

1. Drehmoment eines Dipols

(a) Wie groß ist das Drehmoment das ein aus zwei Elementarladungen mit  $Q = \pm 1,6 \cdot 10^{-19}$  C und gleicher Masse im Abstand  $l = 0,5 \cdot 10^{-8}$  cm bestehender Dipol im Feld eines Plattenkondensators erfährt? Der Plattenkondensator habe  $d = 1$  cm Plattenabstand und sei auf  $U = 5000$  V aufgeladen. Der Dipol bilde mit der Feldrichtung einen Winkel von  $\alpha = 45^\circ$ .

(b) Wie stellen Sie das Drehmoment in Vektorschreibweise dar?

2. Ein Plattenkondensator, sein Potential und sein Feld

Nehmen Sie die 1. Maxwell-Gleichung, bzw. die Poisson-, oder Laplace-Gleichung zur Hand.

$$\operatorname{div} \vec{E} = 4\pi \varrho \quad (1)$$

$$\Delta \varphi = -4\pi \varrho \quad (2)$$

$$\Delta \varphi = 0 \quad (3)$$

Betrachten Sie nun 2 Platten an den Positionen  $x_1$  und  $x_2$  mit den Potentialen  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  (Randbedingungen) und berechnen mit Hilfe der obigen Formeln die Potentiale und Felder zwischen den Platten. Der Raum zwischen den Platten ist Ladungsfrei.

3. Zylinderkondensator ( $Q = C \cdot U$ )

Ein Zylinderkondensator besteht aus zwei leitenden Hohlzylindern mit der Länge  $L$  und den Radien  $R_1$  und  $R_2 > R_1$ , die konzentrisch angeordnet sind. Der Innenzylinder trage die Ladung  $Q_1$  und der Außenzylinder die Ladung  $Q_2 = -Q_1$ . Der Kondensator befinde sich im Vakuum.

(a) Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $E(r)$  zwischen den Zylinderwänden mit Hilfe von  $\oint_A \vec{E} d\vec{A} = Q/\epsilon_0$ . Es sei  $L \gg R_1, R_2$ , so dass die Integration über die Stirnseiten des Zylinderkondensators ebenso wie Effekte auf  $\vec{E}$  aufgrund der endlichen Länge  $L$  vernachlässigt werden können.

(b) Berechnen Sie die Kapazität des Zylinderkondensators, indem Sie zunächst die Potentialdifferenz zwischen den Zylindern ermitteln:

$$U = \Phi(R_2) - \Phi(R_1) = - \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}(r) d\vec{r}$$

Nutzen sie ihr Wissen bezüglich des Koaxialkabel (Aufgabenblatt 3, Aufgabe 2d).

4. James in der Hochspannungsanlage – Kapazität und Feld einer Kugel

- (a) Man berechne die Kapazität einer freistehenden Metallkugel vom Durchmesser  $2R = 10 \text{ cm}$ !
- (b) Welche Flächenladungsdichte ist erforderlich, um sie auf eine Spannung von  $10 \text{ kV}$  aufzuladen?
- (c) Angenommen James Bond läuft durch eine Hochspannungsanlage, welche Spannung muss Blofeld<sup>a</sup> an obestehende Kugel nur anlegen, um J.B. mit einem “Blitz“ niederzustrecken wenn die Durchschlagsfeldstärke in Luft  $E_D = 2 \text{ MV/m}$  beträgt?



<sup>a</sup>der Erzfeind von James Bond

(Zur Erinnerung (Übungsblatt 3): Feldstärke an der Kugeloberfläche  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ ).

Anleitung zu (c): Berechnen sie die maximale erlaubte Aufladung der Kugel, nehmen sie an 007 sei ein perfekter Nicht-Leiter und die nächsten Wände befinden sich in hinreichend großem Abstand zur Kugel.

5. und noch ein wenig konventionelle Wiederholung in Kurzform

- (a) Beschleunigtes Elektron Ein Elektron wird durch ein Potenzial von  $500\text{V}$  aus der Ruhelage beschleunigt. Am Ende beträgt seine kinetische Energie:
1.  $50\text{eV}$
  2.  $500\text{eV}$
  3.  $1000\text{eV}$
  4.  $2000\text{eV}$
- (b) Beschleunigtes Proton  
Ein Proton wird durch ein Potenzial von  $500\text{V}$  aus der Ruhelage beschleunigt. Am Ende beträgt seine kinetische Energie:
1.  $50\text{eV}$
  2.  $500\text{eV}$
  3.  $1000\text{eV}$
  4.  $2000\text{eV}$
- (c) Potenzial im Punkt B  
Wie ist das Potenzial  $\phi$  im Punkt B, wenn  $Q_1$  und  $Q_2$  vom Betrag gleich groß aber entgegengesetzt geladen sind? Anleitung: Denken Sie Sich eine Probeladung aus dem Unendlichen ( $\phi(\infty) = 0$ ) an den Punkt B gebracht.
1. negativ
  2. positiv
  3. kann nicht bestimmt werden
  4. null
  5.  $-2Q_2$

⊙ Q1

B

⊙ Q2

(d) Potenzial eines elektrischen Feldes

In einem räumlichen Gebiet kann das elektrische Potenzial einer gegebenen Ladungsverteilung durch  $V = 3x^2 + 2y + 6$  in Volt dargestellt werden. Welches elektrische Feld gehört dazu?

1.  $E_x = 6x, E_y = 2, E_z = 0$
2.  $E_x = -6x, E_y = -2, E_z = 6$
3.  $E_x = -3x, E_y = -2, E_z = 0$
4.  $E_x = -6x, E_y = -2, E_z = 0$

(e) Kraft eines Feldes auf eine Ladung

Das E-Feld sei:  $E_x = -6x, E_y = -2, E_z = 0$ . Wie groß ist der Betrag der Kraft, die auf eine Ladung von 2 Coulomb wirkt, die sich im Punkt P mit den Koordinaten  $x=0.5\text{m}, y=2\text{m}$  und  $z=0\text{m}$  befindet?

1. 0N
2. 3.6N
3. 7.2N
4. 14N

**Virtuelles Rechnen - Aufteilung:** ||1||2||3||4||5a, b, c||5d, e||

Übungsleiter: Frank Hartmann, IEKP, CN, KIT

Tel.: +41 75411 4362; Mobil - immer

Tel.: +49 721 608 23537 - ab und zu

Email: Frank.Hartmann@kit.edu

[www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/EDYN.htm](http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/EDYN.htm)