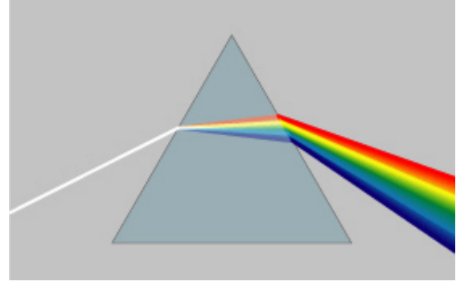


Spektren und Spektrallinien

Prisma und kontinuierliches Spektrum

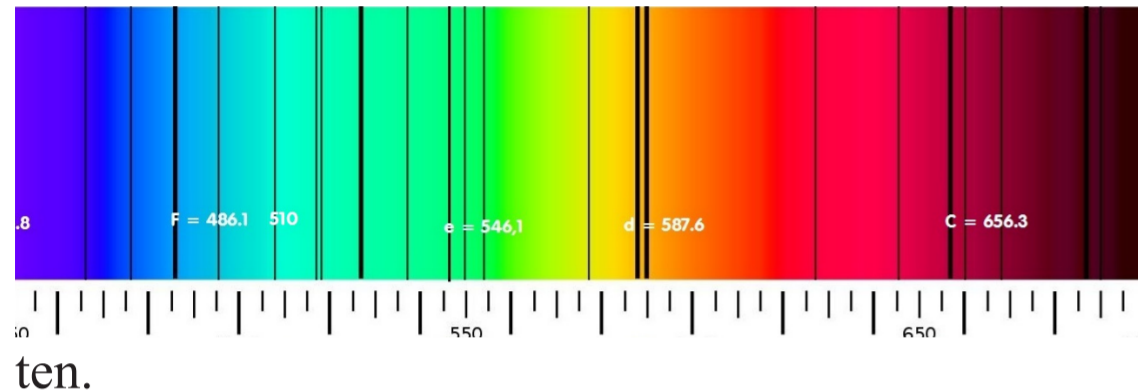
Wenn weißes Licht auf ein Prisma fällt, wird es gebrochen. Das Lichtbündel wird aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt. Auf einem Schirm hinter dem Prisma entsteht ein buntes Lichtband, das man Spektrum nennt. Die farbigen Lichter des Spektrums heißen Spektralfarben.



Isaac Newton (1653-1727) untersuchte als erster systematisch die Spektralfarben und zog folgende Schlüsse: weißes Licht setzt sich aus farbigen Lichtern zusammen

Das Spektrum kommt durch die unterschiedlich starke Brechung der farbigen Lichter zustande

Ebenso wie die Sonne senden die Glühlampe und der Kohlebogen ein kontinuierliches Spektrum aus, indem alle Wellenlängen vertreten sind.



Fraunhofer'sche Linien

Der deutsche Physiker Joseph von Fraunhofer entdeckte 1819 dunkle Linien im Sonnenspektrum. Er vermaß und kategorisierte ihre Wellenlänge und verzeichnete über 570 Linien von unterschiedlicher Stärke.

Fraunhofer konnte nicht entschlüsseln warum sie gerade in diesen Positionen auftreten.

Erst Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) und Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) konnten um 1860 den Ursprung der Linien aufklären. Sie entstehen durch Absorption der kontinuierlichen Sonnenstrahlung aus der Photosphäre durch verschiedene chemische Elemente in der Sonnenatmosphäre (Chromosphäre).

Es handelt sich hierbei also um ein Absorptionsspektrum.



Absorptionsspektrum von Wasserstoff (Linienspektrum)

Jedes chemische Element absorbiert, wenn es mit kontinuierlichem Licht bestrahlt wird, nur eine Reihe ganz bestimmter Wellenlängen.



Emissionsspektrum von Wasserstoff (Linienspektrum)

Erhitzte Gase emittiert Licht, dessen Farbe von der Gasart abhängig ist. Jeder Stoff emittiert Licht mit derselben Wellenlänge, mit der er Licht absorbiert.

Linienspektren und ihre Entstehung

Ein Linienspektrum (diskontinuierliches Spektrum) weist - im Gegensatz zu einem kontinuierlichen Spektrum - nur bei bestimmten (diskreten) Wellenlängen Intensitätswerte auf.

Die Wellenlängen dieser Spektrallinien sind abhängig vom strahlenden bzw. bestrahlten Material.

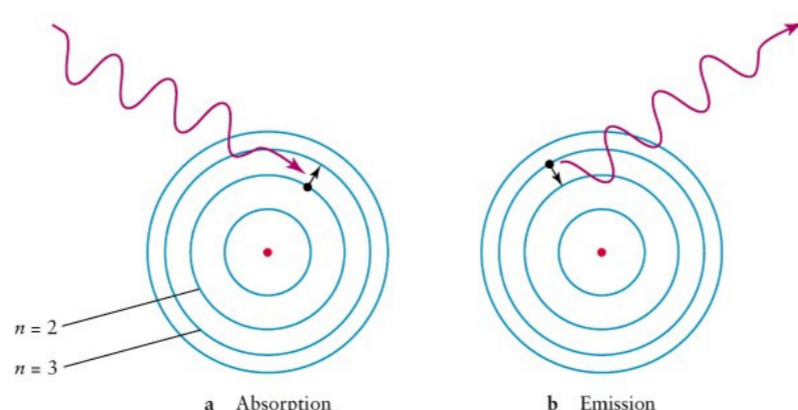
Nach dem Bohr'schen Atommodell kommen Emission und Absorption wie folgt zustande:

Jedes Material (Atom, Molekül) hat charakteristische, diskrete Energieniveaus, auf denen sich seine Elektronen strahlungsfrei „aufhalten“ können. Beim Übergang von einer höheren Energiestufe E_n zu einer niedrigeren E_m wird die Energiedifferenz ΔE als Lichtquant mit der Frequenz f_{nm} emittiert. (Emission)

$$\Delta E = E_n - E_m = h \cdot f_{nm}$$

(mit der Frequenz f der Strahlung und dem Planck'schen Wirkungsquantum h). Die Energiedifferenz ΔE zwischen den Energieniveaus entspricht genau der Energie des Photons, und die Energie eines Photons wiederum bestimmt zusammen mit der Lichtgeschwindigkeit c die Wellenlänge des emittierten Lichts λ : $\lambda = c/f$

Beim umgekehrten Vorgang wird ein Photon von einem niedrigeren Energieniveau in ein höheres aufgenommen (Absorption). Auch hier gilt: Für die Energie des aufgenommenen Photons gilt $\Delta E = f \cdot h$, woraus sich wiederum die Wellenlänge λ des absorbierten Lichts durch $\lambda = c/f$ bestimmen lässt



Ausblick - Spektroskopie:

Linienspektren von Atomen waren eine wichtige Informationsquelle für die Entdeckung der Quantenmechanik. Das besonders einfache Spektrum des Wasserstoffatoms gab den Anstoß zum Bohrschen Atommodell.

Anwendung finden Absorptionsspektren in der (Umwelt-) Mess- und Analysetechnik: Z.B. kann die Zusammensetzung eines Gasgemisches (z.B. Luft) quantitativ und qualitativ untersucht werden. Anhand des für jedes Gas charakteristischen Absorptionsspektrums („wie ein Fingerabdruck“) kann die Menge dieses Gases in dem gemessenen Gasgemisch ermittelt werden.

In der Atomabsorptionsspektrometrie wird das Absorptionsspektrum einer Probe erzeugt und gemessen. Auf diese Weise lässt sich die atomare Zusammensetzung der Probe bestimmen.

In der Astronomie sind Linienspektren eine wichtige Quelle für Information über das Universum. Die Linienspektren sind charakteristisch für das jeweilige Atom oder Molekül, daher lassen sich aus dem Licht die im All vorkommenden Elemente bestimmen. Auf diese Weise wurde zum Beispiel das Helium zunächst auf der Sonne gefunden, bevor man es auch auf der Erde nachweisen konnte. Eine weitere große Bedeutung haben Linienspektren da man über sie die stoffliche Zusammensetzung leuchtender Himmelskörper ermitteln kann oder – über die Rotverschiebung – die Geschwindigkeit von näheren Objekten bzw. die Entfernung von ferneren berechnen kann.