**Allgemeine Hinweise:**

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!
- Wenn Sie einen Graphen mit dem GTR anfertigen, skizzieren Sie ihn bitte in der Klausur!

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

**Kondensatoren** Ein Kondensator ist in der Lage, elektrische Energie zu speichern, die Energiemenge hängt von der Kapazität und von der Spannung der aufgebrachtten Ladung ab.

1.1. Zeige, ausgehend von der allgemeinen Definition der Kapazität eines Kondensators, dass speziell für einen Plattenkondensator gilt:  $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$

1.2. Wie groß müsste die Plattenfläche eines Kondensators (Plattenabstand  $d = 1 \text{ mm}$ ) sein, damit er bei einer Spannung von  $U = 230 \text{ V}$  die gleiche Energie speichert wie eine Autobatterie von  $12 \text{ V}$  und  $88 \text{ Ah}$ ?

1.3. Ein Plattenkondensator werde geladen und dann von der Spannungsquelle abgetrennt.

- Zeige, dass sich der Energieinhalt verdoppelt, wenn man den Abstand der Platten verdoppelt?
- Woher kommt die gewonnene elektrische Energie?

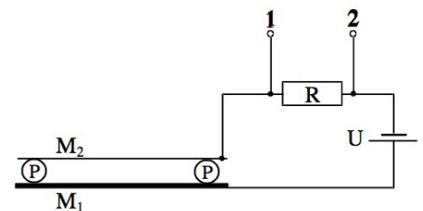
1.4. Ein Blitz bei einem Gewitter wird bei einer elektrischen Feldstärke von etwa  $E = 1,0 \cdot 10^7 \frac{\text{V}}{\text{m}}$  ausgelöst. Bei dieser Feldstärke werden erste Elektronen von ihren Atomen bzw. Molekülen gelöst und starten einen Lawineneffekt durch sekundäre Stoßionisation. Wir nehmen an, dass sich eine Gewitterwolke mit ihrer Wolkenbasis in etwa  $500 \text{ m}$  Höhe über dem Erdboden befindet und eine Grundfläche von  $A = 1,0 \cdot 10^6 \text{ m}^2$  aufweist.

- Welche Spannung herrscht in diesem Fall zwischen Wolke und Erdboden?
- Wie groß ist die Kraft auf ein Elektron im Feld zwischen Wolke und Erde?
- Wie viel Ladung trägt die Wolke, wenn man Wolkenbasis und Erde als Plattenkondensator auffasst?
- Während des Blitzes werde die Wolke auf 55% ihrer ursprünglichen Ladungsmenge entladen.
  - Welche Energie wurde in den Blitz investiert?
  - Wieviele 100W-Glühlampen könnte man mit dieser Energie ein Jahr leuchten lassen?

1.5. Ein Kondensatormikrofon ist folgendermaßen aufgebaut: Über einer festen Metallplatte  $M_1$  ist auf zwei elastischen, isolierenden Puffern  $P$  eine bewegliche, leitende Membran  $M_2$  befestigt. Der aus  $M_1$  und  $M_2$  gebildete Kondensator ist über einen Widerstand  $R = 10 \text{ k}\Omega$  an eine

Gleichspannungsquelle mit  $\Delta Q \approx \frac{Q_0}{d} \cdot \Delta x$  angeschlossen. Der

Flächeninhalt der Kondensatorplatten beträgt  $A = 100 \text{ cm}^2$ , der Plattenabstand  $d = 0,20 \text{ mm}$ .



- Berechne die Ladung  $Q_0$  des Kondensators. [zur Kontrolle:  $Q_0 = 18 \text{ nC}$ ]
- Die Membran wird um  $\Delta x \ll d$  nach unten bewegt. Zeige, dass dadurch die zusätzliche Ladung

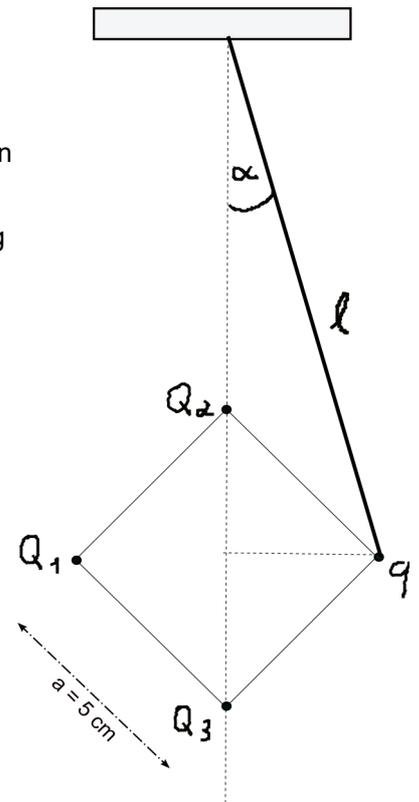
$$\Delta Q \approx \frac{Q_0}{d} \cdot \Delta x \text{ auf den Kondensator fließt.}$$

- In einem Zeitraum  $\Delta t = 0,3 \text{ ms}$  wird  $M_2$  um  $\Delta x = 10 \mu\text{m}$  nach unten bewegt. Berechne mit Hilfe von Teilaufgabe b) die mittlere Stärke des Ladestroms während der Zeit  $\Delta t$  und den durch diesen Strom verursachten Spannungsabfall  $U_{12}$ .
- Begründe, warum die Anordnung als Mikrofon benutzt werden kann.

### Radialsymmetrische Felder

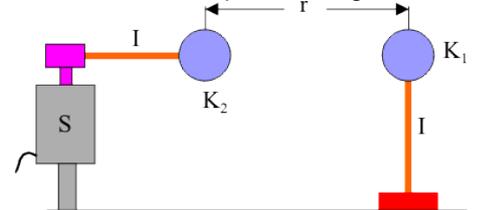
Drei ortsfeste Punktladungen  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  bilden zusammen mit einer vierten beweglichen Ladung  $q$ , die an einem Seil der Länge  $l=2,5m$  hängt, im Gleichgewichtszustand ein Quadrat der Seitenlänge  $a=5cm$ . Alle Ladungen seien gleich:  $Q_1=Q_2=Q_3=q=60nC$

- 2.1. Bestimme das durch  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  erzeugte  $\vec{E}$ , d.h. Betrag und Richtung der resultierenden Feldstärke, am Ort der Probeladung  $q$ .
- 2.2. Welche Masse  $m$  muss die Ladung  $q$  haben, damit sich das dargestellte Gleichgewicht einstellt?



- 2.3. In einem Experiment sei eine Kraft in Abhängigkeit zum Abstand zwischen zwei nahezu punktförmigen Probekörpern mit den Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  gemessen worden mit folgenden Messergebnissen:

r/cm	1,8	2,5	3,4	5	5,5	6	6,5
F/mN	98,8	51,2	27,7	12,8	10,6	8,9	7,6



Bestimme mit Hilfe einer geeigneten logarithmischen Koordinatendarstellung die Funktion  $F(r)$ .

