
Klassische Theoretische Physik II
Blatt 1

WS 2012/13

Abgabe: Dienstag, den 16.10.2012 vor 10 Uhr gegenüber dem Prüfungsamt

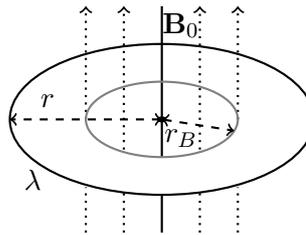
Besprechung: Donnerstag, den 18.10.2012 in den Übungsstunden

Website: <http://www.thp.uni-koeln.de/trebst/Lectures/2012-KTP2.html>

1. Rotierendes Rad

(4 Punkte)

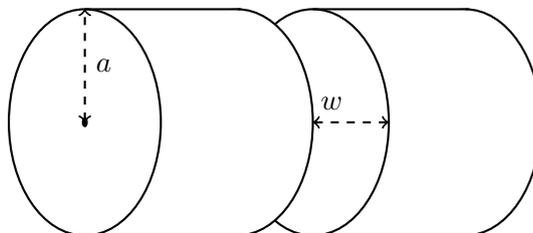
Am Außenrand eines ruhenden Rades mit Radius r sei eine Linienladungsdichte λ festgeklebt. Das Rad werde dann horizontal so aufgehängt, dass es sich frei drehen kann. Die Speichen bestehen aus einem nichtleitenden Material. In der Mitte des Rades bis zu einem Radius $r_B \leq r$ befinde sich ein homogenes Magnetfeld \mathbf{B}_0 in vertikaler Richtung. Nun werde das Magnetfeld abgeschaltet. Das anfangs ruhende Rad wird dadurch in Rotation versetzt. Warum? Bestimmen Sie den Drehimpuls des Rades nachdem das Magnetfeld verschwunden ist. Wie steht es mit der Drehimpulserhaltung?



2. Dickes Kabel

(4 Punkte)

Ein dickes Kabel mit Radius a trage einen konstanten Strom I homogen auf das Kabel verteilt. Im Kabel sei eine kleine Lücke der Breite $w \ll a$, diese bilde einen Plattenkondensator. Wie verhält sich das Magnetfeld in der Lücke?



3. Kugelwellen

(4 Punkte)

Ein skalares Potential gehorche folgender Wellengleichung:

$$\Delta \Psi = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \Psi$$

Machen Sie sich klar, dass es sich um eine isotrope Differentialgleichung handelt und verwenden Sie den Produktansatz $\Psi(r, \phi, \theta, t) = f(r) e^{i\omega t}$, um die Veränderlichen zu entkoppeln. Beachten Sie, dass der Laplace-Operator in Kugelkoordinaten dargestellt werden kann als

$$\Delta = \Delta_r + \Delta_{\phi, \theta},$$

wobei $\Delta_r = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} r$ und $\Delta_{\phi, \theta}$ nur Ableitungen in Richtung der Winkelvariablen enthält.

Lösen Sie nun die Differentialgleichung für $f(r)$.

(Hinweis: Substituieren Sie $f(r) = \frac{g(r)}{r}$)

4. Eindimensionale Wellengleichung

(4 Punkte)

a) Transformieren Sie die eindimensionale Wellengleichung

$$\left(\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) u(x, t) = 0$$

auf Lichtkegelkoordinaten $\xi = x + ct$, $\eta = x - ct$ und zeigen Sie, dass die allgemeinste Lösung die Form

$$u(x, t) = f(x + ct) + g(x - ct)$$

hat. u, f, g seien zweimal stetig differenzierbar.

b) Wie sieht die explizite Lösung für eine zur Zeit $t = 0$ vorgebene Form $u(x, 0) =: a(x)$ mit Geschwindigkeitsprofil $\dot{u}(x, 0) =: b(x)$ aus?

c) Bestimmen Sie $u(x, t)$ zu den Anfangsbedingungen

1. $a(x) = \sin(kx)$, $b(x) = 0$,
2. $a(x) = \sin(kx)$, $b(x) = -c k \cos(kx)$,
3. $a(x) = \sin(kx)$, $b(x) = c k \cos(kx)$.