
Nachklausur in Experimentalphysik 2

Prof. Dr. C. Pfeiderer

Sommersemester 2017

04.10.2017

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

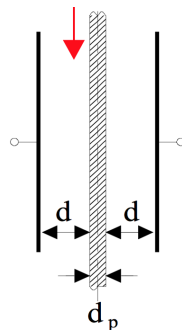
Aufgabe 1 (7 Punkte)

Sie betrachten zwei (masselose) Punktladungen mit Ladung $q > 0$, die sich an den Orten $x_1 = +a$ und $x_2 = -a$ befinden. Wird ein Teilchen der Masse m und Ladung $Q > 0$ auf die Höhe y über die beiden Punktladungen gebracht „schwebt“ das Teilchen und bewegt sich nicht. Bestimmen sie den Parameter a .

Hinweis: Die Anordnung befindet sich im Gravitationsfeld der Erde.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Die Produktion einer Papiermaschine wird durch kapazitive Papierdickenmessung kontinuierlich und berührungsfrei überwacht, indem die hergestellte Papierbahn der relativen Permeabilitätszahl $\epsilon_r = 2,4$ in der Mitte zwischen zwei Parallelen Metallplatten der Fläche $A = 0,1 \text{ m}^2$ und Abstand $d_1 = 4,0 \text{ mm}$ hindurchläuft und dabei die Kapazität gemessen wird.



- Wie groß ist die Kapazität C_0 der beiden Platten, wenn kein Papier durchläuft?
- Welche Dicke hat das Papier, wenn die Kapazität $C = 239 \text{ pF}$ gemessen wird?
- Wie wird die Kapazitätsmessung beeinflusst, wenn die Papierbahn nicht genau in der Mitte zwischen den Metallplatten, sondern um $x = 1,0 \text{ mm}$ nach rechts parallelverschoben hindurchläuft?

Aufgabe 3 (9 Punkte)

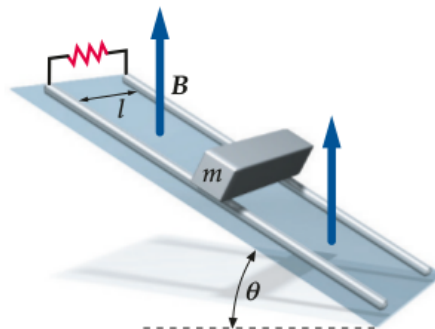
Ein Plattenkondensator habe parallele und kreisförmige Platten mit dem Radius $R=2,3\text{cm}$. Der Plattenabstand betrage $1,1\text{mm}$, das Dielektrikum sei Luft. Nun fließe Ladung auf die eine Platte. Von der andere fließe Ladung ab. Der Strom betrage 5A .

- (a) Berechnen Sie die zeitliche Änderung des elektrischen Feldes zwischen den Platten.
- (b) Berechnen Sie den Verschiebungsstrom zwischen den Platten und zeigen Sie, dass er 5A beträgt.
- (c) Zeigen Sie, dass im Abstand r von der Mittelachse durch beide Platten das Magnetfeld zwischen den Platten gegeben ist durch $B = (1,89 \cdot 10^{-3} \text{T/m}) \cdot r$ wenn r kleiner ist als der Plattenradius R ($r < R$).

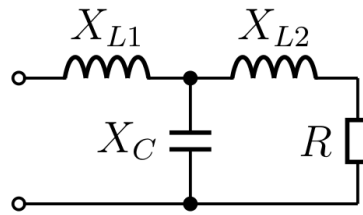
Aufgabe 4 (7 Punkte)

Ein Metallstab der Masse m liege quer über zwei ebenfalls parallelen Metallstangen mit dem Abstand l . Die Stangen sind um den Winkel θ gegen die Horizontale gekippt. Das Magnetfeld B zeigt vertikal nach oben. Die beiden Metallstangen sind am oberen Ende mit einem ohmschen Widerstand R verbunden. Der Metallstab gleite reibungslos nach unten.

- (a) Zeigen sie, dass eine Kraft des Betrages $F = (B^2 l^2 v \cos^2 \theta)/R$ auf den gleitenden Stab wirkt, die entgegen der Bewegungsrichtung wirkt (*Kraft abhängig von θ*).
- (b) Zeigen sie, dass für die Endgeschwindigkeit des Stabes (betragsmäßig) gilt: $v = (Rmg \sin \theta)/(B^2 l^2 \cos^2 \theta)$



Aufgabe 5 (9 Punkte)

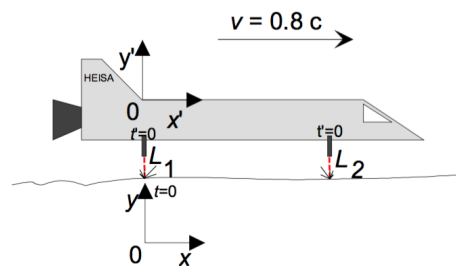


- Stellen Sie bei der gegebenen Schaltung die Gleichung für die Gesamtimpedanz auf (Zwischenschritte werden bewertet). (**Nicht explizit ausrechnen**) Die Gesamtimpedanz soll $Z = 10\Omega$ betragen.
- Berechnen Sie nun X_{L1} für $X_C = \frac{40}{3}\Omega$, $X_{L2} = 8\Omega$ und $R = 16\Omega$ so, dass die Gesamtimpedanz Reell wird und 10Ω beträgt.

Aufgabe 6 (12 Punkte)

Ein Raumschiff fliegt im Tiefflug (die Höhe sei vernachlässigbar) Mit $v = 0,8c$ über einen Planeten. An der Unterseite des Raumschiffs sind bei $x'_1 = 0$ und $x'_2 = D' = 30\text{m}$ zwei Laser L_1 und L_2 angebracht. Zum Zeitpunkt $t' = t = 0$ befindet sich der Ursprung des bewegtegen Systems $x'-y'-z'$ genau über dem des ruhenden $x-y-z$. In diesem Moment werden in dem Raumschiff gleichzeitig die beiden Laser gefeuert. Die Laserstrahlen erzeugen jeweils eine Markierung auf dem Boden.

- Welchen Abstand haben die beiden Laser L_1 und L_2 für einen Beobachter auf dem Boden?
- Bestimmen sie die beiden Koordinaten x_1 und x_2 , bei denen die Laserstrahlen auf den Boden treffen! Wie weit sind die Markierungen auseinander? Vergleichen sie diesen Wert mit dem Ergebnis aus Teilaufgabe a).
- Zu welchem Zeitpunkt t_2 feuert für den ruhenden Beobachter der Laser L_2 ? Falls $t_2 \neq t_1$: Wie weit hat sich das Raumschiff in der vergangenen Zeit nach vorne bewegt? Welcher Zusammenhang besteht zwischen diesem Ergebnis und den Ergebnissen aus den anderen Teilaufgaben?



Aufgabe 7 (10 Punkte)

Eine sich in x -Richtung ausbreitende elektromagnetische Welle kann man durch ein elektrisches und ein magnetisches Feld der Form $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cos\left(2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$ $\vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}_0 \cos\left(2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right)$ darstellen. λ ist dabei die Wellenlänge, die mit der Frequenz über $\lambda = c/f$ zusammenhängt. \vec{E} besitze ohne Beschränkung der Allgemeinheit nur eine Komponente in z -Richtung. Verwenden Sie im Weiteren die differentielle Darstellung des Faraday'schen Induktionsgesetzes $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial}{\partial t} \vec{B}$.

- Zeigen Sie durch Rechnung, dass \vec{B} senkrecht auf \vec{E} und ebenso senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung steht.
- Zeigen Sie, dass $|\vec{E}| = c |\vec{B}|$ gilt.
- Zeigen Sie, dass die elektrische gleich der magnetischen Energiedichte ist. Verwenden Sie hierzu $\epsilon_0 \mu_0 = 1/c^2$.

Konstanten

$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{CV}^{-1}\text{m}^{-1}$	$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{mkg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
$e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{C}$	$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$
$m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$	