Wintersemester 202x
**Klausur zur Vorlesung
Relativität und Quanten**

erlaubte Hilfsmittel:
Taschenrechner, DIN-A5 Blatt Papier (handbeschrieben)

**Viel Erfolg und schreiben Sie bitte leserlich.
Der Lösungsweg bei den Rechenaufgaben
muss nachvollziehbar sein.
Auf der letzten Seite finden Sie einige Tabellenwerte.**

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Studiengang:

1. Welche Aussagen im Bezug auf die Einsteinschen Postulate sind richtig?
 - Es gibt ein absolutes Bezugssystem!
 - Die spezielle Relativitätstheorie gilt für alle Inertialsysteme!
 - Die kinetische Energie eines Teilchens bei relativistischen Geschwindigkeiten kann nicht angegeben werden, da sich die Ruhemasse ändert.
 - Nach dem zweiten Einsteinschen Postulat ist die Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum und in allen Medien mit $3 \cdot 10^8$ m/s konstant.
 - Schon bei einer relativen Geschwindigkeit von 1 m/s zwischen zwei Inertialsystemen können im Prinzip Effekte der Zeitdilatation und der Längenkontraktion beobachtet werden.

2. Im Bezugssystem S_1 findet ein Ereignis (1) zum Zeitpunkt $t_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ s am Ort $x_1 = 20$ m und ein weiteres Ereignis (2) am Ort $x_2 = 60$ m zum Zeitpunkt $t_2 = 3 \cdot 10^{-8}$ s statt. Ein anderes Bezugssystem S_2 bewegt sich in Bezug auf S_1 mit einer Geschwindigkeit $v = +0.6c$ in Richtung der gemeinsamen x-Achse.
 - (a) Welchen räumlichen Abstand haben die Ereignisse im Inertialsystem S_2 ?
 - (b) Welche Zeitspanne vergeht zwischen den Ereignissen in S_2 ?

3. Was versteht man unter relativistischer Rotverschiebung?

4. Erhöht sich die Masse eines Atoms, wenn das System ein grünes Photon bei 555 nm absorbiert?
 - Ja!
 - Nein!

Erläutern Sie ihre Entscheidung!

5. Wie viel Energie ist mindestens notwendig, um ein Proton-Antiproton (p^+p^-) Paar zu erzeugen? Geben Sie den Wert auch in der atomaren Einheit eV an.

6. Betrachten Sie die Comptonstreuung von Röntgenstrahlen einer Wellenlänge $\lambda_i = 5 \cdot 10^{-11}$ m an Elektronen.
- Für welchen Streuwinkel gilt für die Wellenlänge λ_f des gestreuten Röntgenlichts: $(\lambda_f - \lambda_i)/\lambda_i = 0.01$
 - Wie hoch ist die Rückstoßenergie des Elektrons?
7. Der Radius des Elektrons beträgt etwa 10^{-19} m. Bestimmen Sie die deBroglie Wellenlänge
- eines Elektrons, das über eine Potenzialdifferenz von $U_e=182$ V beschleunigt wurde!
 - einer Kugel (Masse $m=1$ kg, Radius 10 cm), die sich mit einer Geschwindigkeit von $v=1$ m/s bewegt!
 - Vergleichen Sie die Resultate und erläutern sie, warum die Wellennatur der Materie im Alltag vernachlässigt werden kann?
8. Ein Elektron ist in einem 10 nm breiten Potenzialwall eingesperrt. Wie hoch ist die Unsicherheit in der Bestimmung der Geschwindigkeit des Teilchens?
9. Wie berechnet man quantisierte Energiewerte in einem harmonischen Potenzial?
- $E_n = n \cdot \hbar\omega$
 - $E_n = n^2 \cdot \hbar\omega$
 - $E_n = (n + 1/2) \cdot \hbar\omega$
 - $E_n = (n + 1) \cdot \hbar\omega$
 - $E_n = (1 - n) \cdot \hbar\omega$
10. Am Nachthimmel kann man mit dem Teleskop rote, gelbe und blaue Sonnen beobachten. Warum berichten die Astronomen niemals von grünen Sternen?
11. Ein weit entfernter blauer Riese hat eine Oberflächentemperatur von 32 500 K.

- (a) Bei welcher Wellenlänge gibt der Stern die intensivste Strahlung ab?
- (b) Um welchen Faktor ändert sich die abgegebene Strahlungsintensität, wenn die Oberflächentemperatur auf 30 000 K absinkt.
12. Ein Laser sendet monochromatisches Licht der Wellenlänge 500 nm aus.
- (a) Wie viele Photonen emittiert die Lichtquelle pro Sekunde, wenn die Leistung 1 Watt beträgt?
- (b) Die Austrittsarbeit aus dem Alkalimetall Rubidium beträgt 205.5 kJ/mol. Welche kinetische Energie haben die ausgelösten Photoelektronen, wenn das Laserlicht auf diese Metalloberfläche trifft?
13. Was ist die längste Wellenlänge der Wasserstoff Balmer-Serie ($n_1 = 2$)?
Hinweis: Die Rydbergkonstante lässt sich berechnen über

$$R_\infty = \frac{m_e \cdot e^4}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^3 \cdot c} \quad (1)$$