

Du kannst die gesamte Zeit deinen GTR verwenden! Achte auf eine saubere Darstellung und vergiss nicht, Ansätze zu notieren. *Wichtige Konstanten findest du unten!* **Bearbeitungszeit: 80 Minuten**

**1. Aufgabe****(6 Punkte)**

Ein Plattenkondensator mit der Kapazität  $C=0,13\text{nF}$  wird an ein Netzgerät mit der Gleichspannung  $U=25\text{kV}$  angeschlossen.

- a) Berechne für einen Plattenabstand  $d=3\text{cm}$  die Anzahl von Elementarladungen pro  $1,0\text{cm}^2$  Plattenfläche, wenn der Kondensator voll aufgeladen ist.

Nun wird die Spannungsquelle vom Plattenkondensator abgekoppelt und anschließend der Plattenabstand auf  $s=1,5\text{cm}$  halbiert.

- b) Wie ändert sich die Feldstärke? Begründe kurz.

In den Plattenkondensator wird abschließend eine  $1,5\text{cm}$  dicke Scheibe aus Paraffin (Permittivitätszahl  $\epsilon_r = 2$ ) eingebracht.

- c) Berechne die neue Kapazität.
- d) Erläutere anhand einer aussagekräftigen Skizze, wie man die Kapazität in c) berechnen könnte, wenn die Paraffinscheibe nur zur Hälfte eingeschoben würde.

**2. Aufgabe****(10 Punkte)**

Zur Beschreibung der elektrischen Vorgänge bei einem Gewitter soll eine geladene Gewitterwolke in  $1,5\text{km}$  Höhe zusammen mit dem Boden stark vereinfacht als „Naturplattenkondensator“ mit der Fläche von  $15\text{km}^2$  betrachtet werden. Die Wolkenunterseite besitzt gegenüber dem Boden das Potential  $\phi = -3,0 \cdot 10^7\text{V}$ . Wegen der zunächst trockenen Luft kann die Kapazität wie bei einem Kondensator im Vakuum berechnet werden.

- a) Ermittle die Kapazität und die Ladung dieses Kondensators sowie die elektrische Feldstärke  $E$ .
- b) Erkläre anhand einer geeigneten Feldlinienskizze, warum ein in diesem Gewitterfeld auf dem Boden stehender Sendemast aus Metall besonders blitzschlaggefährdet ist.

Im gesamten Gewitterfeld kommt es nun zu einem Hagelschauer. Dabei fallen Hagelkörner mit einem mittlerem Radius von  $0,5\text{cm}$  und  $0,48\text{g}$  Masse senkrecht nach unten.

- c) Berechne die maximale Geschwindigkeit eines Hagelkorns beim Herunterfallen. Berücksichtige dabei zunächst nur die Gewichtskraft  $G$  und die durch den Luftwiderstand verursachte Reibungskraft

$$F_R = \frac{1}{2} c_W \rho_L A v^2.$$

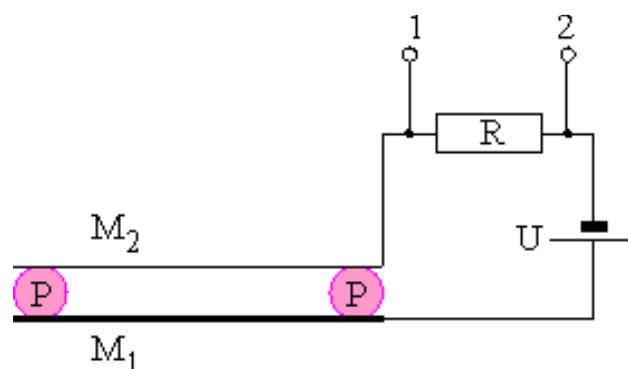
Dabei bezeichnet  $A$  die Querschnittsfläche des Hagelkorns und  $v$  seine Geschwindigkeit. Für die Konstante  $c_W$  ist 0,45 zu verwenden – sie ist ein Maß für den Luftwiderstand, den die Tropfen erfahren. Die Dichte von Luft beträgt  $\rho_L = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .

- d) Zeige, dass die Konstante  $c_W$  dimensionslos sein muss, wenn die Formel aus d) von den Einheiten her korrekt ist.
- e) Schätze mit einer Rechnung ab, ob die maximale Geschwindigkeit aus d) bei manchen Hagelkörnern durch die Ladungen, die sie tragen, merklich beeinflusst wird. Gehe davon aus, dass ein Hagelkorn nur einige 10.000 Elektronenüberschussladungen tragen kann.

### 3. Aufgabe

(4 Punkte)

Die nebenstehende Skizze zeigt das Modell eines Kondensatormikrofons. Über einer leitenden Platte  $M_1$  ist auf elastischen und isolierenden Puffern  $P$  im Abstand von 0,1mm eine bewegliche und leitende Platte (Membran)  $M_2$  angebracht.  $M_2$  wird durch Schallwellen in Schwingungen versetzt. Die Platten haben beide eine Fläche von  $10 \text{ cm}^2$  und sind über einen Widerstand  $R = 10 \text{ k}\Omega$  an eine Gleichspannungsquelle  $U = 50 \text{ V}$  angeschlossen.



- a) Erläutere qualitativ, welche elektrischen Vorgänge ablaufen, wenn sich die Platte  $M_2$  nach unten, also in Richtung von Platte  $M_1$  bewegt.
- b) Begründe, dass man die skizzierte Anordnung unter Verwendung der Ausgänge 1 und 2 als Mikrofon verwenden könnte.

### Zusatzaufgabe

(+2 Punkte)

Wir haben im Unterricht eine Entladung eines (orangenen) Elektrolytkondensators über eine Glühbirne untersucht. Im Buch findet sich dazu folgender Satz: „Hat der Kondensator nur noch wenig Ladung, so sind auch Spannung und Stromstärke klein.  $U$  und  $Q$  nähern sich (asymptotisch) dem Wert null.“ Erläutere diesen Satz und erkläre, wieso man deshalb eine Halbwertszeit und keine Entladezeit angibt.

---

#### Wichtige Konstanten

---

Elektrische Feldkonstante:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}}$

Elektronenladung:  $e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$