

Hinweis

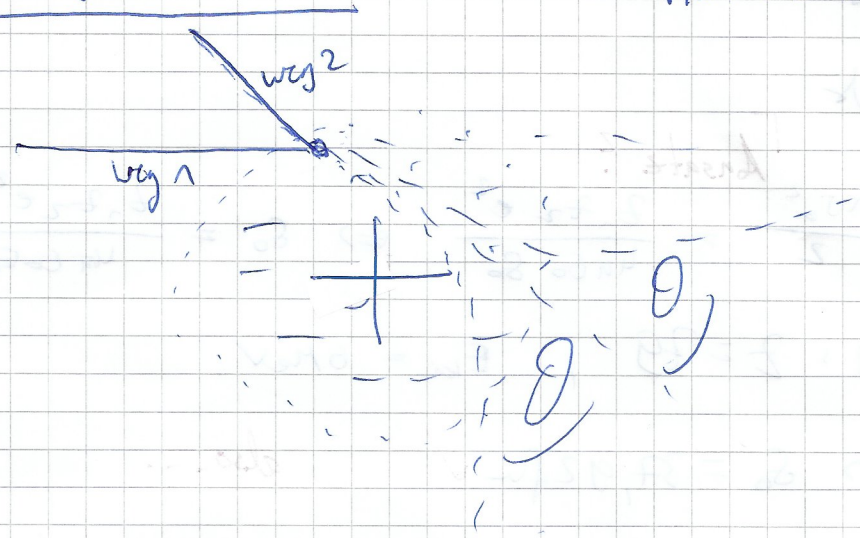
Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:

<https://www.physics-and-stuff.com/>

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

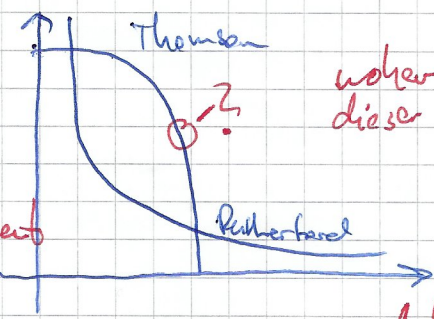
Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

1.)



Die positiv geladenen α -Teilchen werden von dem Goldatom gestreut. Die Elektronen tragen die Masse, diese ist fast homogen über die positive Kernladung verteilt.

Bei Thomson fliegen die meisten Elektronen nahe am Kern (klein Winkel) vorbei und werden kaum gestreut. Das α liegt daran, dass der Helium



woher kommt dieser Zusammenhang?

16 gibt es nicht bei Th.

Kern einen sehr großen Impuls hat und die Masse von den Elektronen getragen wird.

keine Antwort auf die Frage... 0.5/2

2.)

$$6 \text{ keV} \approx 6 \cdot 10^6 \text{ eV} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 10^6 \text{ eV}}{m}} = 169\,460\,05,55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= 0,056c \Rightarrow 5,6\% \text{ von } c$$

früher stößt ist zu vernachlässigen, das Gold ist insgesamt deutlich schwerer als der Helium-Kern.

2/2

3) fehlt

4) fehlt

5) $\frac{m_0 c^2}{2} \stackrel{\text{Ansatz?}}{=} \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi \epsilon_0 S_0} \Leftrightarrow S_0 = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi \epsilon_0 E_{kin}}$

Gesd: $Z = 79$, $E_{kin} = 6 \text{ MeV}$

$\Rightarrow S_0 = 37,92 \text{ fm} \checkmark$ also...

112

Aufgabe 2

1. $b = R \cdot \sin(\alpha)$

$$2\alpha + \vartheta = \pi \Leftrightarrow \alpha = \frac{\pi - \vartheta}{2}$$

$$\Rightarrow b = R \cdot \sin\left(\frac{\pi - \vartheta}{2}\right) = R \cdot \cos\left(\frac{\vartheta}{2}\right) \checkmark$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left| \frac{b}{\sin(\vartheta)} \cdot \frac{db}{d\vartheta} \right| \quad \text{differenzieller Wirkungsquerschnitt}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{R \cos(\frac{\vartheta}{2})}{\sin(\vartheta)} \cdot \frac{1}{2} R \sin(\frac{\vartheta}{2})$$

$$\text{mit } \sin(2x) = 2 \sin(x) \cos(x)$$

$$\Rightarrow \frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{1}{2} R^2 \frac{\sin(2 \cdot \frac{\vartheta}{2})}{2 \cdot \sin(\vartheta)} = \frac{R^2}{4}$$

~~Winkelabhängig~~
 Winkelunabhängig
 Energieunabhängig, da immer $2\alpha + \vartheta = \pi$ gilt
 4/4

b) $\sigma = \int d\sigma = \int \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega$

$$= \frac{R^2}{4} \int_{4\pi} d\Omega = \frac{R^2}{4} \cdot 4\pi = \pi R^2$$

effektive Fläche der Kugel ist auch πR^2
 1/1

Aufgabe 3

1. $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar \Leftrightarrow \Delta t \geq \frac{\hbar}{\Delta E} \approx \frac{\hbar}{mc^2}$

$$r \leq c \cdot \Delta t \approx \frac{\hbar}{mc}$$

$$Z^0 \text{ Masse: } m_{Z^0} = 91187,6 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\Rightarrow r \leq 2,164 \cdot 10^{-18} \text{ m} \checkmark$$

1/1

2. $e \rightarrow \gamma + e$

$$E_e = E_\gamma + E_{e'}$$

$$\vec{p}_e = \vec{p}_\gamma + \vec{p}_{e'}$$

$E_e/E_{e'}$: Energie des e^- vorher/nachher

E_γ : Energie des Photons

$\vec{p}_e/\vec{p}_{e'}$: Impuls des e^- vorher/nachher

\vec{p}_γ : Impuls des Photons

Reaktion ist für reelle Teilchen

nicht erlaubt, da Impuls- und Energieerhaltung nicht gleichzeitig erfüllt werden kann. Im Ruhesystem des e^- gilt:

$$(E, \vec{p}) = (m, 0) \quad \text{vorher}$$

$$(E, \vec{p}) = (\sqrt{m^2 + p^2}, \vec{p}) \quad \text{nachher}$$

e^- und Photon hätten Impuls $-\vec{p}$ bzw. $+\vec{p}$ \Rightarrow Impulserhaltung
 das li. ist der Schwerpunktsystem
 das re. ist das Laborsystem

für Energieerhaltung müsste gelten:

$$\sqrt{m^2 + p^2} = m$$

Photonenergie fehlt in der Bilanz

$\Rightarrow p=0 \Rightarrow$ kein Impulsübertrag \Rightarrow keine Emission von Photonen

1/1

3.

a) $\tilde{m}^2 = (E_{e^-} + E_{e^+})^2 - (|\vec{p}_{e^-}| + |\vec{p}_{e^+}|)^2$ falsch

b) $\tilde{m}^2 = (E_{e^-} + E_{e^+})^2 + (|\vec{p}_{e^-}| + |\vec{p}_{e^+}|)^2$ richtig

0/9

Systeme aufeinander
gerichtet, aber
richtiges
Prinzip

Aufgabe 4

1. $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$ mit $c=1$
 $= p^2 + m^2$

$[p] = [m] = \text{eV}$ ✓ 1/1

2. $v = \frac{l}{t} \Rightarrow [l] = [t]$

$[h] = [\text{Energie} \cdot \text{Zeit}] = \text{MeV} \cdot [\text{Zeit}] = 1$

$\Rightarrow [t] = \frac{1}{\text{MeV}}$

$\Rightarrow [l] = \frac{1}{\text{MeV}}$ ✓ 2/2

3. $F_G = \gamma \frac{m_e^2}{r^2}$ Gravitation zwischen zwei e^- im Abstand r

mit $\alpha_G = \frac{\gamma m_e^2}{\hbar c} = 1752 \cdot 10^{-48}$

$\Rightarrow F_G = \alpha_G \frac{\hbar c}{r^2}$ mit $\hbar c = 1$ in natürlichen Einheiten

$= \frac{\alpha_G}{r^2}$ / \hbar Masse

$F_c = Z_1 \cdot Z_2 \frac{e^2}{r^2}$

mit $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$

$\Rightarrow F_c = \alpha Z_1 Z_2 \frac{\hbar c}{r^2}$ mit $\hbar c = 1$ in natürlichen Einheiten

$= \alpha \frac{Z_1 Z_2}{r^2}$ ✓

$\Rightarrow [F] = (\text{MeV})^2$ 3/4

4. $\frac{F_G}{F_c} = \frac{\frac{\alpha_G}{r^2} \frac{m_p}{m_e}}{\alpha \frac{\hbar c}{r^2}} = \frac{\alpha_G}{\alpha} \frac{m_p}{m_e} \approx 4,41 \cdot 10^{40}$
hier kommt sie auch einmal

In SI-Einheiten:

$\frac{F_G}{F_c} = \frac{\gamma \frac{m_p m_e}{r^2}}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2}} = \frac{4\pi\epsilon_0 \gamma m_p m_e}{e^2} \approx 4,41 \cdot 10^{40}$ 3/3

\Rightarrow Gravitation vernachlässigbar ✓

5. $F_Z = F_c$

$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{\alpha}{r^2}$

$\Rightarrow v^2 = \frac{\alpha}{mr}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\alpha}{mr}}$

$\Rightarrow v = 0,0075$

$\hbar c = 197,3 \text{ MeV} \cdot \mu\text{m}$ in SI-Einheiten

mit $\tau \approx 253,4 \frac{1}{\text{MeV}}$

$m_e \approx 0,511 \text{ MeV}$

=) keine relativistische Betrachtung nötig, da e^- Bahngeschwindigkeit
nur $0,75\% c_0$ beträgt. ✓

4/4

23.5/40