

# Übungen zur Kursvorlesung Physik II (Elektrodynamik)

## Sommersemester 2008

Übungsblatt Nr. 3

29.04.2008

Bearbeitung bis 05.05.2008

---

### Aufgabe 9: Ladungsverteilung (5P)

Eine kreisförmige Scheibe in der  $x, y$ -Ebene mit Mittelpunkt bei  $(0, 0, 0)$  und Radius  $a$  hat auf einer Seite eine Oberflächenladung mit Ladungsdichte:

(i)  $\sigma = \sigma_0 \cdot \frac{r}{a}$

(ii)  $\sigma = \sigma_0 \cdot e^{-\frac{r}{a}}$

wobei  $\sigma_0$  eine Konstante ist.

- Berechnen Sie die Gesamtladung  $Q$  für (i) und (ii).
- Welche Kraft wirkt auf ein Teilchen der Ladung  $q$  am Punkt  $Q(0, 0, a)$  im Falle (i)?  
Hinweise: Zerlegen Sie die Kraft in eine horizontale und ein vertikale Komponente. Benutzen Sie Polarkoordinaten.

(Hilfe:  $\int \frac{1}{\cos x} dx = \ln\left(\frac{1}{\cos x} + \tan x\right) + C$ )

### Aufgabe 10: Ablenkung im E-Feld (3P)

Ein Elektron bewege sich mit der kinetischen Energie  $3 \cdot 10^{-16}$  J längs der  $x$ -Achse durch eine Kathodenstrahlröhre. Zwischen den Ablenkplatten der Länge  $l = 4$  cm wirke das elektrische Feld  $\vec{E} = 2 \cdot 10^4 \cdot \hat{e}_y$  N/C und außerhalb sei  $\vec{E} = \vec{0}$ .

- Wie lautet die Bahnkurve  $y(x)$  der Elektronen im Bereich zwischen den Ablenkplatten?
- Welchen Abstand von der Achse hat das Elektron am Ende der Platten?
- Welchen Winkel schließt dann die Bewegungsrichtung des Elektrons mit der Achse ein?
- In welcher Entfernung von der Achse trifft das Elektron auf einen 12 cm vom Ende der Ablenkplatten entfernten Leuchtschirm?

### Aufgabe 11: Beschleunigte Ladung: Elektron/Proton (2P)

- Welche Spannung muss ein Elektron im Vakuum durchlaufen, um auf 95% der Lichtgeschwindigkeit  $c$  beschleunigt zu werden?  
Beachten sie die Massenzunahme durch relativistische Effekte des Elektrons.  
(Ruhemasse  $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg)
- In einem Teilchenbeschleuniger werden Protonen auf eine kinetische Energie von 10 GeV gebracht. Wie schnell ist das Teilchen (in Bruchteilen der Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Auf das wievielfache hat die bewegte Masse  $m$  gegen über ihrer Ruhemasse  $m_0$  zugenommen?  
(Spezifische Ladung des Protons:  $\frac{e}{m_0} = 9.579 \cdot 10^7$  C/kg.)

### Aufgabe 12: Vorgriff – Potential und Feldstärke (2P)

Ein elektrostatisches Feld wird durch folgende Funktion beschrieben:

$$E_x = 6xy; \quad E_y = 3x^2 - 3y^2; \quad E_z = 0$$

- a) Berechnen sie das Linienintegral von  $\vec{E}$  vom Ursprung aus zum Punkt  $P(x_1, y_1, 0)$ . Integrieren sie erst entlang der  $x$ -Achse, dann entlang der  $y$ -Achse und umgekehrt.
- b) Zeigen sie, dass sich durch *Gradientenbildung* der in (a) erhaltenen Potentialfunktion wieder die Komponenten des anfänglichen Feldes ergeben.

*Anmerkung: Zu jedem konservativen Kraftfeld  $F = F(x; y; z) = F(x)$  gibt es eine skalare Funktion, das Potential  $V = V(x)$ , so dass gilt:  $F = -\text{grad } V = \nabla V$ .*

---

Die Aufgaben sollten immer in Arbeitsgruppen von 2-3 Personen gerechnet und abgegeben werden. Heften Sie bitte ihre Lösungen zusammen und schreiben Sie die Namen aller Personen ihrer Arbeitsgruppe auf die oberste Seite sowie die Tutoriumsgruppe, den Tutor und die Uhrzeit. Dies sollte oben rechts angegeben werden und **gut lesbar** sein.

Die Übungsaufgaben finden Sie auf dem Netz unter der URL:  
<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hirsch/SS08>

Übungsleiter: Dr. Dominic Hirschbühl, 9/8 Physikhochhaus  
email: [hirsch@ekp.physik.uni-karlsruhe.de](mailto:hirsch@ekp.physik.uni-karlsruhe.de)