

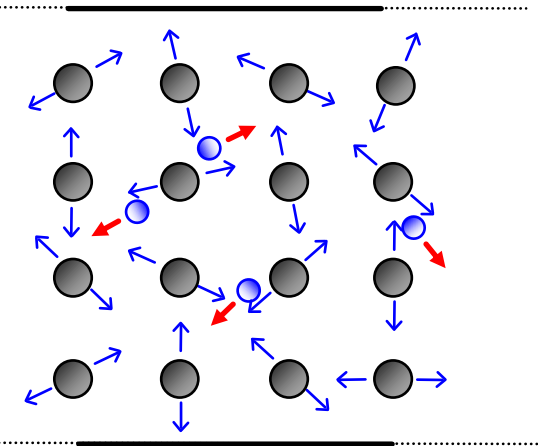
Elektronenstrahlen sind Bündel von Elektronen im Vakuum oder verdünnten Gasen. Wir nutzen sie, um Elektronen zu untersuchen. Auch in der Bilderzeugung (z.B. Elektronenrastermikroskop) kommen sie zur Anwendung. Um sie ins Vakuum zu bekommen, nutzen wir den Edison-Effekt (siehe Leifiphysik **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Glühelektrischer Effekt Grundwissen**).

2. Bewegung von Teilchen in elektrischen Feldern

2.1 Bewegung in elektrischen Längsfeldern

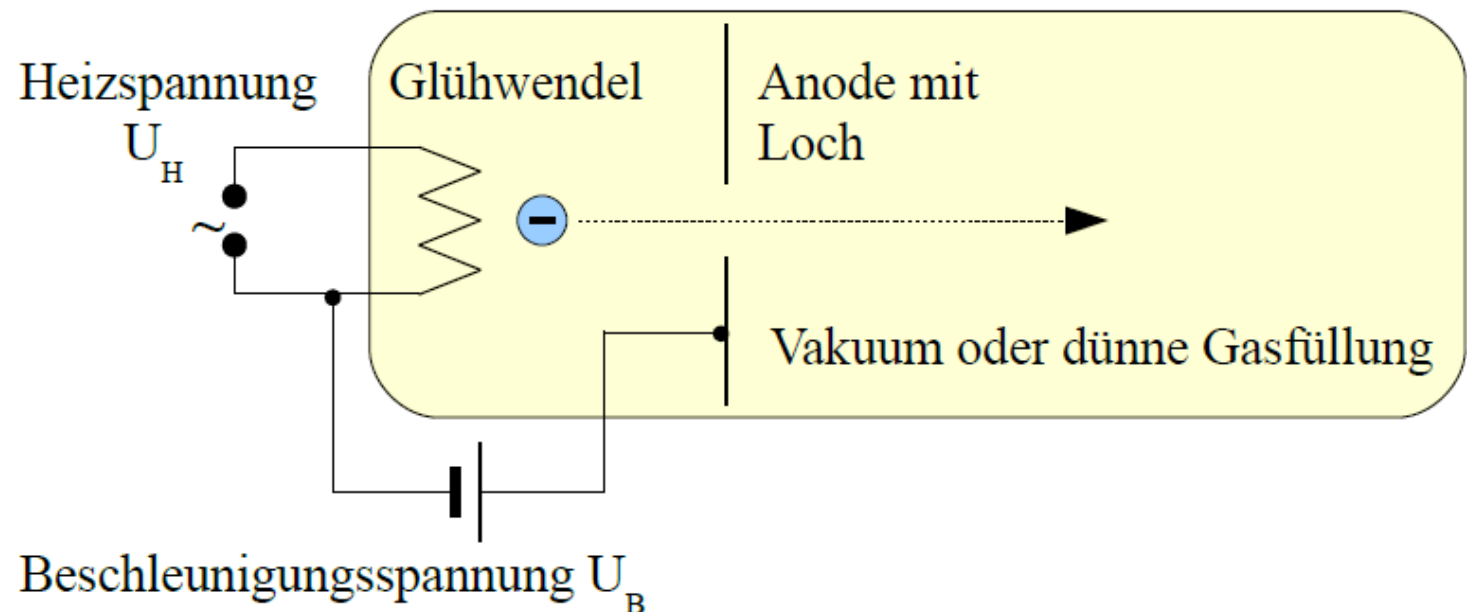
Freisetzung von Elektronen

Beim bewegen sich die
Atome der Glühwendel
und stoßen Elektronen aus dem
Diese können sich dann frei im umgebenden
..... bewegen. (Edison-Effekt)



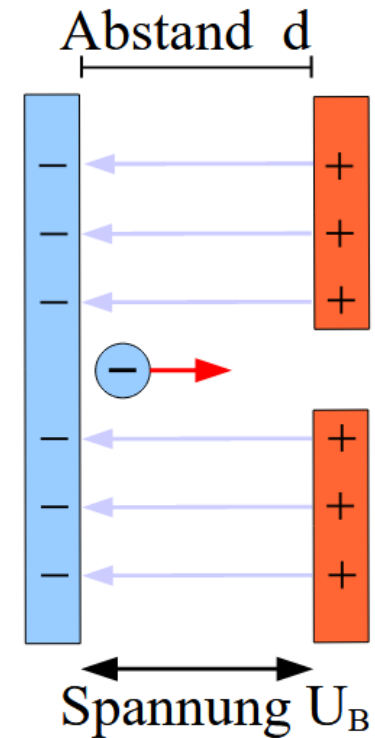
Prinzipieller Aufbau einer Elektronenröhre

Alle unsere Elektronenröhren sind prinzipiell gleich aufgebaut. Eine Glühwendel setzt die Elektronen frei, die dann mit Hilfe eines elektrischen Längsfeldes beschleunigt werden (Beachte die Polung der Beschleunigungsspannung!). Durch ein Loch in der Anode fliegen die Elektronen dann in den Experimentierraum zur weiteren Verwendung.



In diesem Abschnitt geht es darum, was zwischen Glühwendel und Anode passiert. Die Berechnungen beruhen im Wesentlichen auf dem "Kap. 1.5 Energie und Potential im Feld". Die Zeichnung gibt diesen Bereich idealisiert als homogenes Feld wieder. Beschaffe Dir Formeln für die Kraft, die Beschleunigung und die Geschwindigkeit des Elektrons, berechne diese für $U_B = 1,0 \text{ kV}$, $d = 2,0 \text{ cm}$, m und e aus FS/TR.

Beschleunigung der Elektronen im homogenen Längsfeld



kinetische Energie der Elektronen

Die Geschwindigkeit lässt sich wie meist mit dem Energiekonzept wesentlich leichter berechnen. Hierzu musst Du wieder den Begriff "Potential" hervorkramen. Gib eine Formel für die Arbeit im homogenen Feld an und bestimme die kinetische Energie eines Elektrons, das mit $1,0 \text{ kV}$ beschleunigt wurde.

Die Einheit eV ("Elektronvolt")

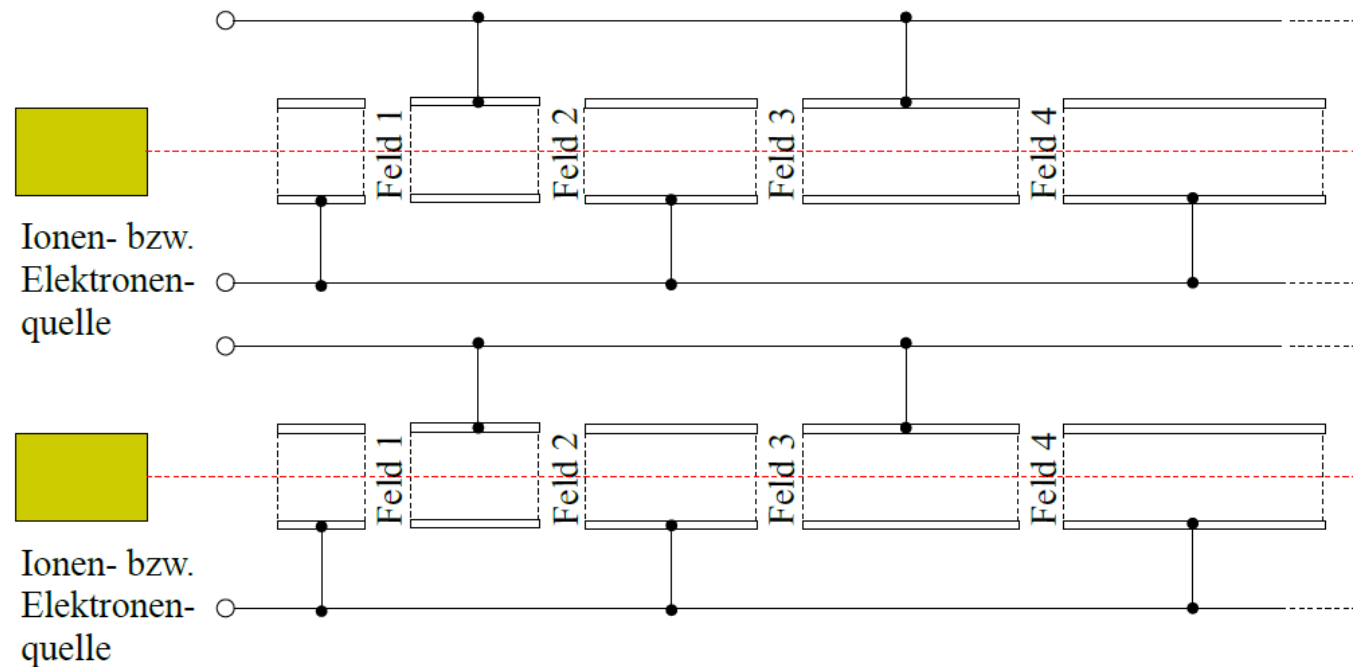
Leite aus dem letzten Abschnitt eine Formel für die Berechnung der Endgeschwindigkeit her und berechne diese für die Beschleunigungsspannung 1,0 kV. Diskutiere den Einfluss der Beschleunigungsstrecke d.

Endgeschwindigkeit der Elektronen (Formel)

Die Endgeschwindigkeit eines geladenen Teilchens in einem Längsfeld mit der Beschleunigungsspannung U_B lässt sich berechnen als:

*Insbesondere für schwerere Teilchen (Ionen) wurden mehrstufige Beschleuniger entwickelt, einer der einfachsten ist der Linearbeschleuniger. Mit der abgebildeten Vorrichtung werden Protonen beschleunigt. Diese verlassen die Ionenquelle mit einer Anfangs-Geschwindigkeit v_0 und durchlaufen dann mehrere Röhren hintereinander (Abb. zeigt ein Schnittbild). Am Zwischenraum zwischen zwei Röhren werden sie jeweils durch ein Feld beschleunigt. **Trage in die erste Zeichnung die Polung für Feld 1 ein, in die zweite Zeichnung die Polung für Feld 2. Erläutere die Art der Spannung, die man an der gesamten Anordnung anlegt.***

Linearbeschleuniger



Aufgabe: Linearbeschleuniger

*Eine Animation zum Linearbeschleuniger gibt's auf
Leifiphysik unter **Teilgebiet
Elektrizitätslehre - Bewegte
Ladungen in Feldern - Ausblick
- Linearbeschleuniger**.*

*a) In der Zeichnung werden die
Röhren immer länger.*

*Begründe die Notwendigkeit
dieser Bauweise.*

*b) Die Protonen treten mit einer
Geschwindigkeit von*

*$v_0 = 6,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ein, der
Scheitelwert der Spannung
beträgt 500 kV. Berechne die
Gesamtenergie und Geschwin-
digkeit in der 4. Röhre.*

*c) Berechne die passende Länge
der 4. Röhre, wenn die
Frequenz $f = 40 \text{ MHz}$ beträgt.*

Selbst-Check:

- Edison-Effekt
- Funktionsprinzip von Elektronenröhren
- Beschleunigung und Geschw. im Längsfeld
- Linearbeschleuniger

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik eignen sich unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Bewegte Ladungen in Feldern - Geladene Teilchen im elektrischen Längsfeld Aufgaben** z.B. die alte Abituraufgabe "**Linearbeschleuniger (1988)**" sowie die Aufgabe "**Teilchen im Längsfeld**" (das Quiz passt hier noch nicht!).