

DIPOLFELD

Elektrische Dipole – d.h. zwei entgegengesetzt gleiche Punktladungen in einem festen Abstand – kommen in der Natur sehr häufig vor, z.B. bei polaren Molekülen. In dieser Aufgabe untersuchen Sie das Feld eines Dipols.

Voraussetzungen

- Sie kennen das Feld einer Punktladung.
- Sie kennen das Feldlinienbild eines elektrischen Dipols.
- Sie können Feldstärken vektoriell addieren.

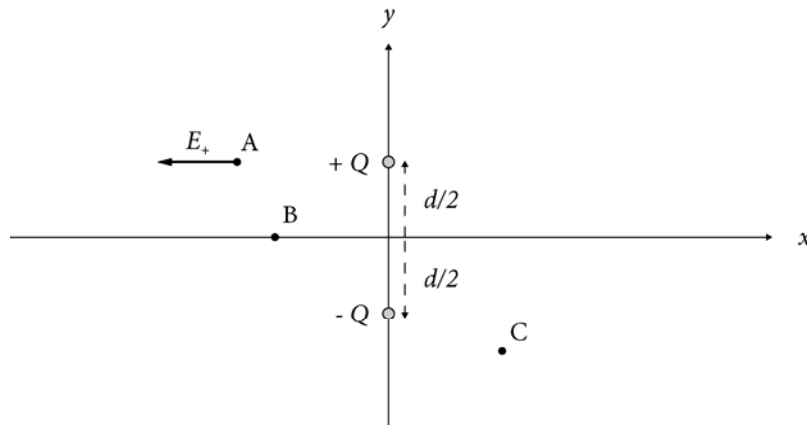
Ziele

- Sie verstehen das Feldlinienbild eines Dipols als Überlagerung der Felder von zwei Punktladungen.
- Sie können die Feldstärke in einem beliebigen Punkt des Dipolfelds berechnen.
- Sie kennen das Verhalten des Dipolfelds in grosser Entfernung von den Ladungen.

Zeit: 30 Minuten

Aufgabenstellung

Zwei Punktladungen $+Q$ und $-Q$ befinden sich an den Punkten $(0 \mid +d/2)$ und $(0 \mid -d/2)$ eines kartesischen Koordinatensystems.



Konstruieren Sie die Feldstärkevektoren in den Punkten A, B und C. Vergleichen Sie das Resultat mit Ihren Kenntnissen vom Feldlinienbild.

Bestimmen Sie die Feldstärke $E(x)$ für einen beliebigen Punkt der x -Achse und untersuchen Sie das asymptotische Verhalten für grosse Abstände vom Dipol.

Anleitung

1. Die Feldstärke E_+ , die von der positiven Ladung im Punkt A erzeugt wird, dient als Referenz für den Massstab. Messen Sie die Abstände des Punkts A zu den beiden Ladungen und berechnen Sie aus dem Verhältnis die Feldstärke E_- . Zeichnen Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_- korrekt ein. Addieren Sie die beiden Vektoren graphisch zum resultierenden Feldstärkevektor.
2. Verfahren Sie analog für die Feldstärkevektoren in den Punkten B und C. Vergleichen Sie die Richtungen der Feldstärken mit dem bekannten Feldlinienbild.
3. Bestimmen Sie für einen beliebigen Punkt der x -Achse die Vertikalkomponente des von der positiven Ladung erzeugten Feldes. Verwenden Sie dazu ähnliche Dreiecke.
4. Berücksichtigen Sie noch den Beitrag der negativen Ladung. Prüfen Sie, ob die gefundene Funktion im Ursprung die erwartete Form annimmt.
5. Bestimmen Sie eine Näherungsformel für $|x| \gg d$, indem Sie „kleine“ Terme vernachlässigen. Wie hängt die Feldstärke um einen Dipol in grosser Entfernung vom Abstand ab?

Zusatzaufgabe:

6. Zeigen Sie, dass die Feldstärke entlang der y -Achse asymptotisch gleich schnell abnimmt wie in x -Richtung.