

Wärmestrahlung

Der von uns als Wärme empfundener Zustand eines Körpers, wird durch die Bewegung seiner Bausteine, der Atome bzw. Moleküle hervorgerufen. Diese Schwingungen bei einem festen und bei einem flüssigen Körper völlig ungeordnet, bei einem gasförmigen sie sogar ganz regellos durcheinander sind. Bei diesen thermischen Bewegungsvorgängen, die sich über einen weiten Energiebereich erstrecken – wobei die mittlere Energie um so größer ist, je höher die Temperatur ist, finden laufend Zusammenstöße statt, bei denen auch Veränderungen in der Elektronenhülle, auftreten. In Abb.1a ist ein Atom mit Kern und Elektronenhülle schematisch dargestellt. Außerhalb der Elektronenhülle sind gestrichelt non Zustandsbereiche (Bahnen) von Elektronen angegeben, in die Elektronen aus der Hülle durch äußere Ereignisse angehoben werden können. Solche äußeren Ereignisse sind z.B. die thermischen Zusammenstöße (Abb.1b). Durch sie kann ein Elektron in eine äußere Bahn befördert werden. Man nennt ein solches Atom (bzw. Molekül) thermisch angeregt. Auf dieser Bahn verharrt das Elektron jedoch nicht für immer, weil der angeregte Zustand nicht stabil ist. Es strebt daher durch meistens stufenweise Sprünge über die benachbarten Zustände wieder seinem ursprünglichen Platz in der Elektronenhülle zu – etwa in der Weise, in der ein Ball eine Treppe herunterrollt. Die Energiedifferenz zwischen den Stufen ist dabei gering. Bei diesen Übergängen strahlt das Atom nach der Bohrschen Atomtheorie eine elektromagnetische Strahlung aus, deren Wellenlänge um so größer ist, je kleiner die Energiestufe zwischen den benachbarten Zuständen (Bahnen) ist (Abb.1c). Wir empfinden eine solche langwellige Strahlung als Wärmestrahlung. Sie schließt sich im Spektrum an das rote Licht an, man bezeichnet sie daher als Infra- oder Ultrarotstrahlung (ihre Wellenlänge liegt oberhalb von $0,8\mu m$). Ein vollständiges Spektrum einer solchen Strahlung liefert uns ein sogenannter “schwarzer Strahler” (Abb.2). Es ist ein Hohlraum, in dessen Stirnfläche sich eine kleine Öffnung befindet. Der gesamte Strahler wird auf eine konstante Temperatur gebracht. Dann stellt sich im Inneren entsprechend dieser Temperatur ein (Wärme-) Strahlungsgleichgewicht ein. Ein Teil dieser Strahlung entweicht durch die Öffnung und wird so der Beobachtung

zugänglich. Umgekehrt, verschluckt (absorbiert) der Hohlraum auch alle von außen durch die Öffnung eindringende Strahlung. Er erscheint daher schwarz.

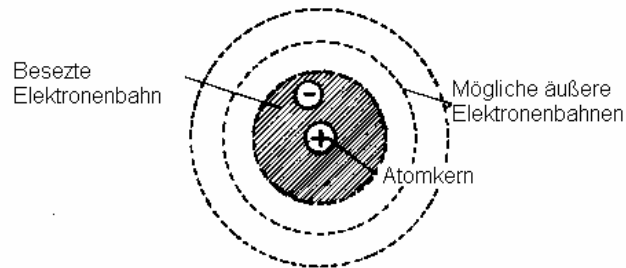


Abb.1a Der Atomkern und seine Elektronenhülle

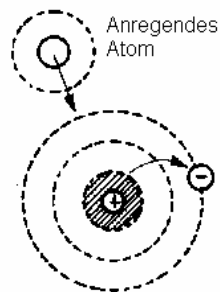


Abb.1b Thermische Anregung. Elektron wird in äußere Bahn befördert.

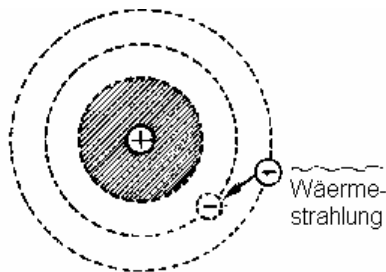


Abb.1c Elektronenübergang ruft Strahlung hervor.

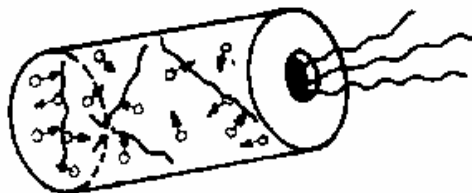


Abb.2 Schwarzer Strahler

Wortschatz

Bewegungsvorgang, -gänge, m.	mod de mișcare
erstrecken, -te, -t	a extinde
Zusammenstoß, -stöße, m.	ciocnire
Hülle, -n, f.	inveliș
Ereignis, -se, n.	eveniment
verharren, -te, -t	a persista
benachbart	învecinat
Bahn, -en, f.	traietorie
stufenweise	treptat
gering	puțin, redus, mic

Hausaufgaben

Übersetzen Sie ins Rumänische:

Die Wärmeübertragung in einem Kühlsystem kann als Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion vor sich gehen. Bei der Wärmeleitung (in Gasen, Flüssigkeiten und in festen Stoffen) wird die Wärme von Molekül zu Molekül weitergeleitet. Bei der Wärmestrahlung wird die Wärme ohne materiellen Träger durch elektromagnetische Wellen (vorwiegend im infraroten Bereich) übertragen. Wärmestrahlung ist die einzige Wärmeübertragungsart, die Vakuum durchdringen kann.

Übersetzen Sie ins Deutsche:

Radiația termică este radiația electromagnetică emisă de toate corpurile aflate în stare condensată. Poartă denumirea de radiație termică dezvoltată a purtătorilor de sarcini electrice (ioni, nucleu) în interiorul corpurilor. Radiația termică are o serie de proprietăți fizice dintre care menționăm: se emite pe toate frecvențele de la 0 la ∞ este izotropă și omogenă, este nepolarizată.

Densitatea specială de energie este mărimea fizică definită prin relația $\rho(v,T) = \frac{dw}{dv}$, numeric egală cu energia purtată de radiația termică din unitatea de volum, a cărei frecvență este cuprinsă într-un interval egală cu unitatea de frecvență.

Lösen Sie

1. Ein Atom sei Teil eines thermischen Ensembles im Gleichgewicht.

- a) in einer Gasflamme bei 1000 K
- b) in einem Hochofen bei 2000 K
- c) in der Sonnenoberfläche bei 6000 K

Das Atom emittiere nur Licht der Wellenlänge 500 nm (Anregungsenergie $\cong 2,5$ eV).

Wie viele Zeit vergeht im Mittel zwischen zwei Emissionsprozessen des Atoms, wenn es sich jeweils nur etwa 10^{-8} s im angeregten Zustand befindet? (Boltzmannkonstante $k = 8,616 \cdot 10^{-15} \text{ eV} / \text{K}$)

2. Berechnen Sie die Verschiebung der Frequenz der Strahlung die von einem Atom das sich im thermischen Gleichgewicht befindet ausgestrahlt wird, wenn die Temperatur von 2500K zu 3000K wächst.

Fragen zur Konversation

Wie erscheinen die Veränderungen in der Elektronenhülle eines Atoms?

Wie erscheint die Wärmestrahlung die das Atom ausgibt?

Beschreibt ein schwarzer Strahler!

Wie hängt die Wellenlänge der Wärmestrahlung von den Energiestufen der benachbarten Bahnen an zwischen denen das Elektron springt?