Vorbemerkung

Dies ist ein korrigierter Übungszettel aus dem Modul physik511.

Dieser Übungszettel wurde von einem Tutor korrigiert. *Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich um eine Musterlösung handelt. Weder ich, noch der Tutor implizieren, dass dieses Dokument keine Fehler enthält.*

Alle Übungszettel zu diesem Modul können auf http://martin-ueding.de/de/university/bsc_physics/physik511/ gefunden werden.

Sofern im Dokuments nichts anderes angegeben ist: Dieses Werk von Martin Ueding ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz.

[disclaimer]

physik 511 Übung 2

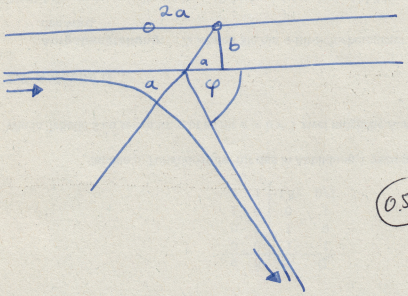
Martin Veding
mu@martin-veding.de

2013-10-28

12/14

Übung 1 Teil a

Abbildung 14.34 aus [Carthsen, S. 695]:



0.5/1

Es gilt: $\cot\left(\frac{\varphi}{2}\right) = \frac{b}{a} = \frac{4\pi\varepsilon_0}{Ze^2} b E$ (1)

Der kleinste Abstand ist $a + \sqrt{a^2+b^2}$.

Hat man E und φ gegeben, können a und b entsprechend (1) bestimmt werden.

↳ c hätte sich noch aus der Aufgabenstellung erschließen lassen können. (Damit ergibt sich $b>0$)

Teil b

$E = \frac{Z^2 e^2}{4\pi\varepsilon_0 d}$ mit $d = 10\,\text{fm}$ und $Z = 46$

$= \frac{46^2 \cdot (1{,}609 \cdot 10^{-19}\,\text{C})^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot 10\,\text{fm}} \approx 4{,}9 \cdot 10^{-11}$]

$= 3{,}8 \cdot 10^8\,\text{eV} = 305\,\text{MeV}$ ✓

1/1

Jedoch wurde dabei nicht die starke Wechselwirkung berücksichtigt.

Die geht auch erst bei Abständen $\sim 1\,\text{fm}$.

Teil c

Das vorherige Ergebnis mal $6{,}023 \cdot 10^{23}$ ergibt

$$E_{1\,mol} = 1{,}83 \cdot 10^{32}\ eV$$ ✓ (1/1)

Übung 2

Teil a

Zählrate aus [Gerthsen, Seite 696]:

Anzahl der ein Allen den α-Teilchen

$$dN = N_\alpha N n \, \Delta x \, \frac{Z^2 e^4}{64\pi^2 \varepsilon_0^2 E^2} \frac{d\Omega}{\sin^4(\varphi/2)}$$

Foliendicke

Kerndichte in $\frac{1}{m^3}$

Streuteilchenanzahl

Hier ist: $N \hat{=} I_0$, $dN \hat{=} dI$,

$\Delta x = 1\,\mu m$, $n = \rho \cdot N_A / m_{Au}$, $m_{Au} = 197 \frac{g}{mol}$,

$Z = 79$, $E = 5{,}5\,MeV$, $I_0 = 1\,nA$, $d\Omega = \frac{1\,cm^3}{4\pi (10\,cm)^2}$

~~Einsetzen von $\varphi = 10°, 60°, 120°$ und ergibt~~

~~$I(10°) = 8{,}7 \cdot 10^{-5}\,nA$~~

~~$I(60°) = 8{,}0 \cdot 10^{-8}\,nA$~~

~~$I(120°) = 8{,}9 \cdot 10^{-9}\,nA$~~

3,4

Teil b

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} d\varphi \; I(\varphi) = \cancel{1{,}34 \cdot 10^{-8}\,nA}$$

(Mathematica)

Potenzen von trigonometrischen Funktionen lassen sich reduzieren mit Exponentialdarstellung und binomischem Satz. Dies hat aber nichts direkt mit der Aufgabe zu tun.

3,3

Nachtrag zu Teil a & a

Gefragt war nicht nach dem Strom, sondern nach der Teilchenrate. Diese ist:

$$\dot{N} = \frac{I}{2e}$$, da es sich um α-Teilchen handelt also:

$\dot{N}(10°) = 2{,}7 \cdot 10^5 \frac{1}{s}$ $\quad 3{,}4 \cdot 10^6 \frac{1}{s}$

$\dot{N}(60°) = 2{,}5 \cdot 10^2 \frac{1}{s}$ $\quad 3.2 \cdot 10^3 \frac{1}{s}$

$\dot{N}(120°) = 2{,}8 \cdot 10^1 \frac{1}{s}$ $\quad 3{,}5 \cdot 10^2 \frac{1}{s}$

} eine Größenordnung zu groß.

Nachtrag zu Teil b

$\dot{N}_{Rück} = 4{,}2 \cdot 10^1 \frac{1}{s}$ $\quad 5{,}25 \cdot 10^2 \frac{1}{s}$ Faktor zwei zu groß.

Teil c

Die Luminosität ist definiert als:

$$\mathcal{L} = \Phi_a N_b = \dot{N}_a n_b d = n_a v_a N_b$$

[Povh, Seite 49] ← was ist das? (2/2)

Die passendste Definition hier ist $\dot{N}_a n_b d$ mit $\dot{N}_a = \frac{I_0}{2e}$, $n_b = \frac{\varrho}{m_{Au}}$,

$d = \Delta x$. Somit:

$\mathcal{L} = 3{,}56 \cdot 10^8 \frac{1}{m^2 s}$ $\quad 1{,}84 \cdot 10^{32} \frac{1}{m^2 s} = 1.84 \cdot 10^4\ barn^{-1} s^{-1}$

Übung 3

Lambert-Beer-Bouguer-Gesetz: [Carthsen, S. 574]

$I(x) = I(0)\, e^{-\alpha x}$ mit $dI = -\alpha I\, dx$

Dichte $m = 3 \cdot 10^{23}/cm^2$. Auf dem Zettel steht $1/cm^2$. Dies ist eine Flächendichte, sinnvoll wäre aber eine Raumdichte, schon alleine wegen der 10^{23}.

~~Angenommen, $\varrho = 3 \cdot 10^{23}\ 1/cm^3$~~

Dieses m war/ist die Raumdichte multipliziert mit der zu durchquerenden Strecke $m = g \cdot x$

Bestimme α:

Verdeckt ist einen Fläche (anteil) von $m \cdot \sigma_{Th}$.

Somit gilt $\alpha = m \sigma_{Th}$. Bei einer Blockdicke x ist der durchfallende Teil:

$$I(x) = I(0)\, e^{-m\sigma_{Th}} \Leftrightarrow t(x) = \frac{I(x)}{I(0)} = e^{-m\sigma_{Th}} = ?$$

(was ist das?)

Da kein x gegeben ist, kann ich auch keinen Zahlenwert ausrechnen.

~~Durch~~

1.5/2