

Beispiele für die Übungen zu Theoretische Physik
für das Lehramt L2
Blatt 3

R. A. Bertlmann

WS 2011/12

- 12) Leite das Stefan-Boltzmann Gesetz aus der Planck'schen Strahlungsformel her, indem du folgendes Integral auswertest:

$$\int_0^{\infty} u(\omega) d\omega,$$

wobei $u(\omega)$

$$u(\omega) = \frac{\hbar}{c^3 \pi^2} \frac{\omega^3}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1}$$

- 13) Wiederhole die Axiome von Skalarprodukt und Norm. Überprüfe die Axiome bei folgendem Skalarprodukt:

$$\langle f|g \rangle = \int \overline{f(x)} g(x) dx$$

wobei $\overline{f(x)}$ die konjugiert komplexe bedeutet.

Anmerkung: Die Bracket-Schreibweise $\langle x|y \rangle$ ist in der Quantenmechanik sehr üblich. Vereinfacht gesagt ist $|x\rangle$ ein Vektor (aus dem Hilbertraum, in dem wir arbeiten), der „Ket“ genannt wird und $\langle y|$ der konjugiert komplexe und transponierte dazu, der „Bra“ genannt wird. Genauer gesagt ist es das zugehörige Element aus dem zum Hilbertraum gehörigen Dualraum.

- 14) Berechne Eigenwerte und Eigenvektoren der Pauli-Matrizen

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

15) Berechne $\sigma_i \cdot \sigma_j$ für $i, j = 1, 2, 3$ und stelle dafür eine Regel auf, indem du das Levi-Civita-Symbol benützt.

16) Berechne die de Broglie Wellenlänge von

- a) einem „Quantenfußball“ ^{60}C , mit einer Geschwindigkeit von 200 m s^{-1}
- b) einem normalen Fußball mit einem Gewicht von 450g und einer Geschwindigkeit von 30 km/h
- c) * Vergleiche (qualitativ) das Durchtreten des ^{60}C Moleküls durch das Gitter mit dem Fußball, der durch ein Fußballtor durchfliegt. Beachte dabei die Größen und die Wellenlängen - was fällt dir auf?
- d) * Betrachte einen Ferrari, der durch ein Gitter durchfährt, durch das er genau durchpasst. **Schätze** wie weit er fahren muss, damit man den Beugungseffekt bemerkt.

Anmerkung: Beispiele 16) c) und d) (mit * gekennzeichnet) sind nur zum nachschauen und nachdenken. Das Beispiel kann auch gekreuzt werden, wenn man kein wirkliches Ergebnis dazu hat.