

# Zusammenfassung Extreme (Auf eigene Gefahr)

#NW

#Vorbereitung

## 3. Allgemeine Relativitätstheorie

### 3.1 Allgemeines

Die "Allgemeine Relativitätstheorie" von Einstein (1915) behandelt Gravitation als Krümmung der Raum-Zeit. Dies führt zu erstaunlichen Konsequenzen wie Zeitdilatation und Lichtablenkung durch Masse.

### 3.2 Gravitations-Rotverschiebung

Im Gravitationsfeld verliert ein Photon Energie, was zu einer Rotverschiebung führt. Die Formel  $f' = f(1 - (g \cdot H)/c^2)$  beschreibt diesen relativistischen Effekt. Obwohl bei normalen Gravitationsfeldern gering, ist dies entscheidend für das GPS-System und wurde durch die ART bestätigt.

## 4. Quantentheorie

### Einleitung (Doppelspaltversuch)

Der Welle-Teilchen-Dualismus führt zur Quantenphysik. De Broglie erweiterte den Dualismus auf Materie, und die Heisenberg'sche Unschärferelation besagt, dass Ort und Impuls nicht beliebig genau bestimmt werden können.

### Teilchen im Potentialtopf (Energieniveaus)

Schrödinger postulierte die Schrödinger-Gleichung, eine fundamentale Gleichung der Quantenmechanik. Sie lautet  $i\hbar \partial/\partial t \Psi = \hat{H} \Psi$ , wobei  $\Psi$  die Wellenfunktion,  $\hat{H}$  der Hamiltonian-Operator und  $\hbar$  das reduzierte Plancksche Wirkungsquantum sind. Die Gleichung beschreibt die zeitliche Entwicklung der Wellenfunktion eines quantenmechanischen Systems. Der Tunneleffekt ermöglicht Teilchen, klassisch unmögliche Bereiche zu durchdringen.

## 5. Elementarteilchenphysik

### 5.1 Einleitung

Der Nachweis fundamentaler Teilchen erfolgte relativ spät. Die Starke Kraft hält den Atomkern zusammen. Die Beschreibung erfolgt durch das Schalen- oder Tröpfchenmodell.

### 5.2 Elementarteilchen

Elementarteilchen sind die kleinsten Bausteine der Materie. Das Standard-Modell unterscheidet zwischen Hadronen und Leptonen. Quarks bilden Hadronen, wobei die Quantenchromodynamik die "Farbladung" einführt. Das Higgs-Boson wurde 2013 im CERN nachgewiesen und verleiht Elementarteilchen Masse.

### 5.3 Teilchenbeschleuniger

Moderne Beschleunigeranlagen bestehen aus Linear- und Ringbeschleunigern. Der LHC im CERN erreicht bis zu 14TeV. Detektoren analysieren Kollisionen von Teilchen, was zur Entdeckung neuer Elementarteilchen führt.

### 5.4 Radioaktivität

### 5.4.3 Alpha-Zerfall

Beim Alpha-Zerfall sendet ein Mutterkern (z.B.,  $^{238}\text{U}$ ) ein Alpha-Teilchen aus. Der Tunnel-Effekt ermöglicht dies, da klassisch zu wenig Energie vorhanden wäre. Die schweren Alpha-Teilchen haben hohe Energien und werden beim Durchgang durch Materie stark abgebremst.

### 5.4.4 Beta-Zerfall

Freie Neutronen zerfallen mit einer Halbwertszeit von ca. 1000s in ein Proton, ein Elektron und ein Antineutrino. Beispiel:  ${}^6_{16}\text{C} \rightarrow {}^7_{16}\text{N} + e^- + (\bar{\nu})e$ . Beim Beta-Plus-Zerfall wandelt sich ein Proton in ein Neutron um und es entstehen ein Positron und ein Neutrino.

### 5.4.5 Gamma-Strahlung

Angeregte Atomkerne können überschüssige Energie als Gamma-Strahlung abgeben. Das Spektrum ist diskret, ähnlich den Energieniveaus der Elektronen in der Atomhülle.