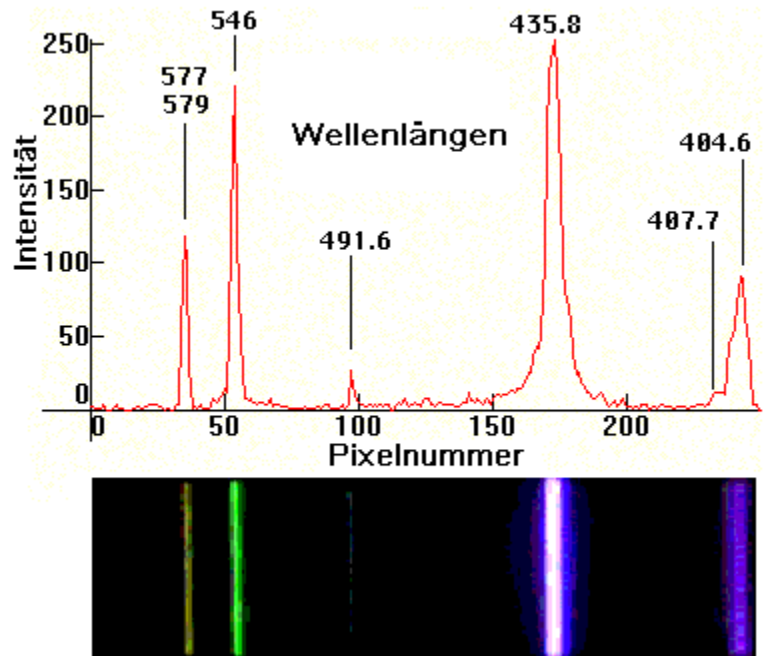
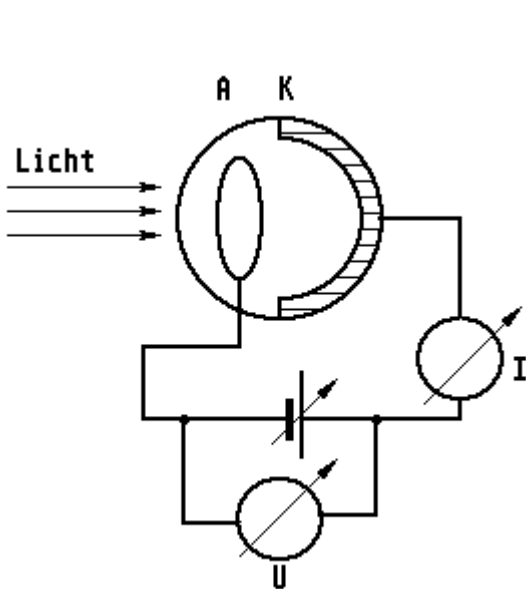


Aufgabe 1

3/5/4/4/7/3 Punkte



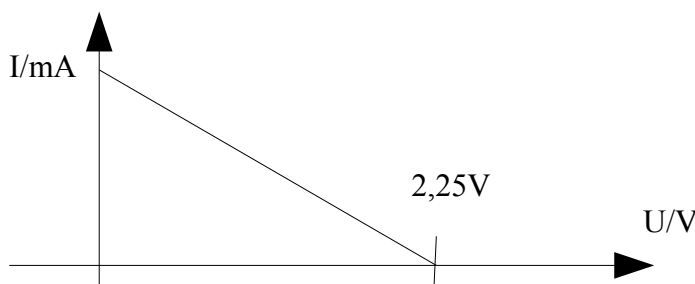
In dem oben skizzierten Versuchsaufbau ist es möglich das spektral zerlegte Licht einer Quecksilberdampf Lampe auf eine kaliumbeschichtete Photozelle (Kalium-Grenzwellenlänge: $\lambda_K = 551\text{nm}$) einstrahlen zu lassen.

- a) Welche Spektrallinien erzeugen einen Photostrom? Begründen Sie ihre Antwort und zeichnen sie den Weg der Photoelektronen vollständig in die Skizze ein. Alle, die eine kleinere Wellenlänge als 551 haben.
- b) Berechnen Sie die größte Elektronengeschwindigkeit, die bei Bestrahlung mit einer Hg-Lampe des dargestellten Spektrums erreicht wird.

$$\frac{h \cdot c}{404,6\text{nm}} = \frac{h \cdot c}{551\text{nm}} + \frac{1}{2} m_E \cdot v^2 \quad v = 5.35 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Nun wird eine regelbare Gegenspannung U in den Stromkreis eingebracht und die Spannung von 0V an gleichmäßig vergrößert.

- c) Zeichnen Sie ein qualitatives U-I-Diagramm, und erläutern Sie dessen Verlauf.



- d) Bei welcher Gegenspannung erwarten Sie keinen Photostrom mehr?
Das Licht bringt etwa 3eV mit, die Austrittsarbeit ist 2,25eV, also ist bei 0,75V Gegenspannung kein Elektron mehr in der Lage die Anode zu erreichen.

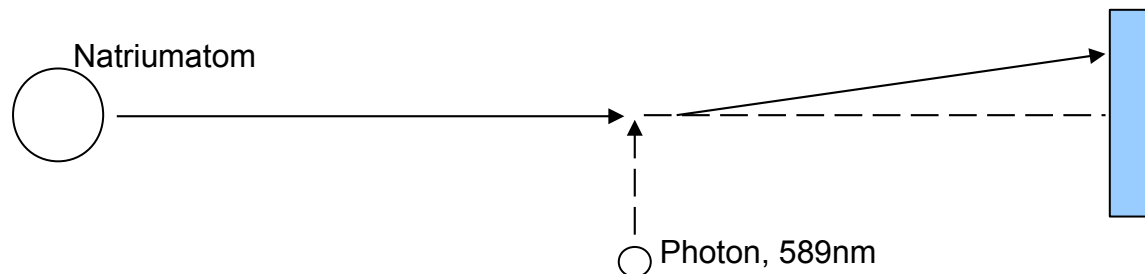
Bei der Bestrahlung mit Licht treffen auf die Kathode $P=20 \text{ W/m}^2$. Dabei werden 10% der Lichtenergie absorbiert, der Rest wird reflektiert. Die bestrahlte Fläche ist $0,5 \text{ cm}^2$ groß.

- e) Würde man den Photoeffekt durch das Wellenmodell des Lichtes deuten, so müsste sich die Energie der Lichtwelle gleichmäßig auf die Kaliumatome im beleuchteten Teil der Kathode verteilen. Der Photoeffekt würde auftreten, sobald die pro Atom absorbierte Energie die Austrittsarbeit für Elektronen erreicht. Schätzen Sie unter Zugrundelegung dieses Modells die Zeitdauer vom Beginn der Bestrahlung bis zum Eintreten des Photoeffekts ab. Nehmen Sie an, ein Kaliumatom habe den Durchmesser von 10^{-10} m .
 $2W = 1 \text{ m}^2 \Rightarrow xW = \pi (10^{-10})^2 \text{ m}^2 \Rightarrow x = 1,5 \cdot 10^{-20} \text{ J} \approx 0,1 \text{ eV}$ etwa 10s
- f) Welcher Befund beim Photoeffekt steht dem Ergebnis von Teilaufgabe e) entgegen?
Nach der Überschlagsrechnung unter g) sollte es etwa 10s dauern bis der Photoeffekt anfängt, aber es geht sofort los

Aufgabe 2

2.1

4/5/3/4 Punkte



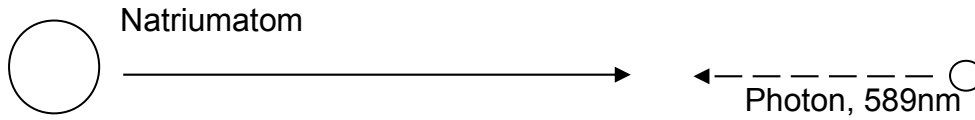
In einem ersten Experiment zum Nachweis des Impulsübertrags von Licht auf Atome bestrahlte R.Frisch 1933 einen Natriumatomstrahl seitlich mit Natriumlicht der Wellenlänge 589nm.

- a) Berechnen Sie den Impuls eines Photons der Wellenlänge $\lambda=589 \text{ nm}$.
($p_{\text{Licht}} = 1,125 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$)
- b) Berechnen Sie Geschwindigkeit und Impuls eines thermischen Na-Atoms bei $T = 500 \text{ K}$. (425 m/s , $p_{\text{Na}} = 1,623 \cdot 10^{-23} \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}}$) kommt so nicht dran
- c) Ein Photon werde von einem Natriumatom absorbiert, welche Rückstoßgeschwindigkeit nach oben ergibt sich für das Atom?
 $m_{\text{Na}} \cdot v = p_{\text{Licht}} \Rightarrow v = 2,9 \text{ cm/s}$
- d) Wie groß ist die seitliche Verschiebung des Natriumstrahls, wenn der Schirm in 4m Entfernung vom Lichtstrahl positioniert wird?
 $0,029 / 425 * 4 = 0,27 \text{ mm}$

2.2

5 Punkte

1997 erhielten Chu, Cohen-Tannoudji und Phillips den Nobelpreis für Physik, weil Sie erstmalig mit der oben beschriebenen Methode eine Laserkühlung realisieren konnten. Das Natriumlicht wurde dazu als Laserstrahl „von rechts“ frontal auf einen Strahl von Natriumatomen geschossen.



a.) Das Natriumatom absorbiert das Photon und gibt es nach kurzer Zeit wieder in eine beliebige Richtung ab. Diskutieren Sie in welchem Fall eine maximale bzw. minimale Bremsung durch die Wechselwirkung mit dem Photon zustande kommt.

Das Natriumatom wird dann maximal abgebremst, wenn es das aufgenommene Photon in die Richtung emittiert, aus der es gekommen ist, es also reflektiert. Wenn das Photon nach hinten abgegeben wird, ist es dasselbe wie wenn es keine Wechselwirkung gegeben hätte.