

## Theoretische Physik I

### 13. Übung

Wintersemester 18/19

**Abgabe der Aufgaben 39, 40 und 41 bis Mittwoch, den 23.11.2019, 11:00 Uhr in den entsprechenden Briefkästen vorm Eingang des Instituts für Theoretische Physik.**

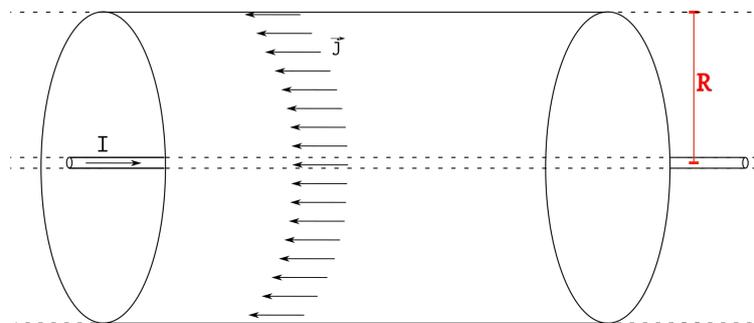
#### Zur Diskussion

- Wie lautet das elektrische Feld einer Punktladung  $q$  im Ursprung  $o$ ? Weshalb? Welche Kraft übt diese Punktladung auf eine andere Punktladung  $q'$  am Ort  $\vec{r}$  aus?
- Wie lautet das Magnetfeld eines unendlich langen geraden Drahts, der den Strom  $I$  trägt? Weshalb?
- Wie bestimmt man das elektrische Feld einer mit Linienladungsdichte  $\lambda$  homogen geladenen unendlich langen Geraden?

#### 39 Koaxialkabel

(10)

Betrachten Sie einen unendlich langen, geraden Draht mit Strom  $I$ , der von einem Zylindermantel mit Radius  $R$  mit homogener Stromdichte  $\vec{j}$  umgeben ist. Der Gesamtstrom im Mantel sei genau  $-I$ . Berechnen Sie das Magnetfeld zwischen Draht und Zylindermantel sowie außerhalb des Zylindermantels.



#### 40 Elektrisches Feld eines Plattenkondensators

(6 + 4)

- Bestimmen Sie das elektrische Feld einer homogen geladenen, unendlich großen Ebene mit Flächenladungsdichte  $\sigma$ .
- Bestimmen Sie das elektrische Feld zweier im Abstand  $d$  parallel angeordneten homogen geladenen, unendlich großen Ebenen mit Flächenladungsdichten  $\sigma$  und  $-\sigma$ .

## 41 Gravitationsfeld

(3+4+3)

Das Newtonsche Gravitationsgesetz kann alternativ unter Zuhilfenahme eines Gravitationsfeldes  $\vec{g}(\vec{r})$  wie folgt formuliert werden:

- (i) Eine Massenverteilung mit Massendichte  $\rho(\vec{r})$  erzeugt ein durch

$$\operatorname{div}\vec{g} = -4\pi G\rho \quad (\text{und } \operatorname{rot}\vec{g} = \vec{0})$$

bestimmtes Gravitationsfeld  $\vec{g}(\vec{r})$ . Hierbei ist  $G$  die Newtonsche Gravitationskonstante.

- (ii) Eine Punktmasse  $m$  am Ort  $\vec{r}$  im Gravitationsfeld  $\vec{g}(\vec{r})$  erfährt die Kraft

$$\vec{F} = m\vec{g}(\vec{r}).$$

- a) Zeigen Sie, dass eine Punktmasse  $M$  im Ursprung  $o$  das Gravitationsfeld

$$\vec{g}(\vec{r}) = -G\frac{M}{r^2}\hat{r}$$

erzeugt. Welche Kraft übt demnach diese Masse auf eine Punktmasse  $m$  am Ort  $\vec{r}$  aus?

- b) Bestimmen Sie nun das Gravitationsfeld einer homogenen Kugel von Radius  $R$  und Masse  $M$ . Welche Gravitationskraft erfährt eine Punktmasse  $m$  auf der Oberfläche der Kugel?
- c) Angenommen, die Erde wäre eine riesige Kugelschale von Radius  $R_{Erde}$ , 100km Dicke und Masse  $M_{Erde}$ . Würde das die Schwerkraft auf der Erdoberfläche ändern? Welche Schwerkraft würde ein Objekt im Inneren der Kugelschale erfahren?