

# Thomson-Streuung und der relativistische Doppler-Effekt in nicht-relativistischer Lesart

NvF 2010

# Überblick

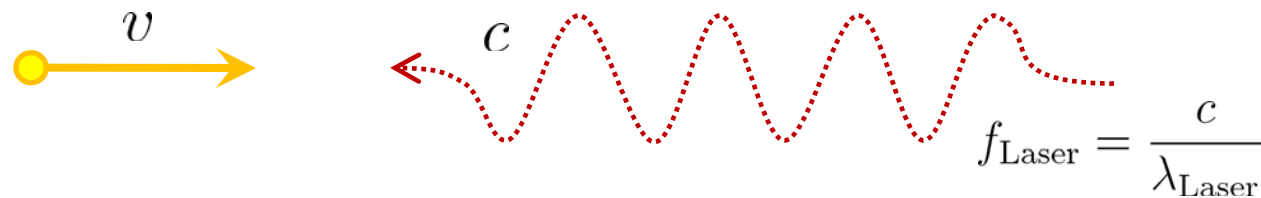
---

1. Relativistischer Doppler-Effekt in der Thomson-Streuung
2. Frequenz-Erhöhung der Thomson-Streuung in nicht-relativistischer Lesart
3. Vergleich der Ergebnisse
4. Unterscheidbarkeit beider Lesarten

# 1. Relativistischer Doppler-Effekt und Thomson-Streuung

---

1.1. Im Bezugssystem des Elektrons:  
Das Elektron spürt eine verkürzte Laser – Frequenz



Annäherung von Sender und Empfänger

Das Lehrbuch sagt:

Das Elektron schwingt mit

$$f_{e^-} = f_{\text{Laser}} \sqrt{\frac{c + v}{c - v}}$$

# 1. Relativistischer Doppler-Effekt und Thomson-Streuung

---

## 1.2. Im Laborsystem :

Das Elektron fungiert als bewegter Sender.

Im Laborsystem detektiert man lt. Lehrbuch in der Strahlrichtung eine verkürzte Frequenz:

$$f_X = f_e \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$$

Es gilt weiter wie gewohnt:

$$f_X = f_{\text{Laser}} \frac{c+v}{c-v} = f_{\text{Laser}} \frac{c^2 + v^2 + 2v}{c^2 - v^2} = f_{\text{Laser}} \frac{1 + \frac{v^2}{c^2} + 2\frac{v}{c}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx 4\gamma^2 f_{\text{Laser}}$$

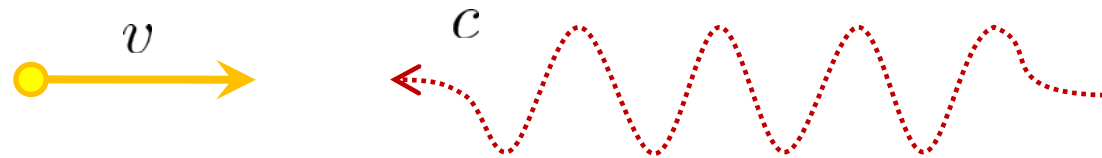
$\frac{c+v}{c+v}$        $v \approx c$

## 2. Thomson-Streuung in nicht-relativistischer Lesart

---

Annahmen:

- Der elektromagnetischer Feldzustand des Raumes ist an ein Hintergrundmedium gebunden.
- Im Vakuum breiten sich Feldstörungen mit der Geschwindigkeit  $c$  aus



- Das Elektron durchfährt eine volle Laserschwingung mit der Relativgeschwindigkeit  $c + v$

in der Zeit  $T_{e^-} = \frac{\lambda_{\text{Laser}}}{(c + v)}$ , es spürt also  $f_{e^-} = f_{\text{Laser}} \frac{c + v}{c}$

## 2. Thomson-Streuung in nicht-relativistischer Lesart

---

- Das Elektron bewirkt eine Feldstörung, die sich mit  $c$  ausbreitet  
Während einer vollen Laserschwingung propagiert das Elektron um eine Strecke  $vT_{e^-} = \frac{v}{f_{e^-}}$   
die erzeugte Feldstörung dagegen um

$$cT_{e^-} = \frac{c}{f_{e^-}}$$

- Vom Labor aus gesehen bewirkt das Elektron also eine Feldstörung mit der Wellenlänge  $\lambda_X = (c - v)T_{e^-}$   
Man sieht also eine Welle mit der Frequenz:

$$f_X = \frac{c}{(c - v)T_{e^-}} = f_{e^-} \frac{c}{(c - v)}$$

## 2. Thomson-Streuung in nicht-relativistischer Lesart

---

Insgesamt ergibt sich mit  $f_{e^-} = f_{\text{Laser}} \frac{c+v}{c}$

und  $f_X = f_{e^-} \frac{c}{(c-v)}$

für die nicht-relativistische Lesart:

$$f_X = f_{e^-} \frac{c}{(c-v)} = f_{\text{Laser}} \frac{c(c+v)}{c(c-v)} = f_{\text{Laser}} \frac{c+v}{c-v}$$

### 3. Vergleich der Ergebnisse

---

Relativistisch:

$$f_X = f_{\text{Laser}} \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$$



Nicht-Relativistisch:

$$f_X = f_{\text{Laser}} \frac{c}{(c-v)} \frac{(c+v)}{c}$$



$$f_X = f_{\text{Laser}} \left( \frac{c+v}{c-v} \right)$$

Welcher Weg ist der bessere ?!?



## 4. Unterscheidbarkeit

---

Mathematische Äquivalenz lässt sich verlässlich nur **experimentell** beurteilen!

Das heißt: Ist ein absolutes Hintergrundfeld in irgendeiner Weise nachweisbar?

Ja, ist es, und zwar zum Beispiel in der Anisotropie der Lichtgeschwindigkeit

Früher: Ätherdrift-Experimente

## 4. Unterscheidbarkeit

Michelson-Morley-Interferometrie zeigte hier eine Drift, die Tageszeit-abhängig  $\approx 9 \text{ km/s}$  variierte, d.h. um  $10^{-4}$  Vielfach wiederholtes, aber selten beachteter Befund!

Z.B. auch D. Miller, Science, v. 63, No. 1635, 1926:

