

**Fragen zur Vorlesung *Quantenmechanik***  
(SoSe 2019)  
**Quickies 1**

<https://uol.de/condmat/teaching/qm/>

1. Wie werden der thermische Erwartungswert  $\langle E \rangle_{\text{cl}}$  der Energie eines klassischen harmonischen Oszillators und sein quantenmechanisches Gegenstück  $\langle E \rangle_{\text{qm}}$  konkret berechnet?
2. Rekapitulieren Sie die Konstruktion der spektralen Zustandsdichte für die Hohlraumstrahlung!
3. Was versteht man unter der „Ultraviolett Katastrophe“? Warum tritt diese Katastrophe in der Natur nicht auf?
4. Sei  $\psi(x) = \mathcal{N} \exp(-\alpha x^2/2)$ , wobei  $\alpha > 0$ . Bestimmen Sie die „Normierungskonstante“  $\mathcal{N}$  derart, dass die Gleichung

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx |\psi(x)|^2 = 1$$

erfüllt wird. Berechnen Sie dann die Fourier-Transformierte  $\hat{\psi}(k)$  der Funktion  $\psi(x)$ .

5. Fassen Sie die oben bestimmten Funktionen  $|\psi(x)|^2$  und  $|\hat{\psi}(k)|^2$  als Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Zufallsvariablen  $x$  bzw.  $k$  auf und diskutieren sie deren Standardabweichungen in Abhängigkeit von  $\alpha$ . Dazu müssen die Integrale

$$\langle x^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} dx x^2 |\psi(x)|^2 \quad \text{bzw.} \quad \langle k^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} dk k^2 |\hat{\psi}(k)|^2$$

berechnet werden. Betrachten Sie schließlich auch das Produkt der beiden Standardabweichungen. Was fällt Ihnen auf?