

Diplomvorprüfung zu Experimentalphysik II

28. Februar 2003

Prüfungszeit: 13.00h-14.30h

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Umfang der Aufgaben: 3 Seiten, 5 Aufgaben

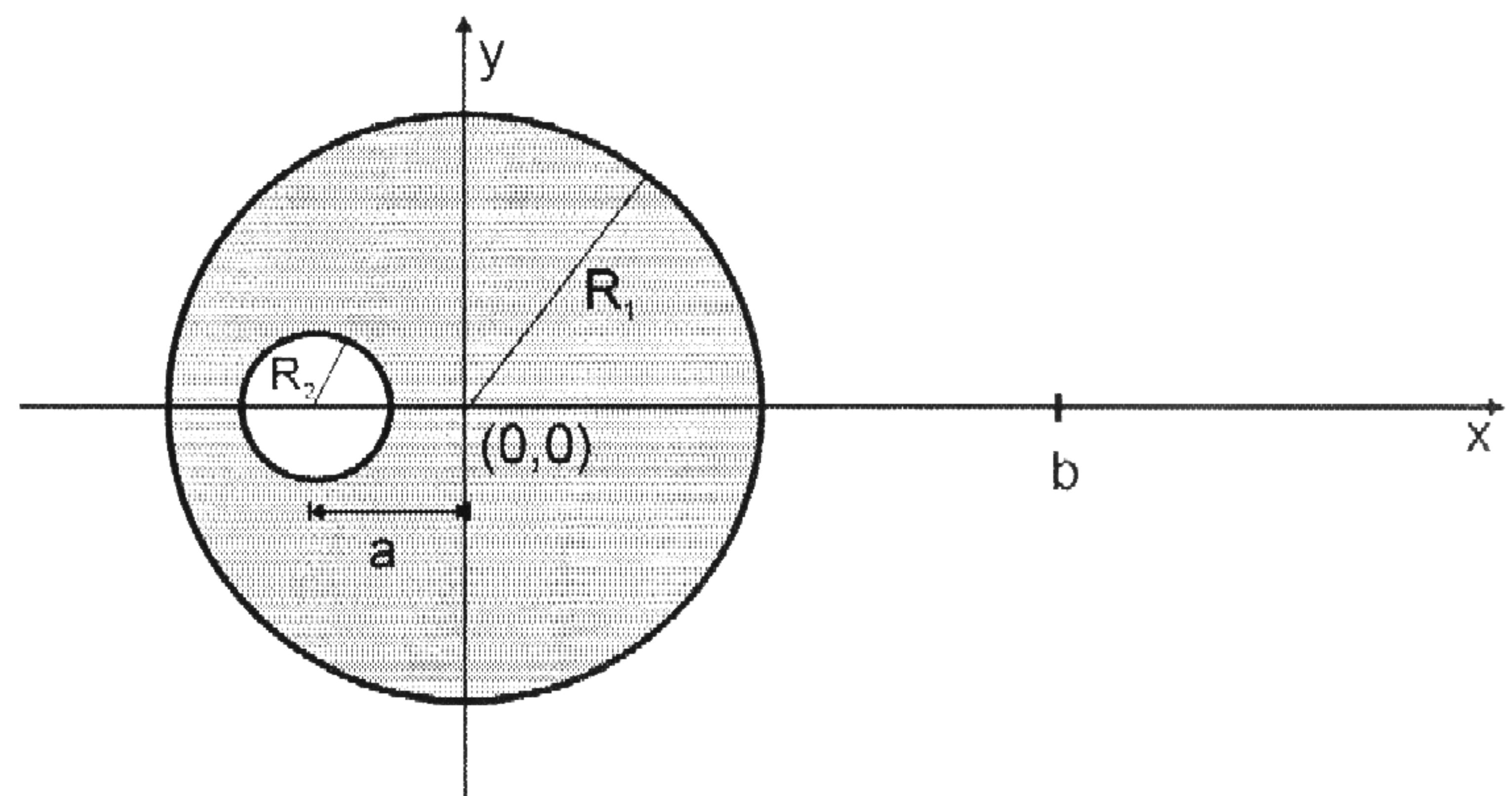
Gesamtpunktzahl: 50

Erlaubte Hilfsmittel: Bücher, Skripten, Mitschriften, Musterlösungen, Formelsammlungen, netzunabhängige Rechner

Wichtig: Auf jedes Blatt Name und Matrikelnummer schreiben !

Aufgabe 1 (6 Punkte)

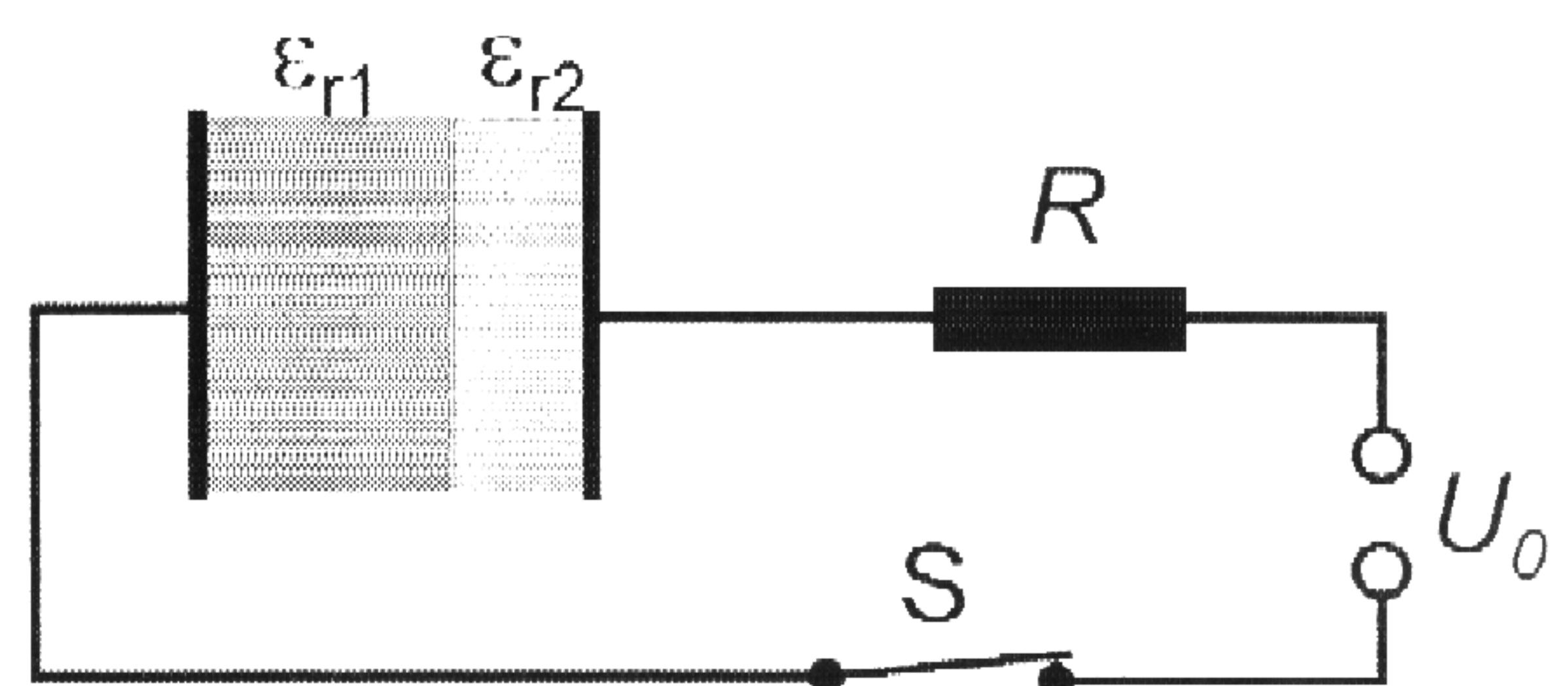
Eine Kugel mit Radius $R_1 = 10\text{cm}$ und Mittelpunkt auf dem Koordinatenursprung $(0,0,0)$ hat im Inneren einen kugelförmigen Hohlraum mit Radius $R_2 = 3\text{cm}$ und Mittelpunkt bei $(-a,0,0)$, mit $a = 5\text{cm}$. Der Rest der Kugel ist homogen geladen mit einer Gesamtladung $Q = -10^{-7}\text{C}$.



- Berechnen Sie den Verlauf des elektrischen Feldes entlang der gesamten x-Achse.
- Wie schnell ist ein anfangs bei $(b,0,0)$ ruhendes Elektron, wenn es den Punkt $(2\cdot b,0,0)$ erreicht hat (wobei $b = 20\text{cm}$) ($m_e = 9,11\cdot 10^{-31}\text{ kg}$, $e = 1,6022\cdot 10^{-19}\text{ C}$)?

Aufgabe 2 (13 Punkte)

Zwischen den Platten eines Parallelplattenkondensators befinden sich zwei Schichten verschiedener, homogener Dielektrika der Dicke $a_1 = 0,1\text{mm}$ und $a_2 = 0,05\text{mm}$ mit den Dielektrizitätszahlen $\epsilon_{r1} = 2\cdot\epsilon_{r2} = 6$. Die Platten haben die Fläche $A = 10\text{cm}^2$ und den Abstand $d = 0,15\text{mm}$. Am Kondensator ist über einen Widerstand $R = 200\text{M}\Omega$ an eine Spannungsquelle $U_0 = 24\text{V}$ angeschlossen.



- Berechnen Sie die Kapazität der Anordnung.
 - Wie groß sind die elektrischen Felder E_1 und E_2 innerhalb der Dielektrika, wenn sich der Stromkreis im Gleichgewicht befindet (Kondensator geladen, kein Stromfluß)?
 - Bestimmen Sie die Feldenergien W_1 und W_2 in den beiden Teilen des Kondensators.
- Nun wird der Schalter S geöffnet und das Dielektrikum ϵ_{r2} aus dem Kondensator gezogen.
- Wie groß ist nun die am Kondensator anliegende Spannung?
 - Geben Sie je eine Differentialgleichung für den zeitlichen Verlauf der Ladung $Q(t)$ auf dem Kondensator und den Strom $I(t)$ nach erneutem Schließen des Schalters S an. Wie

lange nach dem Schließen des Schalters ist der Strom auf $1/e$ des Anfangswertes gesunken?

Aufgabe 3 (11 Punkte)

Eine Ringspule mit einer Querschnittsfläche $A = 20 \text{ cm}^2$ ($A = \pi \cdot r^2$) und einem mittleren Radius $R = 1 \text{ m}$ ist mit einem Ferromagnetikum ($\mu_r = 1500$) gefüllt. Die Spule besteht aus 3000 Windungen, die gleichmäßig über den Torus verteilt sind und von einem Strom $I = 6 \text{ A}$ durchflossen werden. Der Radius r der Windungen sei sehr klein im Verhältnis zu R .

- Bestimmen Sie die magnetische Feldstärke H , die magnetische Flussdichte B im Ferromagnetikum.
- Wie groß ist die Selbstinduktivität L der Spule? Wie lange muss man eine Spannung $U = 10 \text{ V}$ anlegen um den Strom $I = 6 \text{ A}$ einzuschalten? Wie groß ist dann die magnetische Feldenergie W_m ?

Nun soll das Ferromagnetikum an zwei diagonal gegenüberliegenden Stellen auseinandergeschnitten und die beiden Hälften auf einen Abstand d ($d \ll r$) auseinandergezogen werden (Streifelder können vernachlässigt werden).

- Bestimmen Sie nun B , H und die Magnetisierung M für das Ferromagnetikum und die Luftspalte in Abhängigkeit von d .
- Wie groß ist die magnetische Feldenergie in Abhängigkeit von d ? Leiten Sie daraus die Kraft ab, mit der die beiden Torushälften aufgrund des Magnetfeldes zusammengehalten werden (bei $d = 0$).

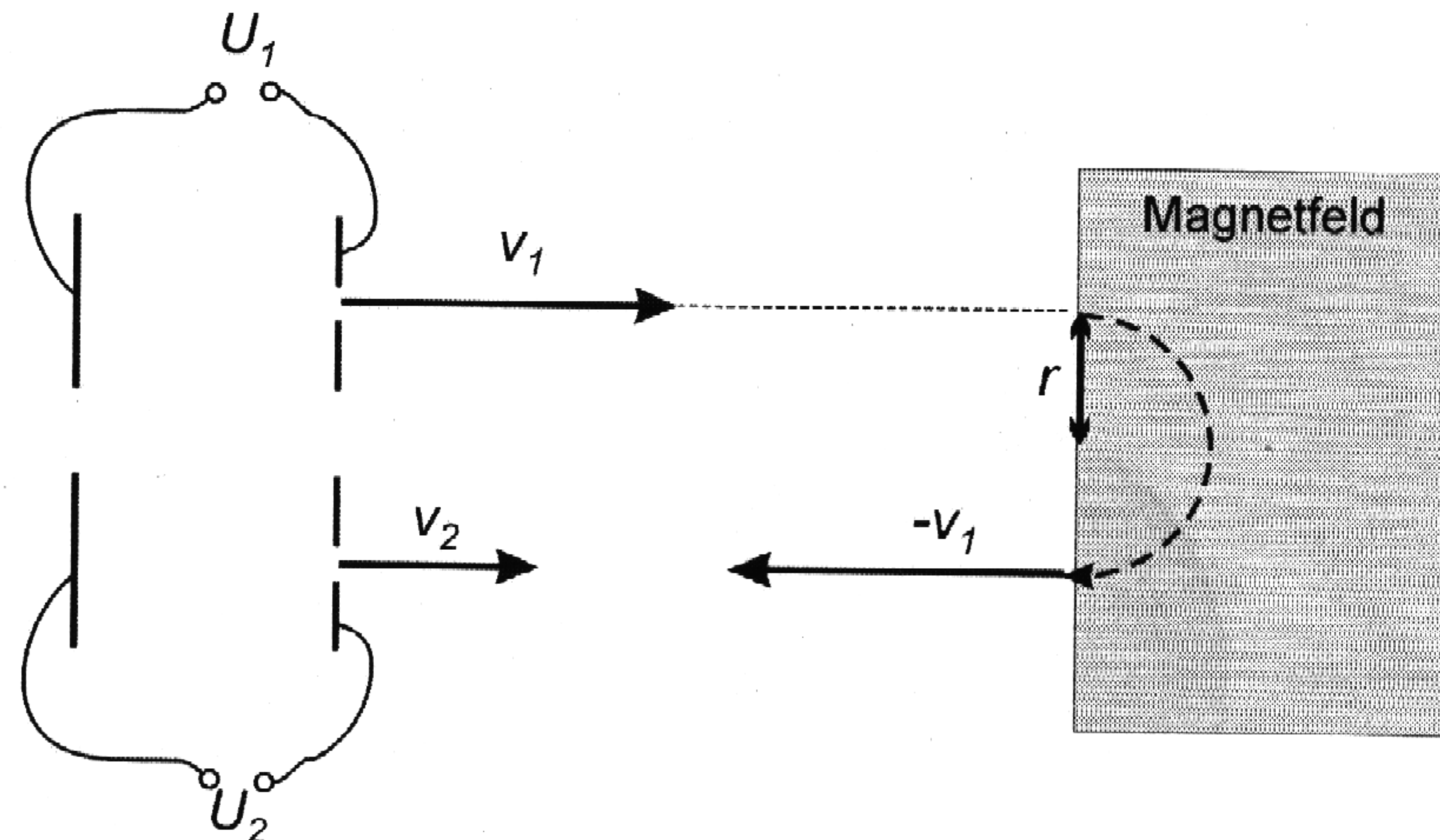
Aufgabe 4 (10 Punkte)

Der Eingangsteil eines Fernsehempfängers besteht aus einer Serienschaltung von Spule ($L = 1,26 \mu\text{H}$), Widerstand $R = 20 \Omega$ und Kondensator C . Diese Serienschaltung wird von einer Antenne mit einer Wechselspannung der Amplitude $U_e = 100 \mu\text{V}$ gespeist. Die Ausgangsspannung U_a wird am Kondensator abgegriffen.

- Skizzieren Sie die Schaltung und fertigen Sie ein Zeigerdiagramm an, in dem Sie U_e sowie die Spannungen U_L , U_R und U_a an Spule, Widerstand und Kondensator für den Betrieb bei der Resonanzfrequenz darstellen.
- Wie groß muss C gewählt werden, um die Frequenz $f_0 = 188 \text{ MHz}$ resonant zu verstärken? Wie groß ist dabei die Spannungsverstärkung U_a/U_e ?
- Um welchen Faktor ist die Ausgangsspannung bei einer Frequenz unterdrückt, die um $\Delta f = 6,0 \text{ MHz}$ über f_0 liegt? Zeichnen Sie qualitativ das zugehörige Zeigerdiagramm mit U_e , U_L , U_R und U_a .

Aufgabe 5 (10 Punkte)

Zwei Protonen P_1 und P_2 (Ruhemasse $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, Ladung $e = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ C) werden auf parallelen Beschleunigungsstrecken jeweils durch Spannungen U_1 und U_2 auf die Geschwindigkeiten $v_1 = 0,95 \cdot c$ und $v_2 = 0,2 \cdot c$ (gemessen im Laborsystem) beschleunigt. Ihre parallelen Flugbahnen haben einen Abstand $d = 2 \cdot r = 2$ m. Um die Protonen zur Kollision zu bringen wird das schnellere Proton P_1 (das dem Proton P_2 zunächst davonfliegt) durch ein Magnetfeld B über einen Halbkreis mit Radius $r = 1$ m auf die Bahn von P_2 gelenkt und fliegt diesem entgegen. (Bei dieser Umlenkung soll die Energie von P_1 erhalten bleiben)



- Wie groß sind die Beschleunigungsspannungen U_1 und U_2 ?
- Auf welchen Wert muss das Magnetfeld B einstellen, um den nötigen Bahnradius r zu erreichen?
- Berechnen Sie die Relativgeschwindigkeit der Protonen und ihre Geschwindigkeit im Schwerpunktsystem unmittelbar vor der Kollision.
- Wie viel Energie wird bei einem vollkommen inelastischen Stoß der Protonen umgewandelt? Wie groß ist ihr Anteil an der ursprünglich zur Beschleunigung der Protonen aufgewendeten Energie?

Viel Erfolg