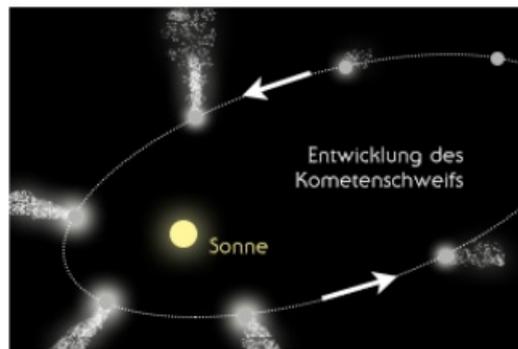


Der Schweif des Kometen ist von der Sonne weg gerichtet.  
Ursache: der Sonnenwind -> Die Photonen prallen auf Teilchen  
im Kometenschweif.



Photonen haben eine "bewegte"

$$\text{Masse: } E_{\text{Ph}} = h \cdot f$$

$$E_{\text{Ph}} = m_{\text{Ph}} \cdot c^2$$

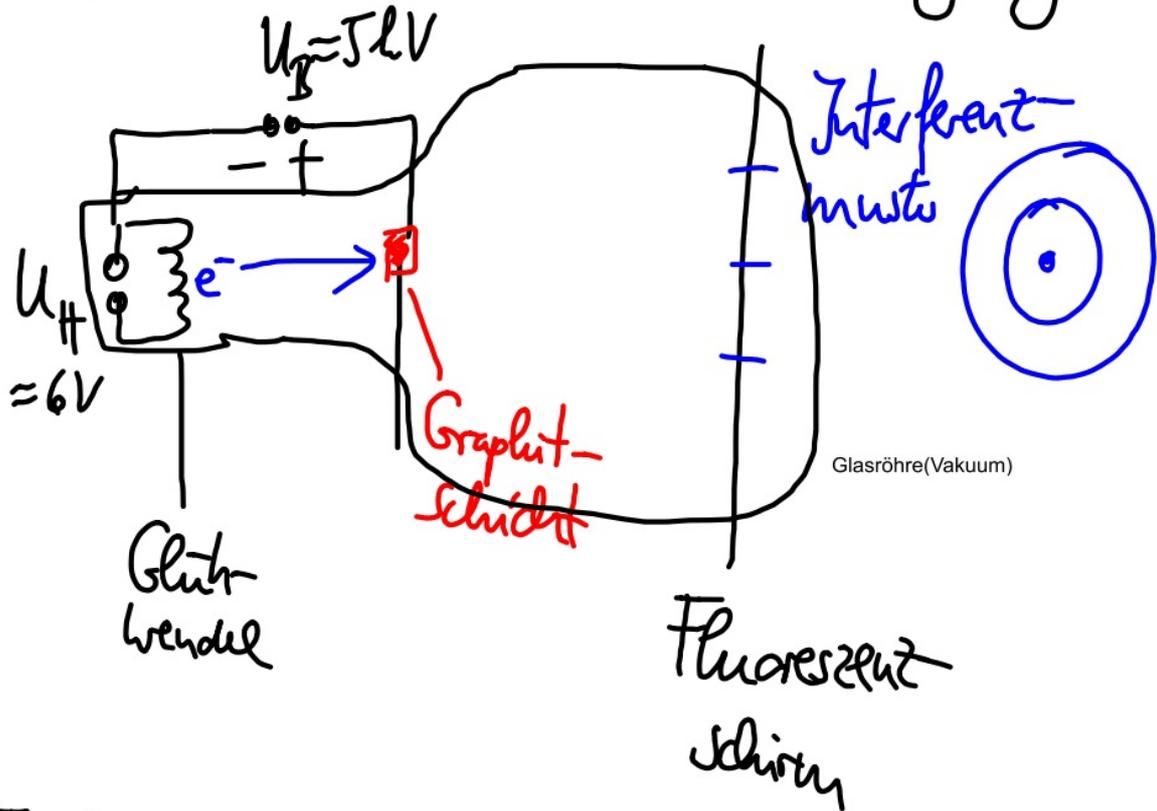
Bei welcher Frequenz hat das Photon  
die Masse eines Elektrons?

$$f = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}$$

$$f \approx 1,24 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

$$\lambda = 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$
$$\approx 2,4 \text{ pm}$$

# Versuch: Elektronenbeugung



Interferenz  $\rightarrow$  Elementarwellen  $\rightarrow$  "Elektronenwellen"

# Die De-Broglie-Welle

## 1. Betrachtung am Photon (Licht)

Achtung! Diese Gleichung gilt nur für Photonen.

$$E_{\text{Ph}} = m_{\text{Ph}} \cdot c^2 = h \cdot f$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$m_{\text{Ph}} \cdot c^2 = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{Impuls } p = m \cdot v$$

$$p_{\text{Ph}} = m_{\text{Ph}} \cdot c$$

$$p_{\text{Ph}} \cdot \lambda = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Teilcheneigenschaft

$$p_{\text{Ph}} = \frac{h}{\lambda}$$

Welleneigenschaft

## 2. Übertragen auf Materie

Teilcheneigenschaft  $p_{\text{Materie}} = \frac{h}{\lambda_{\text{Materie}}}$  Welleneigenschaft

Hat Materie auch Welleneigenschaften?