

Physik 9		25.02.2021
Aufbau der Atome	Röntgenstrahlen	

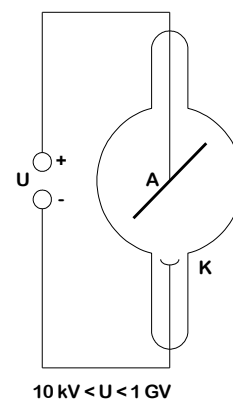
## Röntgenstrahlen

Röntgenstrahlen wurden 1895 von Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt. Er untersuchte die Wirkung sog. Katodenstrahlung. In einer Vakuumröhre beschleunigte er Elektronen sehr stark durch eine Spannung von einigen kV. Die schnellen Elektronen trafen auf eine schräg gestellte Metalloberfläche (Anode).

Die Funktionsweise einer Röntgenröhre kannst du dir bei LeiFi-Physik (<https://www.leifiphysik.de/atomphysik/roentgen-strahlung/grundwissen/erzeugung-von-roentgen-strahlung/>) in einer Simulation anschauen.

Beim Aufprallen der Elektronen auf die Anode entsteht eine sehr energiereiche Strahlung mit folgenden Eigenschaften:

- Die Strahlung durchdringt viele Stoffe.
- Sie schwärzt Filme und lichtempfindliches Fotomaterial.
- Röntgenstrahlen regen Stoffe zur Fluoreszenz an.
- Sie können Stoffe ionisieren und dadurch (menschliche) Zellen schädigen.

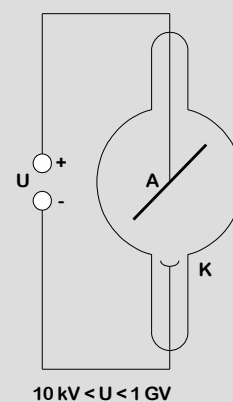


Übertrage den folgenden Eintrag in deine Aufzeichnungen:

### Röntgenstrahlen

In einer Vakuumröhre werden Elektronen von einer Katode (K) ausgesandt, stark beschleunigt und treffen auf eine Metall-Anode (A).

An der Anode entsteht eine durchdringende Strahlung, die Stoffe ionisieren, lichtempfindliches Material schwärzen und viele Stoffe durchdringen kann.



## Entstehung der Röntgenstrahlen

Beim Auftreffen der stark beschleunigten Elektronen auf die Atome der Anode geben die Elektronen ihre Energie ab. Dies kann auf verschiedene Arten geschehen:

1. Die Elektronen stoßen mit den Atomen der Anode zusammen und übertragen ihre Energie in Form kinetischer Energie. Die Anode heizt sich dadurch stark auf und muss gekühlt werden.
2. Die Elektronen werden abgebremst und geben ihre Energie in Form eines Photons ab. Dies ist die sogenannte Röntgenbremsstrahlung. Schau dir dazu bei LeiFi-Physik die Seite <https://www.leifiphysik.de/atomphysik/roentgen-strahlung/grundwissen/bremsstrahlung/> an.
3. Das auftreffende Elektron kann aus der Atomhülle ein anderes Elektron herausschlagen. Das nun fehlende Elektron hinterlässt eine Lücke, die von einem weiteren Elektron aufgefüllt wird, das sich

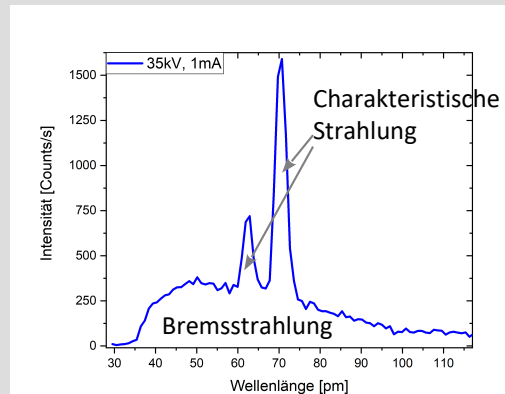
Physik 9		25.02.2021
Aufbau der Atome	Röntgenstrahlen	

auf einem höheren Energieniveau befindet. Dieses Elektron gibt dabei genauso wie bei der Emission von Licht seine Energie in Form eines Photons ab. Dabei entsteht die charakteristische Röntgenstrahlung. Schau dir auch dazu bei LeiFi-Physik die entsprechende Seite <https://www.leifiphysik.de/atomphysik/roentgen-strahlung/grundwissen/charakteristische-roentgen-strahlung> (nur bis einschließlich „Fazit“) an.

Ergänze deine Aufzeichnungen:

### Entstehung der Röntgenstrahlen

- Bremsstrahlung:** Das Elektron wird im Anodenmaterial abgebremst und gibt seine Energie teilweise in Form eines Photons ab. Die so entstehenden Photonen können unterschiedliche Energien haben, es entsteht ein kontinuierliches Spektrum.
- Charakteristische Röntgenstrahlung:** Das Elektron schlägt ein inneres Elektron eines Atoms heraus. Die entstehende Lücke wird durch ein äußeres Elektron aufgefüllt. Dabei wird die Differenz zwischen den beiden Energieniveaus in Form eines Photons abgegeben.



[https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/pmed/roe/bilder/spektrum/1600\\_35kV\\_1mA.png](https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/pmed/roe/bilder/spektrum/1600_35kV_1mA.png)

### Unterschiede zwischen der Entstehung charakteristischer Röntgenstrahlung und Licht

Bei Atomen mit höherer Ordnungszahl (z.B. Kupfer  $Z=29$ ) halten sich einige Elektronen nahe am Atomkern auf und sind deshalb stark an das Atom gebunden (innere Elektronen).

Andere Elektronen mit größerem Abstand zum Kern sind relativ schwach gebunden (äußere Elektronen).

Sichtbares Licht entsteht bei Übergängen in den äußeren Bereichen des Atoms. Die Energieniveaus haben dort nur geringe Unterschiede, die ausgesandten Photonen daher nur wenig Energie (1,5 eV bis 3,3 eV).

Röntgenstrahlung entsteht dagegen, wenn ein Elektron, das sich nahe am Kern aufhält, herausgeschlagen wird und diese „Lücke“ durch ein Elektron aufgefüllt wird, das sich auf einem hohen Energieniveau befunden hat. Dabei wird ein Photon mit hoher Energie (einige 10 000 eV).

### Anwendung der Röntgenstrahlen

- Untersuchung von Organen
- Untersuchung von Knochen
- Computertomographie: eine um den Körper rotierende Röntgenröhre erstellt aus allen Richtungen viele einzelne Röntgenbilder, die im Computer zu einem dreidimensionalen Bild zusammengesetzt werden.
- Materialuntersuchungen, z.B. Kontrolle von Schweißnähten in Pipelines.
- Gepäckkontrolle am Flughafen.
- Untersuchung der Struktur von Kristallen.