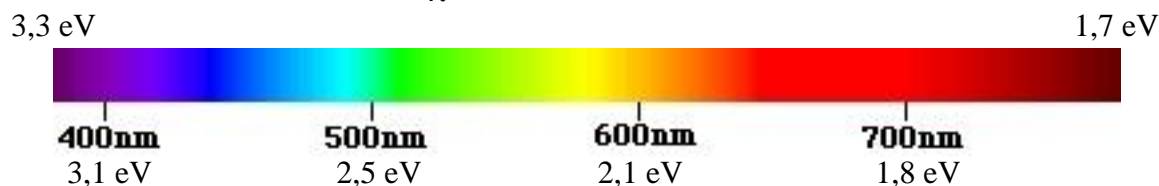


Physik * Jahrgangsstufe 9 * Aufgaben zu den Energieniveaus von Atomen

Zu jeder Wellenlänge λ eines Photons gehört eine bestimmte Energie des Photons, die sich nach der Formel $E(\lambda) \approx 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ eV} \cdot \frac{\text{m}}{\lambda}$ berechnet:



1. Linienspektrum einer Gasentladungsröhre

Das Gas in einer Gasentladungsröhre wird zum Leuchten gebracht.

Man beobachtet mit Hilfe eines Gitters im Linienspektrum zwei Linien mit den Wellenlängen $\lambda_1 = 590 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 690 \text{ nm}$.

- Welche Farben gehören zu den Linien und in welcher Farbe leuchtet das Gas?
- Wie könnte das zugehörige Energie-Niveau-Schema dieser Gassorte aussehen?

Unterscheide verschiedene Möglichkeiten!

Wie könnte man herausbekommen, welche Schemata passen bzw. nicht passen können?

- Mit Hilfe eines fluoreszierenden Schirms beobachtet man eine weitere Linie bei 320 nm . Was kann man daraus folgern?

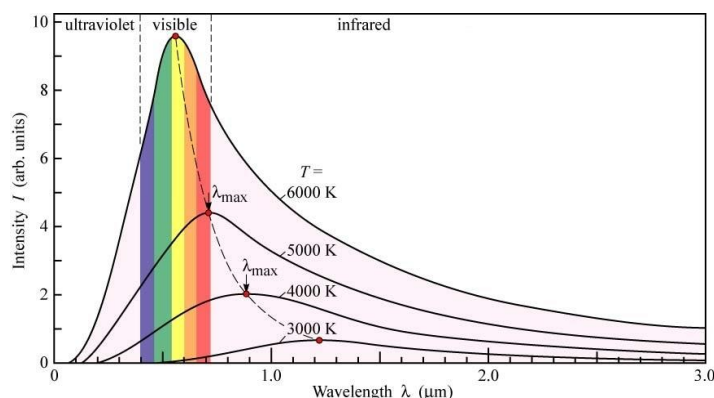
Verwende zur Beantwortung der folgenden Fragen das Lehrbuch!

2. Anregung von Atomen

Damit Atome Licht aussenden können, müssen sie zuerst in einen höheren Energiezustand gebracht werden. Man sagt, die Atome werden „angeregt“ und gehen dann vom „angeregten“ Zustand wieder in einen tiefer liegenden Energiezustand oder den „Grundzustand“ zurück.

- Welche unterschiedlichen Möglichkeiten gibt es, ein Atom in einen angeregten Zustand zu versetzen?
- Das Linienspektrum eines Atoms zeigt relativ wenige, das eines Moleküls hingegen meist wesentlich mehr Linien. Wie kann man diese Beobachtung erklären?
- Im Gegensatz zu Gasen zeigen Festkörper kein Linienspektrum sondern ein kontinuierliches Spektrum. Wie kann man diese Beobachtung erklären?
- Was versteht man unter Fluoreszenz bzw. Phosphoreszenz?
Wie kann man diese Erscheinung erklären?
- Nur für Experten!

Das Bild zeigt, wie die Strahlung eines so genannten schwarzen Körpers (das ist eine ideale Strahlungsquelle) von der Temperatur abhängt. Die zugehörige Formel wurde von Max Planck (* 23.04.1858 † 04.10.1947) im Jahr 1900 theoretisch hergeleitet. Dabei hat



Max Planck angenommen, dass die Strahlung nur in Portionen (den Quanten) abgegeben werden kann.

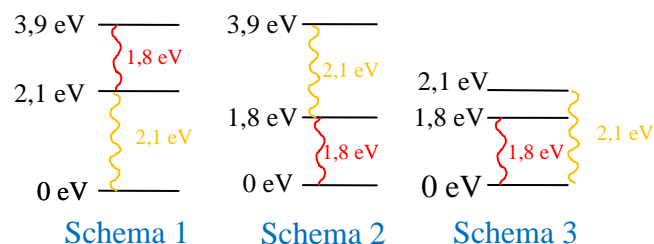


- Beschreibe in eigenen Worten die wesentlichen Aussagen des abgebildeten Diagramms.
- Unsere Sonne hat eine Oberflächentemperatur von ca. 5800 K. Was fällt dir auf?

Physik * Jahrgangsstufe 9 * Aufgaben zu den Energieniveaus von Atomen * Antworten

1. a) $590\text{ nm} \hat{=} \text{gelborange}$; $690\text{ nm} \hat{=} \text{rot}$; das Gas leuchtet insgesamt orange.

b) $590\text{ nm} \hat{=} 2,1\text{ eV}$; $690\text{ nm} \hat{=} 1,8\text{ eV}$;
Es sind drei verschiedene
Energie-Niveau-Schemata denkbar.
Siehe Bild!

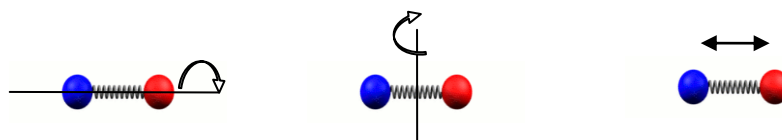


c) $320\text{ nm} \hat{=} 3,9\text{ eV}$; Es kann sich also um Schema 1 oder Schema 2 handeln.

2. a) Ein Atom kann „angeregt“ werden durch

- Zusammenstoß mit anderem Atom (Erhitzen)
- Zusammenstoß mit schnellem Elektron (Gasentladungsröhre)
- Zusammenstoß mit einem Photon (Resonanzfluoreszenz)

b) Ein Molekül aus z.B. zwei Atomen hat mehr Möglichkeiten für die Aufnahme von Rotationsenergie oder Schwingungsenergie als ein einzelnes Atom; daher gibt es mehr Energieniveaus und damit mehr Möglichkeiten für die Energie abgestrahlter Photonen.



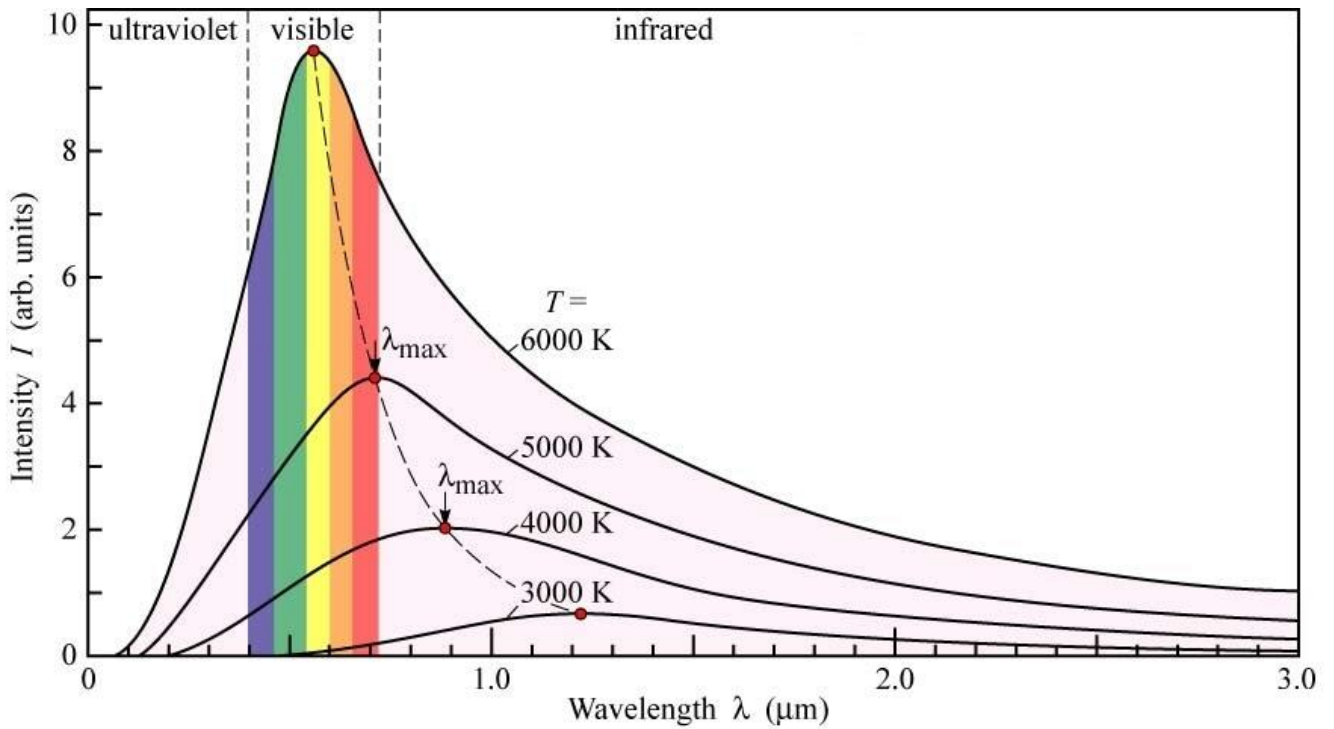
c) In einem Festkörper haben die Atome extrem viele Möglichkeiten für die Aufnahme von Schwingungsenergie, da die Atome vielfältig wechselseitig Kräfte aufeinander auswirken. Die Linien im Spektrum liegen so dicht nebeneinander, dass man ein kontinuierliches Spektrum wahrnimmt.

d) Fluoreszenz: Ein Stoff gibt nach Anregung (durch Licht) spontan energieärmeres Licht ab.
Phosphoreszenz: Wie Fluoreszenz, aber die Abgabe des energieärmeren Lichtes erfolgt zeitlich verzögert. (Bruchteile von Sekunden bis Stunden!)

Im Energieniveau-Schema der zugehörigen Atome gibt es so genannte „metastabile“ Energie-Zustände, in denen das Atom längere Zeit verharren kann bevor es in den Grundzustand zurückfällt.

e) Mit steigender Temperatur wird das Maximum der Strahlungsleistung bei immer kleineren Wellenlängen abgegeben. Beim Erhitzen ändert sich damit die Farbe des abgestrahlten Lichtes von Rot über Gelb zu Blau.
Die Strahlungsleistung des abgestrahlten Lichtes nimmt extrem stark mit der Temperatur zu. (Die Gesamtstrahlungsleistung ist proportional zu T^4 .)

Unsere Augen nehmen gerade den Wellenlängenbereich des Sonnenlichts wahr, in dem die Sonne die größte Strahlungsleistung abgibt.



$$\text{Intensität } I \sim \frac{\Delta P}{\Delta \lambda} \quad \text{und} \quad \Delta P = \frac{2 \cdot h \cdot c}{\lambda^5} \cdot \frac{A}{e^{\frac{h \cdot c}{k \cdot T}} - 1} \cdot \Delta \lambda$$

- ΔP Im Wellenlängenbereich $[\lambda ; \lambda + \Delta \lambda]$ abgestrahlte Leistung
- h Plancksches Wirkungsquantum
- c Lichtgeschwindigkeit
- λ Wellenlänge der Strahlung
- k Boltzmannkonstante
- T absolute Temperatur des Strahlers
- A Fläche des Strahlers
- e Eulersche Zahl $e = 2,718281\dots$