1. Übung (Abgabe Di. 28. April bis 10:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31))

---

1. Aufgabe ME1 (nur für Lehramtsstudierende!) **(4 Punkte)**

a) Lösen Sie das Integral $\int 2x^{16} \exp(x^{17}) dx$.

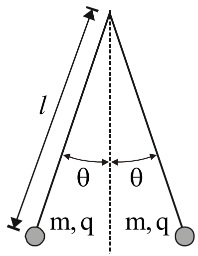
b) Lösen Sie das Integral $\int c \cdot x \sin(x)\, dx$! ($c \in \mathrm{IR}$ sei konstant).

c) Sei $f(x,y,z) = \dfrac{1}{x^2 + y^2 + z^2}$. Berechnen Sie grad f(x,y,z)!

d) Ist $\phi(x,y) = x^3 + \cos(xy^2)$ ein Potential von $\vec{f}(x,y) = \begin{pmatrix} 3x^2 + \cos(y^2) \\ -2xy\sin(xy^2) \end{pmatrix}$? Begründen Sie!

2. Doppel-Elektroskop **(4 Punkte)**

Die in der Skizze dargestellte Anordnung aus zwei metallischen Kugeln ist geeignet, elektrische Ladungen einfach und absolut zu messen. Die nebenstehende Skizze stellt zwei Pendel dar, die jeweils die gleiche Ladung q tragen und an jeweils einem Faden der Länge l beweglich aufgehängt sind.



a) Geben Sie die Beziehung zwischen q^2 und θ bei gegebener Pendellänge l und Pendelmasse m an.

b) Nähern Sie das Ergebnis für den Grenzfall kleiner Winkel θ.

c) Skizzieren Sie q^2 nach den Ergebnissen aus a) und b) als Funktion von θ von 0 bis π/2 mit $l = 20$ cm, $m = 5$ g ($\varepsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{AsV^{-1}m^{-1}}$).

d) Berechnen Sie die Ladung q für θ = 25° und 60° nach den Ergebnissen aus a) und b).

Hinweis: Die Kugeln werden als punktförmig angenommen. Geben Sie Rechenergebnisse auf zwei Nachkommastellen an.

3. Bohr'sches Atommodell **(4 Punkte)**

Im Bohr'schen Atommodell für das Wasserstoffatom umkreist ein Elektron (im Grundzustand) das Proton im Abstand $a_0 = 5.3 \cdot 10^{-11}\ m$. Wie groß ist die Coulomb-Kraft zwischen Elektron und Proton? Um wie viel kleiner ist im Verhältnis dazu die Gravitationsanziehung (Gravitationskonstante $G = 6.673 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m^3kg^{-1}s^{-2}}$)?

4. Potentielle Energie im Atomkern **(4 Punkte)**

Die Wechselwirkung zweier Teilchen im Atomkern kann grob durch eine potentielle Energie der Form

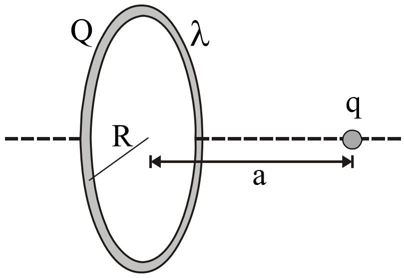
$$V(\vec{r}) = -C \cdot \frac{e^{-\mu|\vec{r}|}}{|\vec{r}|}$$

beschrieben werden. Skizzieren Sie $V(\vec{r})$. Berechnen Sie die zugehörige Kraft $\vec{K}(\vec{r})$ über den Gradienten und vergleichen Sie ihre Form mit der Coulomb-Kraft. Erklären Sie die anschauliche atomphysikalische Bedeutung des Parameters μ im oben dargestellten Kernpotential.

1. Übung (Abgabe Di. 28. April bis 10:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31))

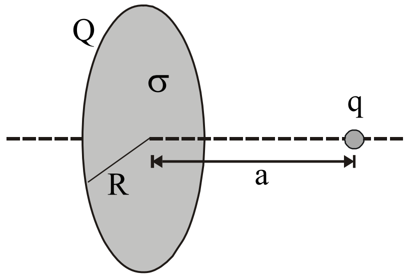
---

5. Kraft einer homogen geladenen Scheibe (*nicht* für Lehramtsstudierende!) (4 Punkte)



a) Berechnen Sie die Coulomb–Kraft, die ein homogen geladener Kreisring (mit vernachlässigbarer Dicke) mit dem Radius R und der Gesamtladung Q auf eine Ladung q auf der zentralen Achse im Abstand a vom Zentrum des Kreisrings ausübt.

b) Berechnen Sie die Coulomb-Kraft, die eine homogen geladene Kreisscheibe mit Radius R und der Gesamtladung Q auf eine Ladung q auf der zentralen Achse im Abstand a vom Zentrum der Kreisscheibe ausübt.



Hinweis: *Berechnen Sie zuerst in a) die Ringladungsdichte λ (Linienladungsdichte). Überlegen Sie, welche Richtung die Coulomb-Kraft des Rings auf die Ladung* q *aus Symmetriegründen haben muss. Damit können Sie die Kraftkomponente* dF_C *eines Ringelements* dQ *auf* q *bestimmen und über den gesamten Ring integrieren. Teilaufgabe b) lässt sich unter Berücksichtigung des Ergebnisses aus Teilaufgabe a) stark vereinfachen. Das Flächenintegral reduziert sich dann auf ein gewöhnliches Integral in einer Dimension.*