Klausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. F. Pfeiffer

Sommersemester 2014

17. Juli 2014

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig 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 (4 Punkte)

Die Punktladung $q_1 = q$ sei bei $x = 0$ und die Ladung $q_2 = -4q$ bei $x = d > 0$ auf der x-Achse fixiert.

(a) Geben Sie das Potential für die Gesamtladung als Funktion von x an, dabei soll das Potential so normiert sein, dass es im Unendlichen verschwindet (d.h. Null wird).

(b) Skizzieren Sie qualitativ für jede Ladung die x-Komponente des E-Feldes, $E_x(x)$, als Funktion von x. (Beachten sie dabei das Vorzeichen, das positiv gewählt wird, wenn $\vec{E}$ entlang der positiven x-Achse zeigt. Dabei ist es günstig, die drei Bereiche ($x < 0, 0 < x < d$ und $d < x$) getrennt zu behandeln.)

(c) berechnen Sie $E_x(x)$,

(d) an welchem Ort auf der x-Achse ist die gesamte Kraft auf eine Probeladung gleich Null?

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Gegeben sei ein Plattenkondensator mit einem Plattenabstand von $0,5$ cm und einer Fläche von 100cm^2.

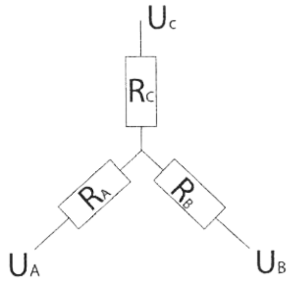
(a) Berechnen Sie die Kapazität des Kondensators (im Vakuum).

(b) Welche Kapazität besitzt der Kondensator, wenn ein Dielektrikum mit $\epsilon_r = 2,5$ in den Kondensator eingeführt wird?

(c) Im Vakuum wurde der Kondensator auf 100 V aufgeladen. Welche Spannung liegt an, wenn nun ein Dielektrikum mit $\epsilon_r = 2,5$ eingeführt wird?

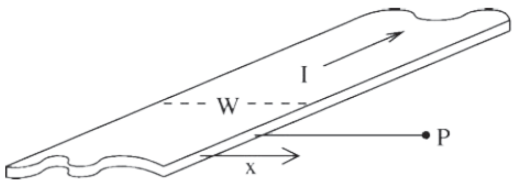
Aufgabe 3 (4 Punkte)

Gegeben sei die folgende Schaltung. Es liegen die Potentiale $U_A = 10\text{V}, U_B = 20\text{V}, U_C = 30\text{V}$ an den Eckpunkten A, B, C an. Die Widerstände seien $R_A = 1\text{k}\Omega, R_B = 1,5\text{k}\Omega, R_C = 3\text{k}\Omega$. Bestimmen Sie die Stromflüsse I_A, I_B, I_C durch die drei Widerstände.



Aufgabe 4 (4 Punkte)

Ein dünnes, flaches, unendlich langes Band der Weite W transportiert einen gleichmäßigen Strom I. Bestimmen Sie das magnetische Feld an einem Punkt P, der sich in der Ebene des Bandes befindet und einen Abstand x von dessen Rand hat. Überlegen Sie sich das Feld eines Streifens. Wie sieht das Ergebnis für den Limes $W \to 0$ aus? (Hinweis: $\ln(1 + \delta) \approx \delta$ für kleine δ).



Aufgabe 5 (7 Punkte)

Zwei Elektronenstrahlen laufen im feldfreien Raum im Vakuum parallel zueinander im Abstand $d = 2$ cm. Die Beschleunigungsspannung beträgt $U_B = 3$ kV, der Elektronenstrom ist $I = 10$ mA pro Strahl.

(a) Berechnen Sie die Lorentzkraft, die einer der Strahlen auf ein Stück der Länge Δl des anderen Strahls ausübt. Welche Richtung hat sie?

(b) Wie groß ist die elektrostatische Kraft, die einer der Strahlen auf ein Stück der Länge Δl des anderen Strahls ausübt?

(c) Wie groß muss die Elektronengeschwindigkeit sein, damit beide Kräfte vom Betrag gleich sind? Was folgt daraus?

(d) Die gleichen Ströme bewegen sich nun in zwei parallelen Metalldrähten mit Abstand d. Welche Kräfte wirken nun?

Aufgabe 6 (4 Punkte)

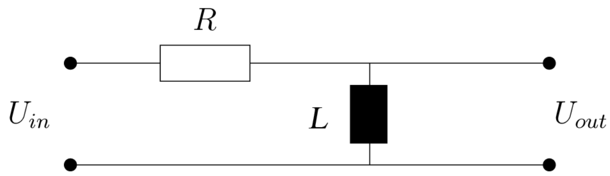
Ein Zug fahre mit $v = 300$ km/h. Sie möchten mit Hilfe des Zuges das Erdmagnetfeld messen: Die Spannung zwischen den beiden Schienen wird bestimmt, während der Zug auf Sie zufährt. (Die Schienen sind ansonsten voneinander und der Erde isoliert.)

(a) Wie groß ist die vertikale Komponente des Erdmagnetfeldes, wenn bei der Annäherung des Zuges eine Spannung zwischen den beiden Schienen von $5,3$ mV gemessen wird? (Schienenabstand: 1435 mm.)

(b) Wie ändert sich die Spannung, nachdem der Zug die Messstelle passiert hat?

(c) Ein Kommilitone will den Betrag des Magnetfeldes noch genauer bestimmen. Dazu benutzt er ein Flugzeug dessen beide Flügelspitzen mit einem Draht über einen 100Ω Widerstand verbunden sind. Welchen Strom misst er durch den Draht bei normaler Reisegeschwindigkeit? Die Spannweite beträgt 60,3 m und die Reisegeschwindigkeit liegt bei 870 km/h.

Aufgabe 7 (7 Punkte)



Betrachten Sie die in der Abbildung dargestellte Schaltung mit Widerstand und Spule. Stellen Sie die Differentialgleichung für die Ausgangsspannung U_{out} auf, wenn die Eingangsspannung $U_{\text{in}}(t)$ eine bekannte Funktion der Zeit ist. Lösen Sie die Differentialgleichung für den Fall $U_{\text{in}}(t) = U_0 \sin \omega t$, indem Sie für die spezielle Lösung den Ansatz $Asin(\omega t + \varphi)$ machen und die allgemeine homogene Lösung addieren. Geben Sie die Amplitude der Ausgangsspannung als Funktion von ω und U_0 an, nachdem sich das System eingeschwungen hat. Beschreiben Sie das Frequenzverhalten der Schaltung? (Hinweis: $\sin(x+y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$, $\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$)

Aufgabe 8 (5 Punkte)

Wir betrachten ein Raumschiff, dass sich mit hoher Geschwindigkeit von der Erde entfernt. Es sendet zwei Lichtsignale aus, zwischen denen die Zeit $\Delta t'$ (im Raumschiff gemessen) liegt.

Zeigen Sie, dass die Zeit ΔT (auf der Erde gemessen) zwischen der Ankunft der beiden Signale auf der Erde gleich $\sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}\Delta t'$ ist. (*Hinweis:*Schreiben Sie sich die 4 Raumzeitkoordinaten im ungestrichenen System auf.)

$e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$	$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}\text{kg}$
$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{As/Vm}$	$\mu = 12.57 \cdot 10^{-7}\text{N/A}^2$