UNIVERSITÄT ZU KÖLN
PRIV.-DOZ. DR. S. SCHEIDL
PROF. DR. H. MICKLITZ

WS 2002/2003
ZÜLPICHER STRASSE 77
50937 KÖLN

Übungen zu Physik I **Blatt 0**

Präsenzübungen *Besprechung: 21.10.2002*

Die Aufgaben dieses Blattes brauchen ausnahmsweise *nicht* schriftlich bearbeitet zu werden und sie gehen auch *nicht* in die Bewertung ein.

Aufgabe 0.1: Dimensionsprüfung

Seien a und b zwei physikalische Größen unterschiedlicher Dimension (z.B. Länge und Zeit), c eine dimensionslose Größe (z.B ein Winkel). Welche der folgenden Ausdrücke

$$a+b, \quad a-c, \quad ab, \quad a/b, \quad e^a, \quad \sin c, \quad a^c, \quad c^a$$

sind formal sinnvoll?

Eine Dimensionsanalyse ist oft hilfreich, um formal zu prüfen, ob eine physikalische Formel überhaupt richtig sein kann, oder ob dimensionsbehaftete Faktoren vergessen wurden.

Aufgabe 0.2: Dimensionsbetrachtungen

Für die folgenden Probleme ist kein physikalisches Verständnis ihres Inhalts sondern nur eine formale Betrachtung der betreffenden Größen erforderlich.

(a) Wir betrachten ein Fadenpendel, d.h. eine Masse m, die an einem Faden der Länge l aufgehängt ist und im Gravitationsfeld der Erde (konstante Gravitationsbeschleunigung g) schwingt. Die Schwingungsdauer T ist von m unabhängig und damit eine Funktion von l und g. Bestimmen Sie T bis auf einen Faktor durch eine Dimensionbetrachtung.

(b) Die drei Naturkonstanten $G = 6.670 \times 10^{-11}$ m^3 kg^{-1} s^{-2} (Newtonsche Gravitationskonstante), $c = 2.998 \times 10^8$m s^{-1} (Lichtgeschwindigkeit) und $\hbar = 1.054 \times 10^{-34}$ kg m^2 s^{-1} (Plancksches Wirkungsquantum dividiert durch 2π) lassen sich auf genau eine Weise zu einer Länge kombinieren. Die sich ergebende Plancklänge l_{Planck} ist die Größenordnung, auf der Quanteneffekte für die Gravitation wichtig werden. Bestimmen Sie l_{Planck} bis auf einen numerischen Faktor durch Dimensionsbetrachtung.

(c) Ein Hertzscher Dipol ist ein Metallstab, zwischen dessen beiden Enden Ladungen periodisch schwingen. Er strahlt elektromagnetische Wellen in den umgebenden Raum ab. Die Strahlungsleistung S nimmt mit dem Abstand r gemäß $S = A/r^2$ ab, wobei wir hier eine Winkelabhängigkeit unberücksichtigt lassen. Die Konstante A hängt von der Frequenz ω der Schwingung, dem Dipolmoment p und den Naturkonstanten c (Lichtgeschwindigkeit) und ϵ_0 (dielektrische Konstante) ab. Bestimmen Sie A durch Dimensionsbetrachtungen. Verwenden Sie dabei $[S]$ = [Masse]/[Zeit]^3, $[p]$=[Länge]$\times$[Strom]$\times$[Zeit] und $[\epsilon_0]$=[Strom]$^2\times$[Zeit]^4/[Länge]^3/[Masse].

Aufgabe 0.3: Größenordnungen

(a) Man denke sich ein langes Kabel zunächst straff um der Erdäquator gespannt. Das Kabel soll auf 10 Meter hohe Masten neu verlegt werden. Um wieviel Meter muss es verlängert werden?

(b) In welcher Entfernung sieht ein Schwimmer bei völlig glatter Meeresoberfläche die 10 Meter hohe Mastspitze eines von weitem herankommenden Segelschiffs auftauchen?

(c) Eine gewisse Menge einer Flüssigkeit werde gleichmäßig über alle Weltmeere verteilt. Anschließend werde irgendwo eine Probe von einem Liter entnommen. Bei welcher ursprünglichen Flüssigkeitsmenge kann man erwarten, dass die Probe ein paar Moleküle davon enthält? Schätzen Sie grob ab.

Aufgabe 0.4: Vektorprodukte

(a) Seien $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$ und $\mathbf{c}$ Elemente des dreidimensionalen euklidischen Vektorraums $\mathbb{R}^3$. Zeigen Sie die folgenden Regeln der Vektoralgebra:

$$\begin{aligned} \text{zyklische Vertauschung:} \quad & \mathbf{a}\cdot(\mathbf{b}\times\mathbf{c}) = \mathbf{b}\cdot(\mathbf{c}\times\mathbf{a}) = \mathbf{c}\cdot(\mathbf{a}\times\mathbf{c}) \\ \text{doppeltes Kreuzprodukt:} \quad & \mathbf{a}\times(\mathbf{b}\times\mathbf{c}) = \mathbf{b}(\mathbf{a}\cdot\mathbf{c}) - \mathbf{c}(\mathbf{a}\cdot\mathbf{b}) \end{aligned}$$

(b) Sei $\mathbf{e}$ ein Einheitsvektor ($\mathbf{e}\cdot\mathbf{e} = 1$) und $\mathbf{r}$ ein beliebiger Vektor des $\mathbb{R}^3$. Zeigen Sie, dass sich $\mathbf{r}$ in

$$\mathbf{r} = \mathbf{e}(\mathbf{e}\cdot\mathbf{r}) + \mathbf{e}\times(\mathbf{r}\times\mathbf{e})$$

zerlegen lässt und

(c) interpretieren Sie das Erbegnis.