Klausur zur Experimentalphysik 2

Prof. Dr. T. Hugel
Sommersemester 2013
25. Juli 2013

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 beidseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

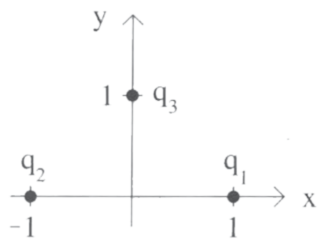
Aufgabe 1 (5 Punkte)

(a) Wie kann man experimentell zwischen einem diamagnetischen, einem paramagnetischen und einem ferromagnetischen Material unterscheiden?

(b) Ein leitendes, schwingendes Pendel taucht in ein homogenes Magnetfeld ein. Erläutern Sie die Dämpfung mithilfe der Lenzschen Regel.

(c) Sie haben einen Stoff mit zwei Sorten von beweglichen Ladungsträgern. Sie schließen einen Spannungsquelle an. Von welchen Parametern hängt ab welchen Stromanteil am Gesamtstrom jede der beiden Ladungsträgersorten beiträgt?

Aufgabe 2 (3 Punkte)



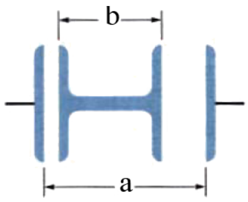
Gegeben seien drei Ladungen $q_1 = q$, $q_2 = -q$ und $q_3 = q$, die sich an den Punkten $\vec{r}_1 = (1,0), \vec{r}_2 = (-1,0)$ und $\vec{r}_3 = (0,1)$ befinden und unbeweglich sind.

(a) Bestimmen Sie das Potenzial $V(\vec{r})$, das durch diese drei Ladungen erzeugt wird.

(b) Berechnen Sie die Kraft, die auf die Ladung q_1 ausgeübt wird.

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Die Abbildung zeigt zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren. Das mittlere Bauteil der Länge b ist in horizontaler Richtung beweglich.



(a) Berechnen Sie die Gesamtkapazität C der Anordnung

(b) Wie hängt C von der horizontalen Position des mittleren Bauteils ab?

(c) Wie ändert sich die Gesamtkapazität, wenn die Anordnung in öl getaucht wird, das eine Dielektrizitätskonstante κ hat?

Aufgabe 4 (4 Punkte)

Ein dünner, nicht leitender Stab der Länge $l = 28\text{mm}$ trage eine gleichmäßig über seine Länge verteilte Ladung Q. Er rotiere mit einer Kreisfrequenz $\omega = 1920\text{s}^{-1}$ um eine senkrecht zu seiner Längsachse durch eins seiner Enden gehende Achse und erzeuge dadurch ein magnetisches Dipolmoment $\vec{m} = 2,17 \cdot 10^{-10}\text{Am}^2$.

(a) Wie ist das magnetische Dipolmoment definiert?

(b) Wie groß ist die Ladung Q?

(c) Wie groß ist der Betrag des auf den magnetischen Dipol wirkenden Drehmoments in einem Magnetfeld mit der Flussdichte $\vec{B} = 0,322\text{T}$, das unter einem Winkel von $68°$ zum Vektor des Dipolmoments steht?

Aufgabe 5 (3 Punkte)

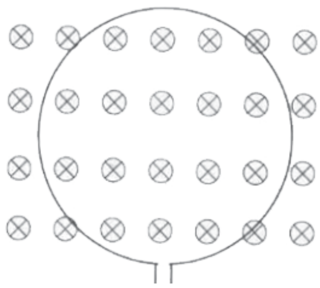
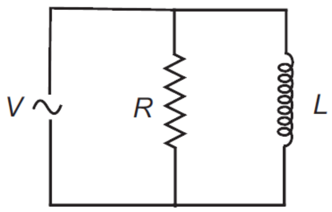


Abbildung 1: Zu Aufgabe 8

Eine kreisförmige Leiterschleife befinde sich in einem homogenen Magnetfeld, das senkrecht zur Kreisfläche steht.

Diese Leiterschleife wird nun zusammengezogen, und zwar so, dass der Radius der Schleife lineare mit der Zeit abnimmt. Wie groß ist die in der Schleife induzierte Spannung $V(t)$? In welche Richtung fließt der Strom, im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn?

Aufgabe 6 (5 Punkte)



Eine Parallelschaltung eines Widerstandes R und einer Spule L wird mit einer Wechselspannung $V(t) = V_0 e^{i\omega t}$ betrieben.

(a) Skizzieren Sie in der komplexen Ebene die komplexen Ströme I_R (Strom durch den Widerstand) und I_L (Strom durch die Spule) zum Zeitpunkt $t = 0$.

(b) Berechnen Sie den Phasenunterschied zwischen der Spannung an der Wechselspannungsquelle und der Spannung an der Spule.

(c) Berechnen Sie den Phasenunterschied $\tan\phi$ zwischen dem Strom an der Spannungsquelle und dem Strom durch die Spule I_L.

Aufgabe 7 (6 Punkte)

Eine ebene elektromagnetische Welle mit der Frequenz ω bewege sich in z-Richtung mit der Geschwindigkeit v. Sie ist so zirkular polarisiert, dass das E-Feld zur Zeit $t = 0$ in x-Richtung steht und zur Zeit $t = \pi/(2\omega)$ in y-Richtung.

(a) Geben Sie den Wellenvektor $\vec{k}$ an.

(b) Geben Sie die Gleichung für $\vec{E}(x, y, z, t)$ dieser ebenen Welle an.

(c) Wie lautet das B-Feld, $\vec{B}(x, y, z, t)$ dieser ebenen Welle?

(d) Berechnen Sie den Poynting-Vektor $\vec{S}(x, y, z, t)$ dieser ebenen Welle.

(e) Was müsste man machen um aus dieser Welle linear polarisiertes Licht zu machen?

Aufgabe 8 (9 Punkte)

Ein Raumschiff bewegt sich mit einer relativistischen Geschwindigkeit v relativ zu einem Intertialsystem Σ, in dem ein naher Stern in Ruhe ist. Der nahe Stern definiert das Inertialsystem Σ. Direkt auf dem Kurs des Raumschiffs befindet sich ein Asteroid, in Ruhe bezüglich des Sterns, wenn der Raumschiffpilot den Kurs nicht ändert. Der Asteroid befindet sich im Abstand d zum Raumschiff (im Ruhesystems des Sterns) zum Zeitpunkt $t = 0$ (im Ruhesystems des Sterns), dem Zeitpunkt, in dem der Pilot den Asteroiden realisiert. Seine eigene Reaktionszeit ist τ.

(a) Der Pilot sieht den Asteroiden in seinem Schweinwerferlicht während er sich mit v darauf zubewegt. Wie schnell bewegt sich das Licht vom Raumschiff aus betrachtet? Wie schnell sieht der Asteroid das Licht?

(b) Zu welcher Zeit t (im Ruhesystems des Sterns) wird das Raumschiff den Asteroiden treffen, wenn der Pilot den Kurs des Schiffs nicht ändert?

(c) Zeichnen Sie ein Raumzeitdiagramm für dieses Szenario. Benutzen Sie dabei ein Koordinatensystem für das Inertialsystem Σ in welchem der Stern in Ruhe ist und Koordinatensystem für Σ', in welchem das Raumschiff in Ruhe ist. (Beide Inertialsysteme haben denselben Ursprung, Zeichnen Sie ein GROßES Diagramm). Markieren Sie das Ereignis A (Pilot realisiert die Gefahr) und das Ereignis B (Raumschiff trifft den Asteroid). Markieren Sie auf beiden Zeit- und Raumachsen die beiden Ereignisse.

(d) Der Pilot könnte sein Raumschiff retten, wenn die Zeit bis zum Einschlag (gemessen in seinem Ruhesystem) größer ist als seine Reaktionszeit τ. Bestimmen Sie den Abstand der Koordinaten. Was ist die Zeit bis zum Einschlag, gemessen in seinem Ruhesystem?

(e) Erklären Sie ihre Ergebnisse aus dem vierten Teil mit dem Effekt der Zeitdilatation.

(f) Erklären Sie ihre Ergebnisse aus dem vierten Aufgabenteil mit dem Effekt der Längenkontraktion.