}2$ m; $m = 40$ g; $B = 10$ T



Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S geschlossen.

2.1. Bestimmen Sie Richtung und Betrag der Kraft, welche zu diesem Zeitpunkt auf den Stab wirkt.

2.2. Zum Zeitpunkt t bewegt sich der Stab reibungsfrei mit v(t).
Zeigen Sie: Im Kreis fließt der Strom $I(t) = R^{-1} \cdot (U_A - l \cdot B \cdot v(t))$.

2.3. Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit, die der Stab erreichen könnte.

2.4.1. Leiten Sie aus der Kräftegleichung folgende Differentialgleichung für v(t) her:

$$k^{-1} \cdot \dot{v}(t) + v(t) = \frac{U_A}{l \cdot B} \quad \text{mit } k = \frac{l^2 \cdot B^2}{m \cdot R}$$

2.4.2. Zeigen Sie: k hat die Einheit s^{-1} .

2.5.1. Zeigen Sie: $v(t) = v_{max} \cdot (1 - e^{-kt})$ ist eine Lösung der Differentialgleichung.

2.5.2. Bestimmen Sie t so, daß $v(t) = 0{,}5 \cdot v_{max}$ ist.

2.5.3. Nach welcher Zeit würde sich v_{max} einstellen?

Aufgabe 3

1.1. Was versteht man unter dem Photoeffekt?

1.2. Geben Sie die lichtelektrische Gleichung an und interpretieren Sie die Gleichung anhand einer Skizze für $W_{kin} = f(\nu)$.

1.3. Eine Photokathode mit der Austrittsarbeit $W_A = 2$ eV wird mit Licht der Wellenlänge $\lambda = 400$ nm bestrahlt. Bei welcher negativen Gegenspannung U geht die Stärke des Photostromes auf Null zurück?

1.4. Erläutern Sie den Begriff Grenzfrequenz anhand der Skizze zu 1.2. und bestimmen Sie zu 1.3. die Grenzfrequenz ν_g .

1.5. Läßt sich mit gelbem Licht der Wellenlänge $\lambda = 589$ nm in obiger Photokathode ein Elektron auslösen?

2. Ein Röntgenphoton der Wellenlänge $\lambda = 6 \cdot 10^{-12}$ m führt mit einem Elektron einen Comptonstoß mit $\Delta\lambda = \frac{h}{m_o \cdot c} \cdot (1 - \cos \vartheta)$ durch, wobei das Elektron die Energie $W = 1{,}6 \cdot 10^{-15}$ J aufnimmt.

2.1. Wie groß ist die Wellenlänge λ_1 des gestreuten Photons?

2.2. Unter welchem Winkel ϑ wird das Photon gestreut?

2.3. Für welchen Winkel ist die Wellenlängenänderung maximal? Wie groß ist in diesem Fall die Wellenlänge des gestreuten Photons und die Geschwindigkeit des Elektrons nach dem Compton-Stoß? (relativistische Rechnung!)

3. In einem Schwingkreis führe eine einmalige Kondensatorentladung bei vernachlässigbarem ohmschem Widerstand zu ungedämpften Schwingungen.

3.1. Leiten Sie aus dem Energieerhaltungssatz die Differentialgleichung

$$\ddot{U}(t) + \frac{1}{L \cdot C} \cdot U(t) = 0$$

einer solchen ungedämpften elektrischen Schwingung her.

3.2. Ermitteln Sie mit Hilfe des Lösungsansatzes $U(t) = U_o \cdot \sin(\omega t)$ die Thomsonsche Gleichung $T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$.

Daten zur Aufgabe 3:
$h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ Js ; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_o = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $c = 3 \cdot 10^8$ ms^{-1}