

Name: _____

Rohpunkte: /



Bewertung: Punkte ()

1 Eine Röhre (prinzipieller Aufbau siehe Abbildung 1) mit einer Glühwendel, einem Gitter und einer Metallelektrode enthält Neon-Gas und einen Tropfen Quecksilber. Die Beschleunigungsspannung U_B ist variabel, die Gegenspannung hat den festen Wert $U_G=1,5V$.

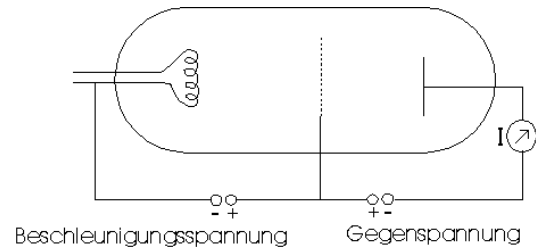


Abbildung 1

Die Messkurve (Abbildung 2) zeigt den Auffängerstrom I in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung U_B .

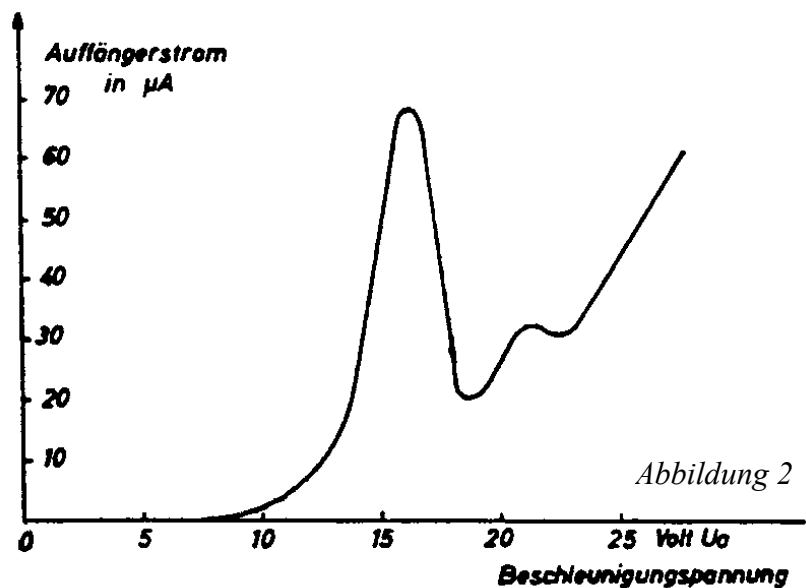


Abbildung 2

Als Hilfsmittel zur Beantwortung der Aufgaben werden zusätzlich gegeben:

1. eine Übersicht über die Zuordnung von Farben zu Wellenlängen (Abbildung 3: hier sind die Wellenlängen in Ångström angegeben, einer alten Einheit: $10\text{Å} \hat{=} 1\text{ nm}$),

Farbe	Wellenlänge in Ångström
infrarot	über 8000
rot	6300 - 8000
orange	6000 - 6300
gelb	5700 - 6000
grün	5000 - 5700
blau	4000 - 5000
ultraviolett	unter 4000

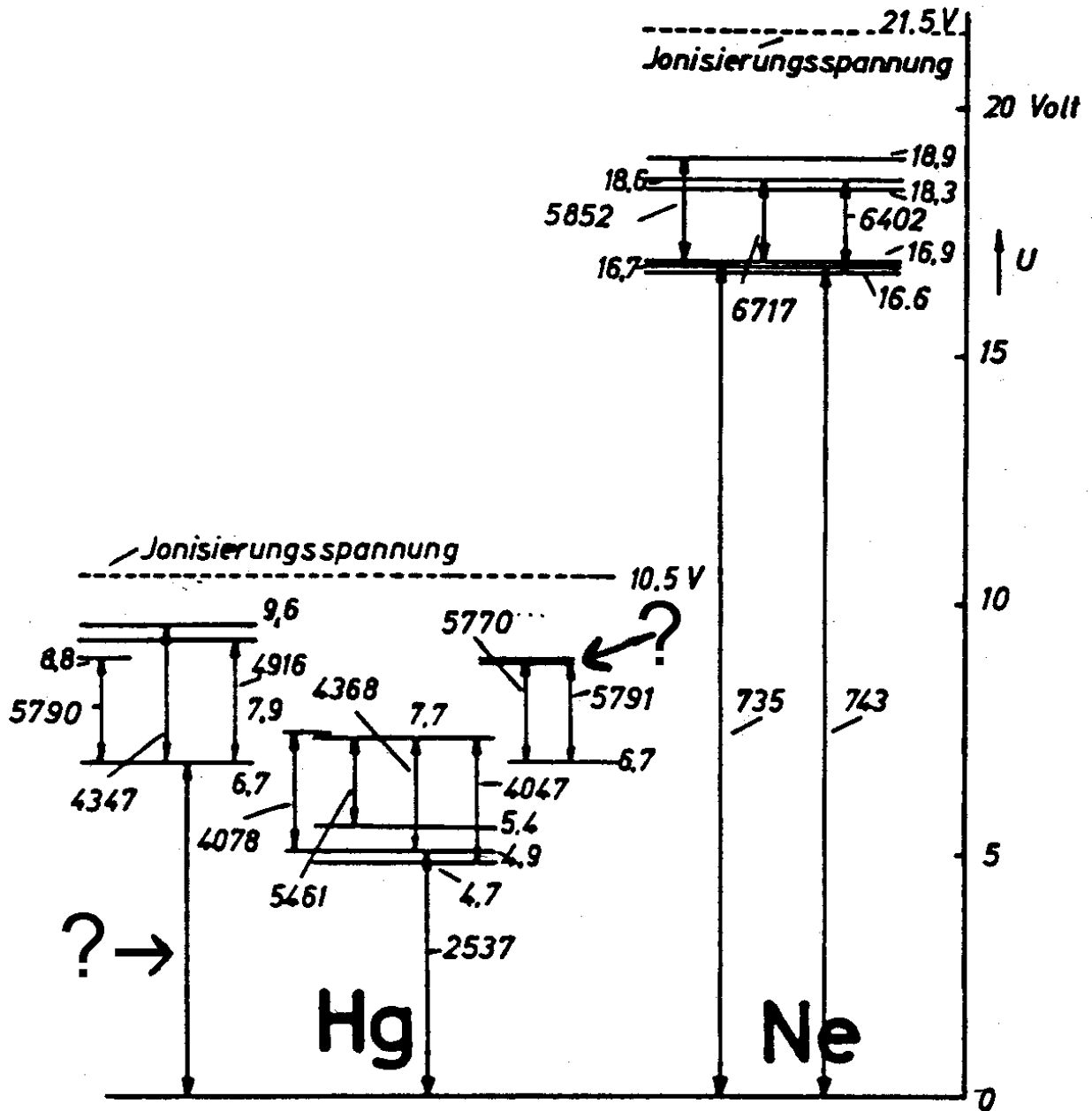
Abbildung 3

2. eine Übersicht über die Leuchterscheinungen bei unterschiedlichen Beschleunigungsspannungen (Abbildung 4 – es ist jeweils nur das erste Auftreten der entsprechenden Farbe angegeben; das Leuchten setzt sich auch zu höheren Spannungen hin fort) und

Spannung U_B	Leuchterscheinung
7,0V – 10,0V	keine
10,0V – 18,0V	blau
18,0V – 18,5V	rot
18,5V – 19,0V	gelb

Abbildung 4

3. ein Auszug aus den Termschemata für Neon (Ne) und Quecksilber (Hg) (Abbildung 5 – dort sind die Energieniveaus in der Einheit eV angegeben und die Wellenlängen des ausgestrahlten Lichts in Å. Zahlen kleiner als 100 stehen für Energien, Zahlen größer als 100 für Wellenlängen).



Vereinfachtes Niveau-Schema von
Quecksilber und Neon mit einigen Übergängen
(Wellenlängen in Ångström-Einheiten)

Abbildung 5

Aufgaben:

- 1.1 Im Termschema zeigt links unten ein Pfeil auf eine senkrechte Linie, an der die Angabe der Wellenlänge fehlt. Berechnen Sie die Wellenlänge.
- 1.2 Im Termschema zeigt in der Mitte ein Pfeil auf eine waagrechte Linie, an der die Angabe der Energie in eV fehlt. Berechnen Sie diese Energie.
- 1.3 Erläutern Sie, warum bei kleinen Spannungen kein Leuchten zu sehen ist und was die Ursache für das blaue, das rote und das gelbe Leuchten ist.
- 1.4 Geben Sie die Ursachen an für den waagrechten Kurvenverlauf bei geringen Spannungswerten, für das Ansteigen der Kurve in verschiedenen Spannungsbereichen, für den Kurvenabfall in verschiedenen Spannungsbereichen und für alle Maxima und Minima beim Kurvenverlauf.

2

Aus einem Glühdraht austretende Elektronen werden in einer Vakuum-Kammer mit einer Spannung von $U_B=50V$ beschleunigt und durchlaufen dabei einen Metallzylinder, der isoliert in der Kammer angebracht ist (sogenannter Wehnelt-Zylinder).

Durch eine kleine Blende B_1 treten die Elektronen in eine mit Helium-Gas gefüllte Kammer ein und darauf durch eine kleine Blende B_2 wieder in eine Vakuum-Kammer, die von einem Magnetfeld der Stärke $B=0,1mT$ durchsetzt wird, dessen Feldlinien senkrecht zur Flugrichtung der Elektronen verlaufen.

Der Abstand a von B_2 bis zur Fotoplatte beträgt $a=15cm$.

Die Fotoplatte wird an einigen Stellen durch die auftreffenden Elektronen geschwärzt. Die Intensität N dieser Schwärzung in Abhängigkeit von der Ablenkung d aus der geraden Flugrichtung ist folgendem Diagramm zu entnehmen:

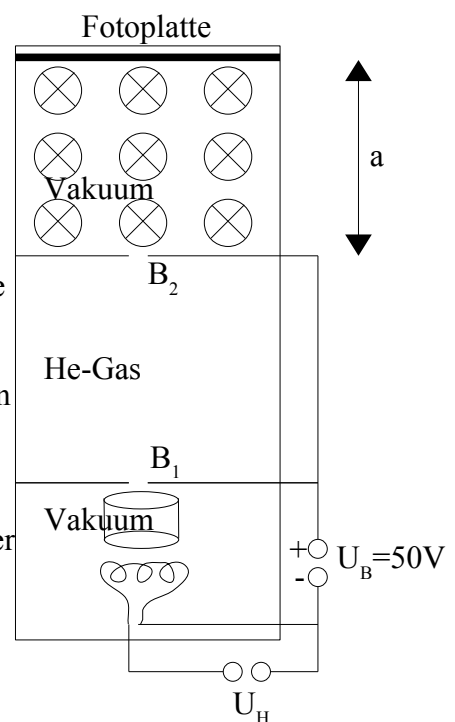


Abbildung 6

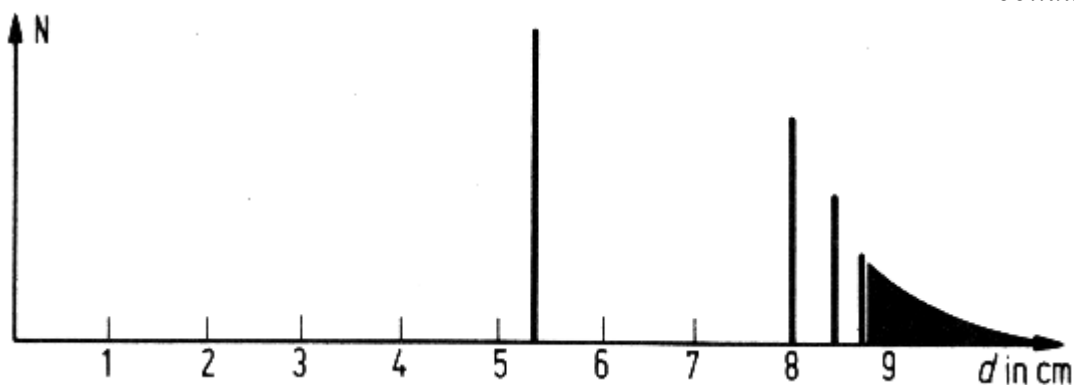


Abbildung 7

Aufgaben:

- 2.1 Beschreiben Sie, was der Wehnelt-Zylinder in der unteren Kammer bewirkt und warum er das bewirkt.
- 2.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit und die Energie der Elektronen, die sie beim Durchgang durch die Blende B_1 besitzen.
- 2.3 Beschreiben Sie, welche Wechselwirkungen zwischen Elektronen und dem Helium-Gas in der mittleren Kammer vorkommen können.
- 2.4 Geben Sie mit Begründung die Art der Bahnkurve an, auf der sich die Elektronen in der oberen Kammer (mit Magnetfeld) bewegen.
- 2.5 Geben Sie qualitativ an, in welcher Weise der Auftreffpunkt der Elektronen auf der Fotoplatte von der Geschwindigkeit der Elektronen abhängig ist und begründen Sie Ihre Antwort durch Entwickeln einer entsprechenden Formel.
- 2.6 Berechnen Sie, wo auf der Fotoplatte die Elektronen auftreffen, die mit 50V beschleunigt wurden und unterwegs keine Energie verloren haben, d.h. Abstand d zwischen Auftreffort bei gerader Flugrichtung und tatsächlichem Auftreffort berechnen.
Zeigen Sie durch Herleitung grundlegender Formeln, dass sich die Formel für d folgendermaßen ergibt:
$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot m_e \cdot U_B}{e \cdot B^2}} - \sqrt{\frac{2 \cdot m_e \cdot U_B}{e \cdot B^2} - a^2}$$
- 2.7 Zeigen Sie, dass die Energie der Elektronen, die im Abstand d auf der Fotoplatte auftreffen, durch die Formel
$$W_e = e \cdot U = \frac{(a^2 + d^2)^2}{4 \cdot d^2} \cdot \frac{e^2 \cdot B^2}{2 \cdot m_e}$$
 gegeben ist.
- 2.8 Berechnen Sie die Energien der Elektronen, die bei den Linien in der Abbildung 7 auftreffen.
- 2.9 Stellen Sie auf Grund Ihrer Berechnungen ein Termschema für Helium auf. Gehen Sie auch auf die Bedeutung des kontinuierlich verlaufenden Bereichs in der Abbildung 7 ein.
- 2.10 Zeigen Sie Unterschiede auf zwischen diesem Versuch und dem im Unterricht besprochenen Franck-Hertz-Versuch.

3 Abbildung 8 zeigt Spektren einer Röntgenröhre mit Molybdän-Anode.

- 3.1 Berechnen Sie die Wellenlänge der L_{α} -Linie von Molybdän.
- 3.2 Erläutern Sie, warum nur bei einem Spektrum die K_{α} - und die K_{β} -Linie eingezeichnet sind.

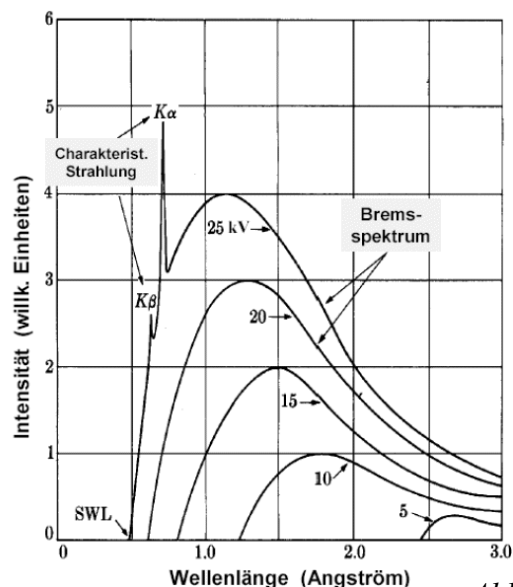


Abbildung 8

Röntgenspektren einer Molybdänanode bei verschiedenen Anodenspannungen
Quelle: <http://ibb.gsf.de/reports/2004/gurschler.pdf> (04.12.2005)

Viel Erfolg bei der Bearbeitung der Aufgaben!