

2. Übung am 9.11.2007

6) 4 MeV Ne-Ionen werden unter 90° an einem Target gestreut (vgl. Bild). Das Target besteht aus einer Cu-Schicht der Dicke 75 nm auf einer Monolage Pt auf einem Titan-Substrat. Die Atomgewichte von Ne, Ti, Cu bzw. Pt sind 20, 48, 64 bzw. 195.

Ionen dringen in das Target ein und verlieren kontinuierlich Energie infolge inelastischer Streuprozesse. Dabei sollen sie keine Ablenkung von ihrer geradlinigen Bahn erfahren. Sehr selten treten elastische Streuprozesse an Atomkernen des Targets auf, die zu Bahnablenkungen und Energieverlust führen ("Rutherford-Streuung"). In diesem Beispiel werden jene gestreuten Atome betrachtet, die eine Streuung um 90° erfahren haben. Sie können annehmen, dass ein Ion, das in den Detektor gelangt, nur einmal an einem Atomkern im Target um genau 90° gestreut worden ist und ansonsten Energie kontinuierlich entlang seiner (geradlinigen) Bahn im Target aufgrund der inelastischen Streuung verloren hat. Inelastische Energieverluste beim Durchdringen der Monolage Pt können vernachlässigt werden. Die inelastischen Energieverluste im Cu (Bremskraft) betragen 2000 eV/nm.

a) Leiten Sie die Beziehung zwischen der Energie für das einfallende Ion vor (E_1) und nach (E_1') einer Streuung um 90° ab (allgemein).

b) Berechnen Sie :

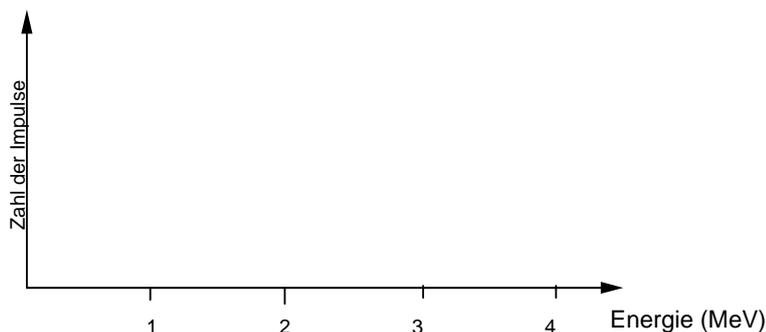
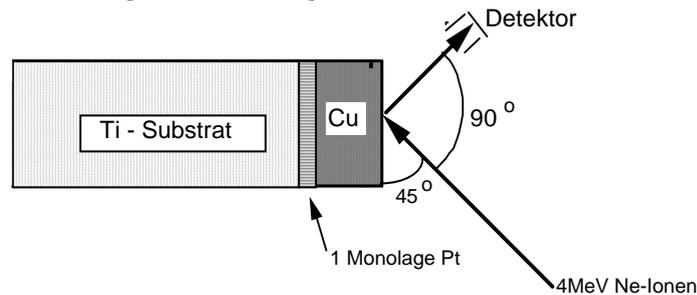
Energetische Lage des Rückstreusignals von einem Pt-Kern;

energetische Lage für Beginn und Ende des Rückstreusignals von Cu-Kernen;

energetische Lage für Beginn des Rückstreusignals von Ti-Kernen.

c) Zeichnen Sie das Rückstreuennergiespektrum für Ne mit den Werten aus b) in die Skizze ein.

Beachten Sie, dass ein Ne-Ion, das z.B. an der Rückseite der Cu-Schicht gestreut wird, bereits eine Primärenergie kleiner als 4 MeV hat, was bei der Berechnung der Energie nach der Streuung berücksichtigt werden muss.



7) Ein Röntgenquant der Wellenlänge λ wird an einem Elektron um den Winkel θ gestreut. Welchen Energiebetrag nimmt das Elektron auf? Unter welchem Winkel ϕ gegenüber der Röntgenstrahlung bewegt sich das Elektron? Rechnen Sie zuerst allgemein und dann für $\lambda = 0.102 \text{ nm}$ und $\theta = 77^\circ$.

8) Ein Metallfaden mit dem Durchmesser $d = 0.02 \text{ cm}$ erwärmt sich unter der Wirkung des elektrischen Stromes auf eine Temperatur $T_1 = 3000 \text{ K}$. Der Faden soll wie ein idealer schwarzer Körper strahlen und von seiner Umgebung sonst keine Energie aufnehmen. Er gibt seine Energie nur auf dem Wege der Strahlung ab. Berechnen Sie, welche Zeit vergeht, bis nach Abschalten des Stromes die Temperatur des Fadens auf den Wert $T_2 = 800 \text{ K}$ abgesunken ist. Die Dichte des Stoffes, aus dem der Faden besteht, ist $\rho = 19000 \text{ kg m}^{-3}$, seine spezifische Wärmekapazität $c = 0,037 \text{ kcal kg}^{-1}/\text{K}$ (Hinweis: Für die Abstrahlung setze man an: $P \cdot dt = -m \cdot c \cdot dT$).

9) Ein Ar-Atom stößt zentral mit einem ruhenden Ar-Atom zusammen. In unendlicher Entfernung vom ruhenden Ar-Atom sei seine kinetischen Energie E . Das Wechselwirkungspotential zwischen den Ar-Atomen ist ein Lennard-Jones Potential der Form:

$$V(r) = 4\varepsilon \left\{ \left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right\} \quad \varepsilon = 1.654 \times 10^{-21} \text{ J} \quad \sigma = 3.405 \times 10^{-10} \text{ m}$$

- Bei welchem Abstand liegt das Potentialminimum für zwei Ar-Atome? Wie stark ist dieses „Ar₂-Molekül“ gebunden?
- Wie groß ist die Kraft zwischen den Atomen?
- Für eine Anfangsenergie von $E = 10 \text{ eV}$ soll der Abstand bei größter Annäherung der zwei Atome (Hinweis: Schwerpunktsystem!) berechnet werden.

Punkteschlüssel: Bsp.6: **1.5 Pkte**; Bsp.7: **1 Pkt**; Bsp.8: **1 Pkt**; Bsp.9: **0.5 Pkte**;