

**Ausgabe:** 14.11.2014

**Abgabe:** bis 21.11.2014 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

---

## Aufgabe 1: Paarbildung

2 Punkte

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass der Effekt der Paarbildung im Vakuum nicht möglich ist.

In der Umgebung eines Kerns der Masse  $M \gg m_e$  ist Paarbildung jedoch möglich, da dieser einen Teil des Impulses aufnehmen kann und somit die Impulserhaltung gewährleistet ist.

- Wie lautet die lorentzinvariante Energie-Impuls beziehung für Viererimpulse  $p = \begin{pmatrix} E \\ c\vec{p} \end{pmatrix}$  ?
- Bestimmen Sie mit Hilfe von Viererimpulsen die Energie, die ein Photon mindestens besitzen muss, damit es zur Paarbildung kommen kann.

## Aufgabe 2: Comptonstreuung

4 Punkte

- Leiten sie den aus der Vorlesung bekannten Ausdruck für die winkelabhängige Änderung der Photonenwellenlänge bei Comptonstreuung her. Benutzen Sie dazu die Erhaltungsgrößen bei dem Streuprozess.

*Hinweis:*

*Benutzen Sie die relativistische Energie-Impuls-Beziehung für das Elektron  $E_e'^2 = E_e^2 + c^2 p_e'^2$  (gestrichene Größen: nach dem Stoß, ungestrichene: vorher).*

*Beachten Sie, dass der Impuls ein Vektor ist, also Betrag und Richtung hat.*

- Ein Photon der Wellenlänge  $\lambda = 2$  pm trifft auf ein ruhendes freies Elektron. Nach dem Stoß hat das Elektron eine kinetische Energie von 0,075 MeV. Unter welchem Winkel wird das gestreute Photon erwartet und welche Wellenlänge hat es?

## Aufgabe 3: Röntgendiagnostik

3 Punkte

- Eine unbekannte Röhre zeigt eine scharfe Linie von  $\lambda=0.0721$ nm. Um welche Art Strahlung handelt es sich? Bestimmen Sie mit Hilfe des Moseley'schen Gesetzes um welches Element es sich handelt. Aus welchem Material bestehen die Kathode und die Anode der Röhre?
- Um Blutbahnen mit Röntgenstrahlen zu erfassen, spritzt man besondere Kontrastmittel ins Blut. Welche Eigenschaften müssen diese Flüssigkeiten haben?
- In der Mammographie verwendet man Röntgenröhren, deren Anoden aus Molybdän bestehen. An der Kathode werden thermische Elektronen erzeugt. Im Betrieb besteht zwischen der Anode und der Kathode ein Potentialunterschied von 30 kV und es kann ein elektrischer Strom von 100mA zwischen den Elektroden gemessen werden. Nur 0.2% der elektrischen Leistung wird für die Erzeugung der Röntgenstrahlen aufgebracht. Wie viele Elektronen treffen pro Sekunde auf die Anode? Wie lange kann die Röntgenröhre arbeiten, ohne dass die Anode aufschmilzt, wenn sie bei einer Temperatur von 300 K arbeitet?

(Masse der Anode:  $m = 85$ g; spezifische Wärme von Molybdän:  $c_p = 0.254$ Jg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>; Schmelztemperatur von Molybdän:  $T_S = 2896$ K)