Ferienkurs Experimentalphysik II
Probeklausur

Aufgabe 1 *Der goldene Leiter (4 Punkte)*

Nehmen Sie an Sie haben 0,05 cm^3 reines Gold und formen daraus einen homogenen Draht mit konstantem Querschnitt.

a) Berechnen Sie die maximale Länge des Drahtes, wenn der Widerstand 1Ω nicht übersteigen darf.(spezifische Leitfähigkeit $\sigma = 4,85 \cdot 10^7 (\Omega m)^{-1}$)

b) Nun wird an diesen Draht bei Raumtemperatur (T=20^{o}C) eine Spannung von U=1V angelegt. Nach welcher Zeit schmilzt dieser?
Hinweis: Vernachlässigen Sie jegliche Verluste durch Strahlung oder ähnliches.

Wärmekapazität c=0,129$Jg^{-1}K^{-1}$
Schmelzpunkt $T_S = 1083^oC$
Dichte: $\rho = 19,3gcm^{-3}$

Aufgabe 2 *Ebene Wellen(5 Punkte)*

Eine ebene EM-Welle der Frequenz ω bewege sich im Vakuum in positive z-Richtung. Sie ist in y-Richtung polarisiert. Bei z=0 habe die Welle zum Zeitpunkt t=0 die maximale Amplitude E_0.

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

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

c) Wie lautet das zugehörige B-Feld aus?

d) Berechnen Sie den Poynting-Vektor $\vec{S}$ der Welle.

e) Welche Intensität hat diese Welle?

Aufgabe 3 *Luftpumpe(8 Punkte)*

Eine zylindrische Luftpumpe mit der Länge L = 45 cm und dem Durchmesser d = 4 cm ist bei dem Druck p_1 = 1013 mbar (Umgebungsdruck) und der Temperatur T_1 = 296 K (Umgebungstemperatur) mit Helium (einatomig, ideales Gas) gefüllt.

a) Der Kolben wird um x = 10 cm in die Luftpumpe hereingedrückt, so dass ein Druck p_2 entsteht. Dieser Vorgang ist so schnell, dass dabei kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfinden kann. Berechnen Sie die Temperatur T_2 am Ende des Vorgangs.

b) Der Kolben wird solange festgehalten, bis ein Temperaturausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechnen Sie den Druck p_3, der sich am Ende dieses Schrittes einstellt.

c) Der Kolben wird wieder losgelassen, so dass sich der Druck wieder dem Umgebungsdruck anpasst. Auch dieser Prozessschritt ist wieder so schnell, dass kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfinden kann. Berechnen Sie die Temperatur T_4 und das Volumen V_4 am Ende dieses Schrittes.

d) Der Kolben wird losgelassen und es wird gewartet, bis ein Temperaturausgleich mit der Umgebung stattgefunden hat. Berechnen Sie das Volumen am Ende V_5 dieses Prozess-Schrittes.

e) Stellen Sie den Prozess in einem pV – Diagramm dar.

Aufgabe 4 *beheizbares Zimmer(5 Punkte)*

Betrachten Sie ein beheizbares Zimmer mit dem Volumen $75m^3$ und der Anfangstemperatur 14^oC. Die Heizung werde nun aufgedreht bis die Endtemperatur 20^oC erreicht ist. Das Zimmer ist bis auf die in ihm enthaltene Luft leer.

a) Wie groß ist die in der Zimmerluft anfanglich enthaltene Energie?

b) Wie groß ist die Energie der Zimmerluft nach Beendigung des Heizvorgangs?

c) Welche Wärmemenge hat die Heizung abgegeben?

Hinweis: Betrachten Sie Luft näherungsweise als reinen Stickstoff. Der Luftdruck im Zimmer und außerhalb sei konstant 1013 hPa.

Aufgabe 5 *Hertzscher Dipol(8 Punkte)*

a) Das Fernfeld eines Hertzschen Dipols der Länge L in dem ein Strom $J(t) = J_0 sin\omega t$ oszilliert, hat in Kugelkoordinaten die Komponenten

$E_\theta = \frac{J_0 L\omega}{4\pi\epsilon_0 c^2 r} sin\theta sin(\omega t - kr), B_\phi = -\frac{J_0 K\omega}{4\pi\epsilon_0 c^3 r} sin\theta sin(\omega t - kr)$

(Alle anderen Komponenten verschwinden.) Zeigen Sie, dass die mittlere abgestrahlte Leistung gegeben ist durch

$P = \frac{J_0^2 L^2 \omega^2}{12\pi\epsilon_o c^3}$

Hinweis:$\int\limits_0^\pi d\theta sin^3\theta = \frac{4}{3}$

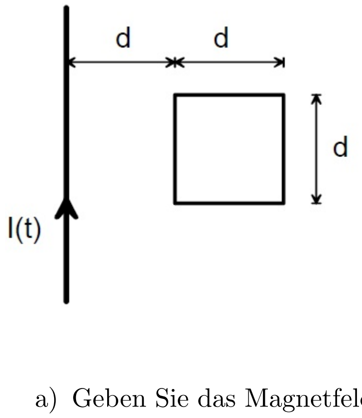
b) Der Strahlungswiderstand eines Senders ist definiert als der Wert eines hypothetischen Ohmschen Widerstandes, dessen Energiedissipation so groß wie die abgestrahlten Leistung des Senders ist, wenn man beide an denselben Wechselstrom anschließt. Zeigen Sie, dass der Strahlungswiderstand des Hertzschen Dipols

$R = 791\Omega \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2$

beträgt.($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}, c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$)

Aufgabe 6 *Stromdurchflossener Draht(8 Punkte)*

Durch einen ortsfesten, unendlich langen Draht fließt ein Strom I(t), der gemäß der Gleichung $I(t) = I_0(1 - e^{-at})$ von t = 0 ab ansteigt . In der Ebene des Drahtes liegt im Abstand d eine quadratische Leiterschleife der Seitenlänge d (siehe Skizze). Die Leiterschleife sei ortsfest . (Hinweis: Vernachlässigen Sie im Folgenden die Induktivitäten von Draht und Leiterschleife.)



a) Geben Sie das Magnetfeld des unendlich langen Leiters als Funktion des Abstandes r von der Drahtachse an.

b) Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Spannung $U_{ind}(t)$.

c) Geben Sie Betrag und Richtung der Kraft an, die auf die Leiterschleife wirkt. Nehmen Sie dabei an, dass die Leiterschleife den ohmschen Widerstand R besitzt.