

5. Übung (Abgabe Di. 26. Mai spätestens bis 14:00 Uhr zu Beginn der Vorlesung)

21. Aufgabe ME5 (nur für Lehramtsstudierende!)

(4 Punkte)

Es sei K eine Kugel vom Radius R mit der Massendichte $\rho(\vec{x}) = x^2 + y^2 + z^2$.

Berechne das Trägheitsmoment der Kugel bei Rotation um eine Mittelpunktsachse!

Erinnerung:

Trägheitsmoment $J = \iiint_K r_{\perp}^2 \rho dV$, vergleiche Mathematische Ergänzungen vom 19.01.2009!

Tipp:

In der Rechnung taucht ein Integral der Gestalt $\int \sin^3 x dx$ auf.

Dieses kann einer Formelsammlung (z.B. dem „Bronstein“) entnommen werden.

22. Polarisierbarkeit eines Atoms

(4 Punkte)

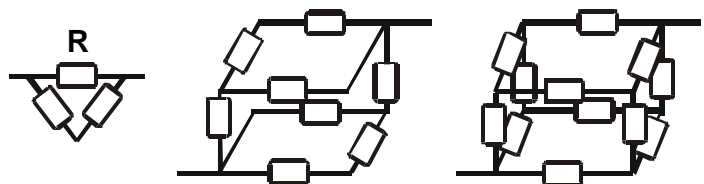
Ein einfaches Atommodell von J. J. Thomson (1906 Nobelpreis) besteht darin, dass man sich die gesamte Ladung $-q$ der Elektronen gleichmäßig über eine Kugel mit Radius r verteilt denkt (d.h. Raumladungsdichte $\rho = \text{const.}$) und den Kern mit Ladung $+q$ in den Mittelpunkt platziert. Berechnen Sie das Dipolmoment, das entsteht, wenn man dieses Modellatom in ein homogenes elektrisches Feld bringt.

Hinweis: Für ein Wasserstoffatom liefert die quantenmechanische Behandlung eine Polarisierbarkeit $\alpha = \frac{9}{2} 4\pi\epsilon_0 r_0^3$, wobei $r_0 = 0.53 \text{ \AA}$ der Bohr'sche Radius ist.

23. Widerstands-Netzwerk

(4 Punkte)

Berechnen Sie den Gesamtwiderstand folgender Schaltungen, die aus identischen Widerständen R aufgebaut seien

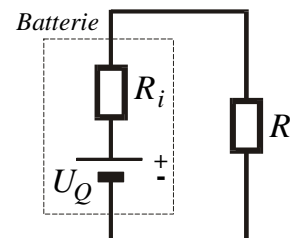


Hinweis: Für die dritte Schaltung werden die Kirchhoff'schen Regeln benötigt.

24. Reale Batterie

(4 Punkte)

Eine Batterie ist eine Spannungsquelle, die eine Potentialdifferenz generiert, indem sie chemische Energie in elektrische Energie umwandelt. Eine reale Batterie reagiert auf Belastung durch Reduktion der Spannung. Dieses Verhalten kann in einer Ersatzschaltung dadurch beschrieben werden, dass die reale Batterie als eine Reihenschaltung einer idealen, unveränderlichen Spannungsquelle (die Quellspannung U_Q) und eines Widerstands (= Innenwiderstand R_i) dargestellt wird.



Berechnen Sie den maximalen Strom I_{kurz} , den eine Autobatterie zu liefern imstande ist ($U_Q = 12 \text{ V}$, $R_i = 0.04 \text{ \Omega}$). Dieser wird auch als Kurzschlussstrom bezeichnet (= Strom ohne äußeren Lastwiderstand, d.h. $R = 0$). Berechnen Sie weiter die Batteriespannung als Funktion eines Lastwiderstands R .

5. Übung (Abgabe Di. 26. Mai spätestens bis 14:00 Uhr zu Beginn der Vorlesung)

25. Selbstentladung eines realen Kondensators (nicht für Lehramtsstudierende!) (4 Punkte)

Im realen Kondensator hat das Dielektrikum (Dielektrizitätskonstante ϵ) zwischen den Platten eine von null verschiedene Leitfähigkeit $\sigma > 0$. Berechnen Sie die dadurch entstehende Selbstentladung des Kondensators. Wie hängt die Zeitkonstante τ der Selbstentladung von ϵ und σ ab?

Hinweis: Gegeben sei ein Plattenkondensator. Das Dielektrikum wirkt wie ein Widerstand, der den Kondensator entlädt. Lösen Sie die Differentialgleichung einer Ersatzschaltung, die diese Entladung beschreibt und drücken Sie die Zeitkonstante der Entladung durch ϵ und σ aus.

