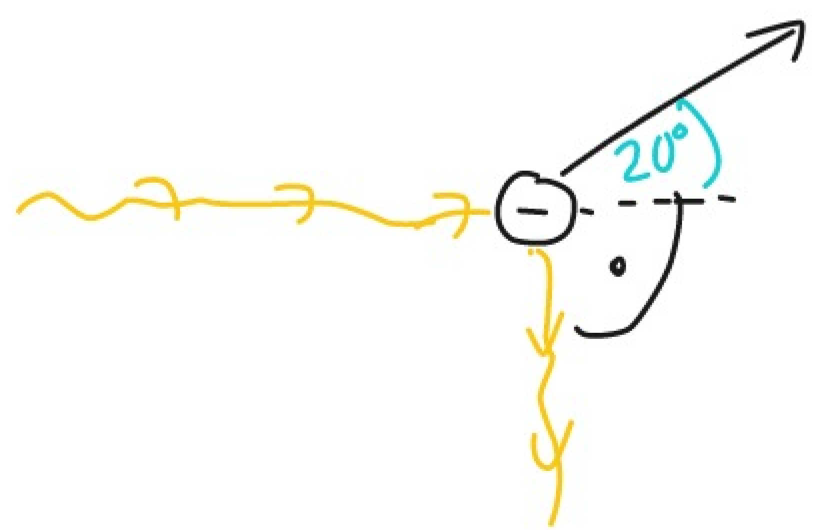
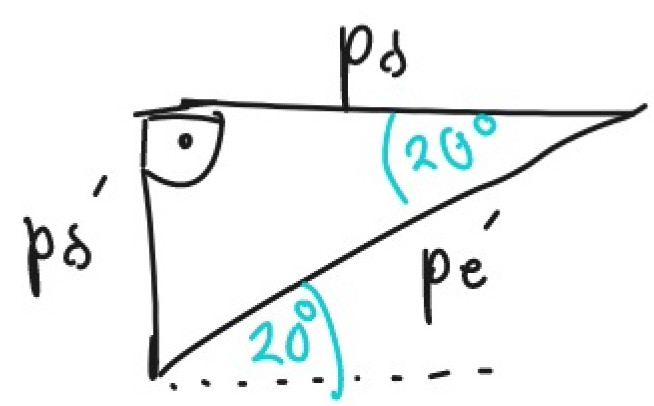
4. Aufgabe:

Licht mit dem Impuls $3 \cdot 10^{-18}\frac{eVs}{m}$ trifft auf ein Elektron. Das Licht wird mit 90° nach unten gestreut und das Elektron fliegt unter einem Winkel von 20° nach oben weg. Ermittle zeichnerisch den Betrag des Impulses, den das Elektron erhalten hat.



$$\vec{p_s} = \vec{p_s} + \vec{p_e}$$



$$\cos(20°) = \frac{\text{AK an } 20°}{\text{HY}} = \frac{p_s}{p_e'}$$

$$\cos(20°) = \frac{p_s}{p_e'} \quad | \cdot p_e'$$

$$\cos(20°)\, p_e' = p_s \quad | : \cos(20°)$$

$$p_e' = \frac{p_s}{\cos(20°)} = \frac{3 \cdot 10^{-18}\frac{eVs}{m}}{\cos(20°)} = 3{,}19 \cdot 10^{-18}\,\frac{eVs}{m}$$

5. Aufgabe:

Berechne die de Broglie-Wellenlänge für

a) Tennisball (m=60g und v=10m/s)
b) Elektron (Beschleunigungsspannung U = 250V
c) Proton (Beschleunigungsspannung U = 250.000 V) (bitte klassisch und relativistisch rechnen)

$c = \lambda \cdot f$

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

$p = \frac{h}{\lambda}$

$\Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} \quad \text{De-Broglie-Wellen Länge}}$

a) $\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{60 \cdot 10^{-3}\,kg \cdot \frac{10m}{s}} =$

$= 1{,}1 \cdot 10^{-33}\ m$

b) $E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = e \cdot U \quad | :m$

$v^2 = \frac{2 \cdot e \cdot U}{m}$

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}$

$\lambda = \frac{h}{m \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{\frac{m^2 \cdot 2 \cdot e \cdot U}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U}} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_e \cdot e \cdot 250V}} \approx 7{,}76 \cdot 10^{-11} m$

$= 77{,}6 \cdot 10^{-12} m$

$= 77{,}6\ pm$

$= 77{,}6\,pm$

5. Aufgabe:

Berechne die de Broglie-Wellenlänge für

a) Tennisball (m=60g und v=10m/s)
b) Elektron (Beschleunigungsspannung U = 250V
c) Proton (Beschleunigungsspannung U = 250.000 V) (bitte klassisch und relativistisch rechnen)

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_p \cdot e \cdot U}} = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m_p \cdot e \cdot 25 \cdot 10^4\,V}} \approx 5{,}7 \cdot 10^{-14}\,m$$

$$= 57 \cdot 10^{-15}\,m$$

Lorentz-Faktor

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$m(v) = \gamma \cdot m_0$$

$$E_{kin} = e \cdot U$$

$$E - E_0 = e \cdot U$$

$$m(v) \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = e \cdot U$$

$$\frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} - m_0 \cdot c^2 = e \cdot U \quad \Big| + m_0 \cdot c^2$$

$$m_0 c^2 \cdot \gamma = e \cdot U + m_0 \cdot c^2 \quad \Big| : m_0 c^2$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \gamma = \frac{e \cdot U + m_0 c^2}{m_0 c^2} \quad \Big| \; (\;)^{-1}$$

$$\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{m_0 c^2}{eU + m_0 c^2} \quad \Big| \; (\;)^2$$

$$1-\left(\frac{v}{c}\right)^2 = \left(\frac{m_0 c^2}{eU + m_0 c^2}\right)^2$$

$$1 - \left(\frac{m_0 c^2}{eU + m_0 c^2}\right)^2 = \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{v^2}{c^2} \quad \Big| \cdot c^2$$

$$c \cdot \sqrt{\cancel{c^2} \cdot \left(1 - \left(\frac{m_0 c^2}{eU + m_0 c^2}\right)^2\right)} = v$$

$$\|$$

$$c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{m_p \cdot c^2}{e \cdot 25 \cdot 10^4\,V + m_p c^2}\right)^2} \approx 6{,}9 \cdot 10^6\,\frac{m}{s}$$

$$\approx 0{,}02 \cdot c$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{h}{m(v) \cdot v} = \frac{h}{\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \cdot m_p \cdot v} = \frac{h}{\frac{1}{\sqrt{1-0{,}02^2}} \cdot m_p \cdot 0{,}02 \cdot c} \approx 6{,}6 \cdot 10^{-14}\,m$$

$$= 66 \cdot 10^{-15}\,m$$

1. Aufgabe:

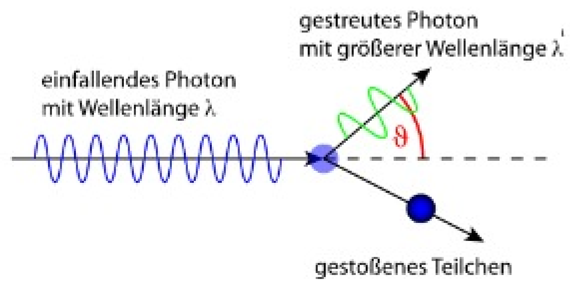
Welche Masse (als Vielfaches der Elektronenmasse) hat ein Quant, das zur Comptonwellenlänge λ_c gehört?

- Der Compton-Effekt bezeichnet die Vergrößerung der Wellenlänge λ eines Photons bei der Streuung an einem Teilchen wie bspw. einem Elektron.
- Die Zunahme der Wellenlänge $\Delta\lambda$ bei einem Streuwinkel von ϑ lässt sich berechnen mittels

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot c}(1 - \cos(\vartheta)) = \lambda_c(1 - \cos(\vartheta)).$$

- Die Compton-Wellenlänge λ_c für Elektronen ist

$$\lambda_{c,e} = \frac{h}{m_e \cdot c} \approx 2{,}43 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{m}.$$



©

Berechne für Elektronen (Ruhemasse $m_0 = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$kg) die Ruheenergie in eV.

$E_{kin} = e \cdot U$

Lösung einblenden ›

Bestimme die kinetische Energie von Elektronen (in eV) für folgende Werte von v/c: 0,300; 0,600; 0,800; 0,900; 0,950; 0,990. Stelle v in Abhängigkeit von der kinetischen Energie in einem E_{kin}-v-Diagramm dar.

$$E_0 = m_0 \cdot c^2 = 8{,}19 \cdot 10^{-14}\,J =$$

$$= \frac{8{,}19 \cdot 10^{-14}\,J}{e \cdot 1V} \cdot eV$$

$$\approx 5{,}1 \cdot 10^{5}\,eV = 510 \cdot 10^{3}\,eV = 510\,keV$$

$1\,eV = e \cdot 1V =$ Energie, die ein Elektron hat, nachdem es eine Beschleunigungsspannung von 1 V durchlaufen hat!

$$E_{kin} = E - E_0$$

$$= m_{(v)} c^2 - m_0 c^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \cdot c^2 - m_0^2 c^2 =$$