

Ergänzungsvorlesung zur Physik II - ConceptTests

Sommersemester 2006

Übersicht

ConceptTest 1: Interpretation von Feldlinien

ConceptTest 2: Elektrisches Feld eines Stabes

ConceptTest 3: Gradient und Divergenz

ConceptTest 4: Fluss

ConceptTest 5: Potential und E-Feld eines dünnen Rings

ConceptTest 6: Zylinderkondensator

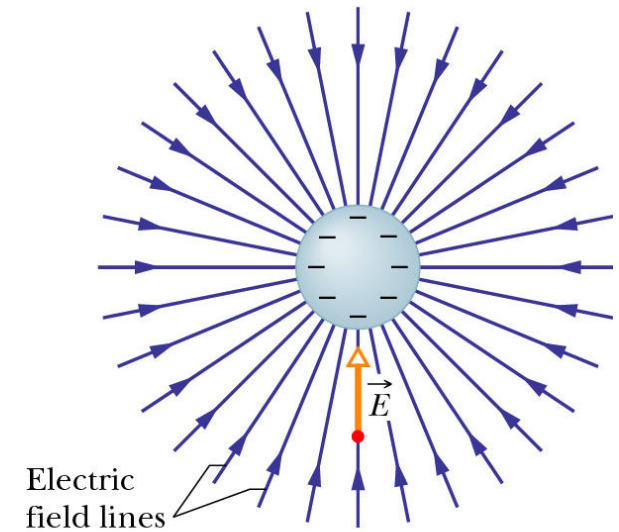
ConceptTest 7: Fernfeld einer beschränkten Ladungsverteilung

ConceptTest 8: Punktladung vor Metallplatte

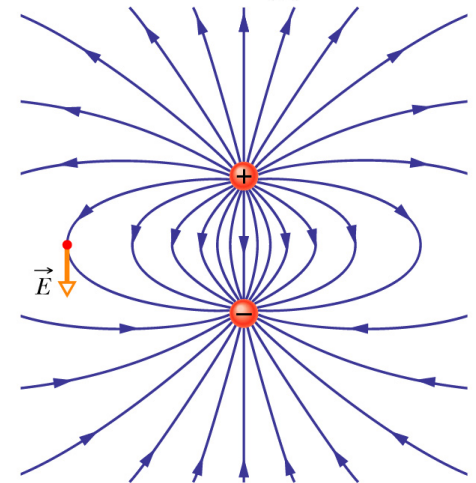
ConceptTest 1: Interpretation von Feldlinien

a) Unter welcher Bedingung kann man die Dichte der Feldlinien in den nebenstehenden Abbildungen (HR Abb. 23-2b und 23-5) als direktes Maß für die Stärke des elektrischen Feldes E interpretieren?

b) Wie müssten dazu die Ladungen verteilt sein?



(b)

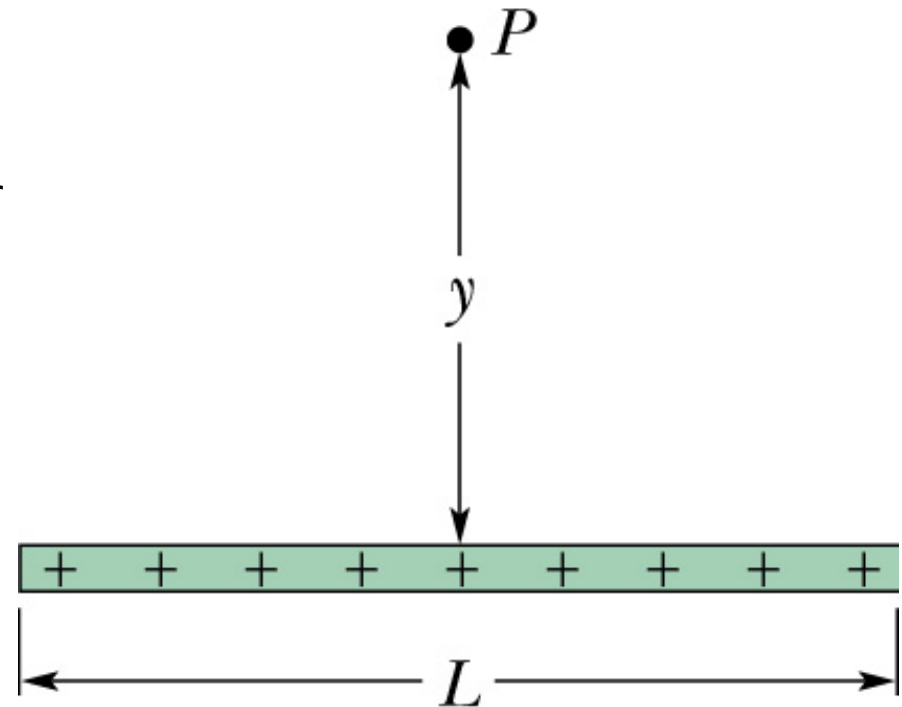


ConceptTest 2: Elektrisches Feld eines Stabes

Ein dünner, nichtleitender Stab der (endlichen) Länge L trägt eine homogen verteilte Ladung q . Zeigen Sie, dass der Betrag E des elektrischen Feldes im Punkt P auf der Mittelsenkrechten des Stabs gegeben ist durch den Ausdruck:

$$E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 y} \frac{1}{\sqrt{L^2 + 4y^2}}$$

(HR Kap. 23 Aufg. 24)



ConceptTest 3: Gradient und Divergenz

a) Gegeben seien ein Skalarfeld $f(\vec{r})$ (mit $\vec{r} \in \mathbb{R}^3$) und ein Vektorfeld $\vec{F}(\vec{r})$. Sind die folgenden Ausdrücke Skalare, Vektoren oder Matrizen?

1. $\vec{\nabla} f(\vec{r})$

2. $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r})$

3. $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r}) f(\vec{r})$

4. $\vec{\nabla} \vec{F}(\vec{r})$

ConceptTest 3: Gradient und Divergenz

a) Gegeben seien ein Skalarfeld $f(\vec{r})$ (mit $\vec{r} \in \mathbb{R}^3$) und ein Vektorfeld $\vec{F}(\vec{r})$. Sind die folgenden Ausdrücke Skalare, Vektoren oder Matrizen?

1. $\vec{\nabla} f(\vec{r})$

2. $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r})$

3. $\vec{\nabla} \cdot \vec{F}(\vec{r}) f(\vec{r})$

4. $\vec{\nabla} \vec{F}(\vec{r})$

b) Berechnen Sie die folgenden Ausdrücke ($r \equiv |\vec{r}|$):

1. $\vec{\nabla} r$

2. $\vec{\nabla} \cdot \vec{r}$

3. $\vec{\nabla} f(r)$

ConceptTest 4: Fluss

Berechnen Sie den Fluss Φ des Vektorfeldes $\vec{F}(\vec{r})$ durch die Fläche \mathcal{A} mit

$$\vec{F}(\vec{r}) = (z, x, -3y^2z)$$

und

$$\mathcal{A} = \{(x, y, z) \mid y = x^\alpha; 0 \leq x \leq 1; 0 \leq z \leq 1\} .$$

[cf. Korsch, Kap. 9.1.4]

ConceptTest 5: Potential und E-Feld eines dünnen Rings

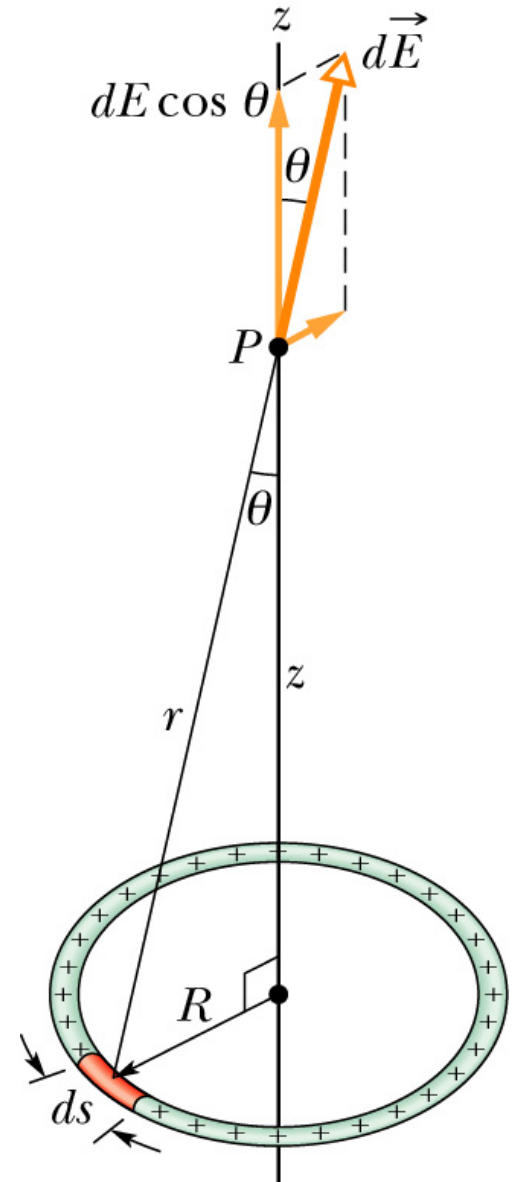
Berechnen Sie für einen homogen mit Ladung q geladenen dünnen Ring (in xy -Ebene, Radius R , Mittelpunkt im Ursprung)

a) das elektrische Feld $\vec{E}(z)$

b) das elektrische Potential $V(z)$

auf der z -Achse.

[cf. HR Kapitel 23-6]

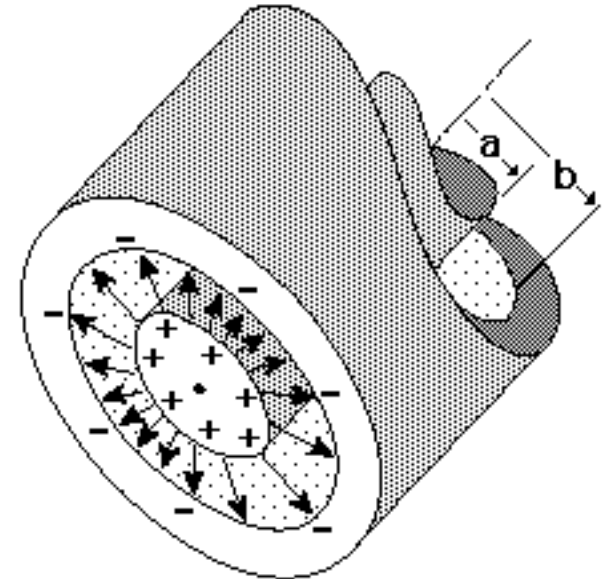


ConceptTest 6: Zylinderkondensator

Ein metallischer Vollzylinder mit Radius a sei konzentrisch umgeben von einem metallischem Hohlzylinder mit Innenradius b ; gemeinsam bilden diese einen Zylinderkondensator der Länge $L \gg b$.

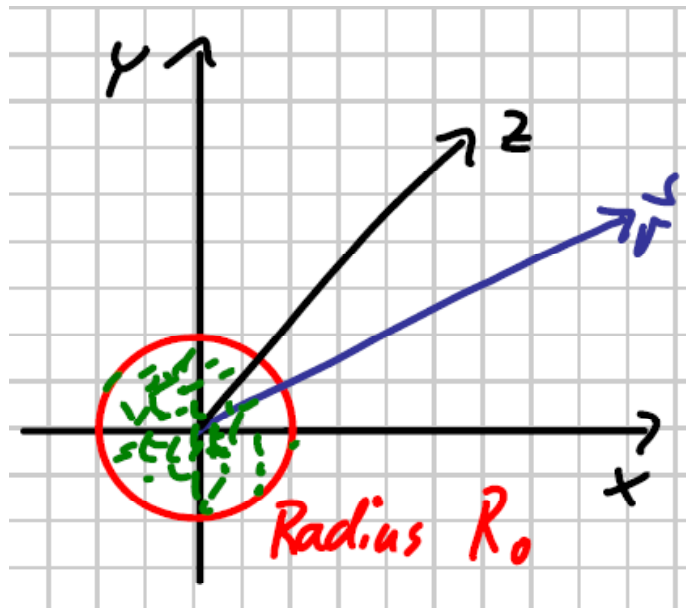
Berechnen Sie für den Fall, dass beide Zylinder Ladungen vom Betrag Q tragen

- das elektrische Potential $V(r)$
- das elektrische Feld $\vec{E}(r)$.
- Geben Sie die Kapazität des Zylinderkondensators an.
- Um welchen Faktor (gegenüber dem Inneren) fällt der Radialteil des elektrischen Feldes genau am Ende ab?



ConceptTest 7: Fernfeld einer beschränkten Ladungsverteilung

Gegeben sei eine Ladungsverteilung, die außerhalb eines Radius R_0 verschwindet: $\rho(\vec{r}) = 0$ für $r > R_0$.

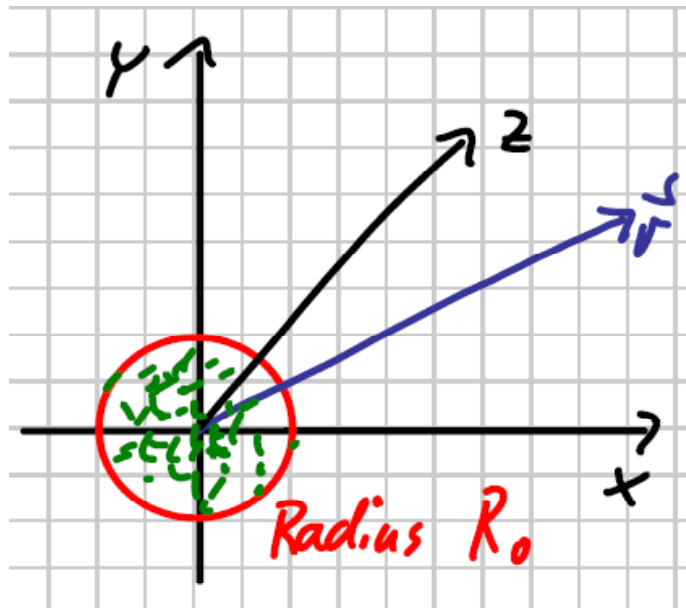


a) Was kann man über das Verhalten von $V(r)$ für $r \gg R_0$ für den Fall sagen, dass sich die Ladungsverteilung aus N Ladungen q_i zusammensetzt?

b) Allgemeiner: lassen sich Potential und Feld für $r \gg R_0$ durch wenige Parameter charakterisieren?

ConceptTest 7: Fernfeld einer beschränkten Ladungsverteilung

Gegeben sei eine Ladungsverteilung, die außerhalb eines Radius R_0 verschwindet: $\rho(\vec{r}) = 0$ für $r > R_0$.



a) Was kann man über das Verhalten von $V(r)$ für $r \gg R_0$ für den Fall sagen, dass sich die Ladungsverteilung aus N Ladungen q_i zusammensetzt?

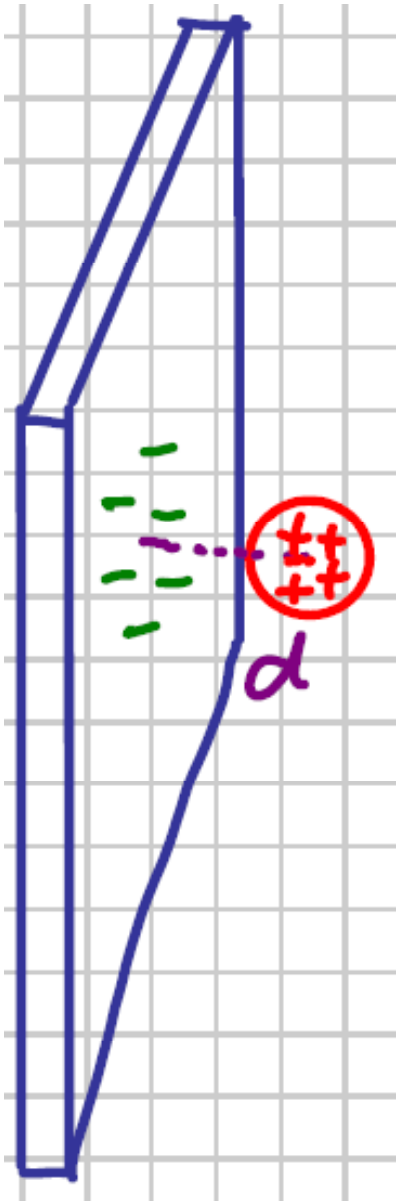
b) Allgemeiner: lassen sich Potential und Feld für $r \gg R_0$ durch wenige Parameter charakterisieren?

c) Entwickeln Sie das Potential einer Punktladung q_i (Ort \vec{r}_i)

$$V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}$$

für $r_i \ll r$.

ConceptTest 8: Punktladung vor Metallplatte



Eine Punktladung q befinde sich im Abstand d vor einer (unendlich ausgedehnten) ebenen, geerdeten Metallplatte.

a) Wirkt eine Kraft zwischen Ladung und Platte? Ist diese anziehend oder abstoßend?

b) Berechnen Sie Potential und Feld im der Ladung zugewandten Halbraum vor der Metallplatte.

c) Unter welchen Bedingungen trifft die Rechnung auf eine homogen geladene Kugel mit Radius R und eine endlich große Platte zu?

Visualisierung von E-Feld und Potential

