

Lichtstreuung

1. Warum ist die Streuintensität Null, wenn Polarisation des einfallenden Lichtes und Beobachtungsrichtung parallel zueinander sind?

Wenn die Polarisation des einfallenden Lichtes und die Beobachtungsrichtung parallel zueinander sind, dann schwingen auch die angeregten Teilchen in Beobachtungsrichtung. Aufgrund der Schwingung der Teilchen, sind diese zu einem Dipol geworden, d. h. sie emittieren elektromagnetische Strahlung. Da es sich bei elektromagnetischer Strahlung um eine Transversalwelle handelt, kann ein Dipol längs seiner Achse (longitudinal) aber keine Strahlung abgeben.

Man kann diese Tatsache aber auch mit folgender Formel erklären. Es gilt:

$$S_{\parallel} = A \cdot J_{\parallel} \cdot \sin^2 \delta$$

S: Streuintensität

δ : Winkel zwischen Polarisationsrichtung der einfallenden Strahlung und der Beobachtungsrichtung

J: einfallende Lichtintensität

$$A = \frac{16 \pi^4 \epsilon_0^2 \alpha^2}{\lambda^4 r^2}$$

mit

r: Abstand Beobachter – Streuzentrum

ϵ_0 : elektrische Feldkonstante

α : Polarisierbarkeit

λ : Wellenlänge des Lichts

Hier gilt:

$$\delta = 0$$

$$\Rightarrow \sin^2 \delta = 0$$

$$\Rightarrow S_{\parallel} = 0$$

2. Warum ist der experimentell ermittelte Polarisationsgrad für $\theta = 90^\circ$ nicht genau 1?

Da die Streuteilchen eine endliche Ausdehnung haben, ist die infinitesimale Annahme von punktförmigen Targets in der Praxis nicht haltbar. Aufgrund der endlichen Ausdehnung ist es nicht möglich, daß der Einfallswinkel exakt 90° beträgt. Stattdessen setzt sich die beobachtete Streustrahlung immer aus einem kleinen Spektrum von Streuwinkeln zusammen, wodurch der ermittelte Polarisationsgrad nicht genau 1 beträgt.

Es können außerdem auch noch Mehrfachstreuungen auftreten, die sich ebenfalls auf die Intensität bei 90° auswirken.

3. Bei der Bestimmung des Teilchendurchmessers ergeben sich etwas zu kleine Werte. Der Unterschied wird jedoch kleiner, wenn man die Konzentration der Teilchen verringert. Erklärung?

Die Zunahme der gemessenen Teilchengröße läßt sich dadurch erklären, daß die Asymmetrie bei hoher Teilchendichte durch Mehrfachstreuung geringer wird.

4. Wie könnte man die $1/\lambda^4$ - Abhängigkeit der Rayleighstreuung experimentell überprüfen?

Um die Abhängigkeit zu messen, müßte man bei sonst gleichbleibender Versuchsanordnung Laser mit verschiedenen Wellenlängen verwenden.

5. Kann der Versuch auch mit einer anderen Lichtquelle anstatt des Lasers durchgeführt werden?

Der oben beschriebene Versuch kann alternativ auch mit einer optischen Anordnung durchgeführt werden, welche gleiche oder ähnliche Eigenschaften besitzt, wie die beschriebene Einstrahlungsquelle: monochromatisch, polarisiert, hohe Intensität und lange Kohärenzzeit. Speziell bei der Mie-Streuung spielen Interferenzeffekte eine Rolle, für die man eine genügend kohärente Quelle benötigt. Die Kohärenzlänge ergibt sich aus der Formel $l_c = c \cdot \tau_c$. Mit Hilfe der Unschärferelation $\Delta f \cdot \tau_c \approx 1$ kann man erklären, daß bei einem sehr schmalen Spektrum die Kohärenzzeit sehr lang ist und damit auch die Kohärenzlänge. Das bedeutet für die geforderte Lichtquelle, daß diese einen engen Spektralbereich haben muß. Möglich wäre zum Beispiel eine Hg-Lampe mit Beugungsgitter, mit Hilfe dessen man eine Spektrallinie herausgreift.

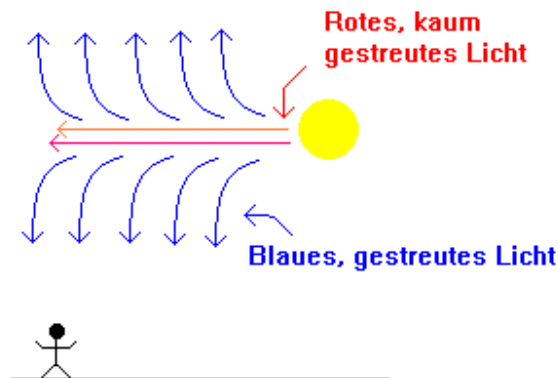
6. Auf welchen Vorgängen beruht die Blaufärbung unseres Himmels? Wie lässt sich Morgen- bzw. Abendrot verstehen? Sind hier Streuung oder Brechung wesentlich?

Hier ist die Streuung wesentlich. Das Sonnenlicht wird an den Molekülen der Atmosphäre gestreut. Aufgrund der $1/\lambda^4$ - Abhängigkeit des gestreuten Lichtes werden langwellige Strahlungen in der Intensität benachteiligt, kurzwelliges Licht bevorzugt.

Die Intensität des kurzwelligen blauen Lichtes ist somit größer als andersfarbiges Licht, da es am stärksten gestreut wird. Deshalb erscheint uns der Himmel tagsüber blau.

Aufgrund der Stellung der Sonne am Morgen bzw. Abend muß das Licht einen längeren Weg zurücklegen, bis es beim Beobachter ankommt. Das hat zur Folge, daß beim Beobachter nur noch langwelliges Licht, also z. B. rotes Licht, ankommt, da das blaue Licht bereits herausgefiltert wurde.

Lichtverhältnisse am Tag



Lichtverhältnisse am Morgen/ Abend

