

Aufgabenstellung

- 1 In der Versuchsanordnung (siehe Abb.1) ist eine mögliche Schaltung des Franck-Hertz-Versuches dargestellt. Die Röhre besteht aus Quarzglas und ist somit für UV-Licht durchlässig. Sie ist mit Quecksilberdampf gefüllt.

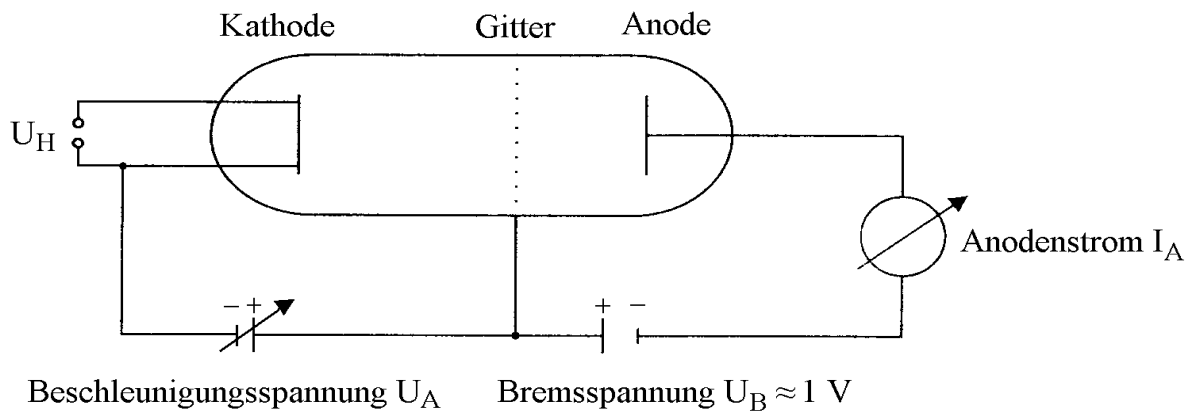


Abb. 1

- 1.1 Variiert man die Beschleunigungsspannung U_A zwischen Kathode und Gitter im Bereich von 0V bis 16V und mißt den jeweiligen Anodenstrom, erhält man eine charakteristische Kennlinie (Abb.2).

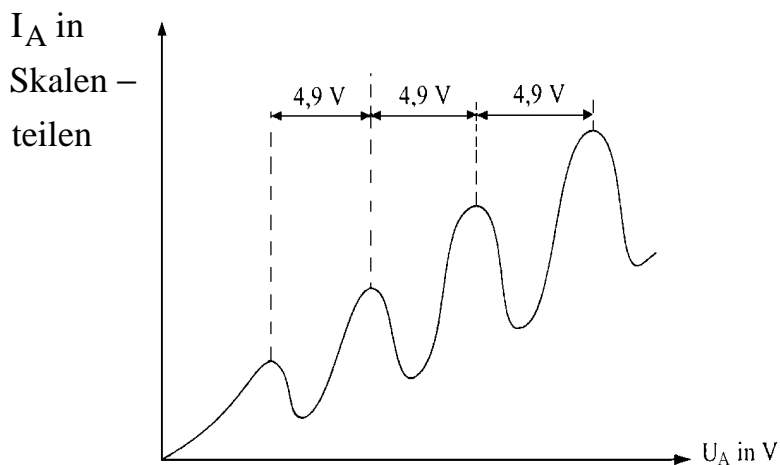


Abb. 2

Erklären Sie das Zustandekommen dieser Kennlinie! Gehen Sie dabei auf die Wechselwirkung der Elektronen mit den Gasatomen in der Röhre ein!

1.2 Die Energie von eventuell auftretenden Lichtquanten soll mit Hilfe einer Vakuumphotozelle bestimmt werden. Die Ablösearbeit des Kathodenmaterials beträgt $W_A = 7,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$!

1.2.1 Zeichnen Sie für diesen Teil einen vollständigen Schaltplan, und erläutern Sie die prinzipielle Wirkungsweise dieser Anordnung!

4 BE

1.2.2 Bestimmen Sie die Wellenlänge, die das Licht mindestens haben muß, damit Photoelektronen aus der Kathode austreten!

4 BE

1.2.3 Die aus der Photokathode austretenden Elektronen besitzen eine Geschwindigkeitsverteilung! Begründen Sie!

2 BE

1.3 Die Beschleunigungsspannung an der Franck-Hertz-Röhre wird nacheinander auf verschiedene Werte eingestellt.

1.3.1 Formulieren Sie eine qualitative Aussage über die Anzahl der aus der Kathode der Photozelle emittierten Elektronen, wenn die Beschleunigungsspannungen an der Franck-Hertz-Röhre $U_1 = 3,9 \text{ V}$, $U_2 = 5,0 \text{ V}$ und $U_3 = 13,0 \text{ V}$ betragen. Begründen Sie Ihre Aussage!

3 BE

1.3.2 Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeit der aus der Photokathode emittierten Elektronen, wenn an der Frank-Hertz-Röhre die Beschleunigungsspannungen $U_2 = 5,0 \text{ V}$ bzw. $U_3 = 13,0 \text{ V}$ anliegen!

4 BE

1.4 Zu Meßzwecken wird parallel zur Photozelle ein Kondensator der Kapazität $C = 5,0 \text{ nF}$ geschaltet.

1.4.1 Welche maximale Ladung kann dieser Kondensator aufnehmen, wenn die Beschleunigungsspannung an der Franck-Hertz-Röhre $U_2 = 5,0 \text{ V}$ beträgt?

2 BE

1.4.2 Bestimmen Sie die elektrische Arbeit, die beim Entladen des Kondensators nach dem Trennen von der Photozelle über einen ohmschen Widerstand in Wärme umgewandelt wird?

2 BE

Lösung

1.1	Erklärung unter Nutzung der Wechselwirkung der Elektronen mit den Gasatomen	5 BE
1.2.1	Schaltplan zeichnen und vollständig beschriften, Erläuterung der Wirkungsweise	4 BE
1.2.2	$\lambda_G = 276 \text{ nm}$	4 BE
1.2.3	Ablösearbeit W_A stellt nur einen Minimumwert dar. Ursachen sind das Herauslösen von Elektronen aus tieferen Schichten des Metalls und die Richtungen der Geschwindigkeitsvektoren der Elektronen. <u>Hinweis:</u> Es werden bereits für einen Fakt volle BE erteilt!	2 BE
1.3.1	U_1 : Keine Photoelektronen; die Atome in der Franck-Hertz-Röhre werden nicht angeregt U_2 : Photoelektronen treten auf; unelastische Elektronenstöße U_3 : Die Anzahl der Photoelektronen nimmt zu; die Elektronen können zweimal unelastisch stoßen	3 BE
1.3.2	$v = \sqrt{\frac{2}{m_e} (e \cdot \Delta U_{\text{Hg}} - W_A)}$ $v = 3,8 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	4 BE
1.4.1	$Q = C \cdot \frac{(h \cdot f - W_A)}{e}$ $Q = 2,0 \text{ nC}$	2 BE
1.4.2	$W_{\text{el}} = 4,1 \cdot 10^{-10} \text{ Ws}$	2 BE