

1) Fotoeffekt

- a) Erklären Sie, auf welche Weise sich zwischen Kathode und Anode einer Vakuum-Fotozelle, deren Kathode mit monochromatischem Licht der Wellenlänge $\lambda_{\min} > \lambda$ bestrahlt wird, eine bestimmte Spannung U aufbaut. Gehen Sie dabei auch auf die Bedeutung der Grenzwellenlänge λ_{\min} ein.

Die an einer Fotozelle bei Bestrahlung mit Licht verschiedener Wellenlängen beobachteten Fotospannungen sind in folgender Tabelle dargestellt:

Fotoeffekt, Einfluss des Kathodenmaterials					
λ (in nm)	375	408	436	462	490
U_F (in V)	1,10	0,80	0,60	0,45	0,25

Material der Fotokathode	Grenzfrequenz f_{Grenz} in 10^{14} Hz	Energie W_0 in eV
Legierung aus Ag, Cs und O	2,5	1,04
Caesium	4,7	1,94
Natrium	5,5	2,28
Zink	10,3	4,27
Silber	11,4	4,70
Platin	13,0	5,36

- b) Stelle aus diesen Angaben die Energie der austretenden Fotoelektronen in Abhängigkeit von der Frequenz graphisch sinnvoll dar und entnimm dem Diagramm die Austrittsarbeit der Elektronen und bestimme das Plancksche Wirkungsquantum h .
- c) Um welches Kathodenmaterial handelt es sich wahrscheinlich (vergleiche mit obiger Tabelle)? Warum tritt bei der Bestrahlung der Fotozelle mit rotem Licht der Wellenlänge 633 nm keine Fotospannung mehr auf? Begründe mit Rechnung.

Die Fotozelle befindet sich an Bord eines Satelliten außerhalb der Erdatmosphäre und werde mit Sonnenlicht bestrahlt, das vorher ein Quarzprisma durchlaufen hat. Quarz ist im UV-Bereich nur für $\lambda > 250$ nm durchlässig.

- d) Erklären Sie, weshalb unter diesen Bedingungen die Spannung an der Fotozelle einen gewissen Höchstwert U_{\max} nicht überschreitet.

Die Fotozelle soll dazu dienen, bei Bedarf ein Spannungsnormal reproduzieren zu können. Zu diesem Zweck wird die Anordnung so eingestellt, dass die Zelle nur mit Licht der Wellenlänge $\lambda = 382$ nm bestrahlt wird.

- e) Berechnen Sie die Fotospannung U_L .
- f) Wie wirkt es sich auf die Photospannung U aus, wenn die Intensität des auf die Fotokathode treffenden Lichts der Wellenlänge λ Schwankungen unterliegt? Begründen Sie Ihre Antwort.

2) Compton-Effekt

Der Compton-Effekt beschreibt die Streuung von Photonen an freien Elektronen.

- a) Unter welchen Umständen tritt eine maximale Wellenlängenänderung der einfallenden Strahlung auf?
- b) Berechnen Sie diese Wellenlängenänderung
- c) Beantworten Sie die gleiche Frage für die Streuung von Photonen an freien Protonen.
- d) Warum bemerkt man bei sichtbarem Licht keinen Effekt, der dem Compton-Effekt entspricht?
- e) γ -Quanten der Energie $E_1 = 284$ keV treffen auf einen Streukörper. Unter einem Winkel ν gegen die Einstrahlrichtung beobachtet man Streustrahlung der Energie $E_2 = 222$ keV. Berechnen Sie den Winkel ν .
- f) Wie groß ist die Geschwindigkeit, mit der sich die bei obigem Streuprozess gebildeten Comptonelektronen bewegen? (klassische Rechnung mit Stellungnahme zur Geschwindigkeit)
- g) Berechne die Geschwindigkeit der gestreuten Comptonelektronen relativistisch.

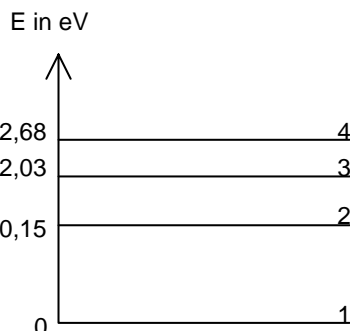
- h) Bei den Berechnungen des Compton-Effekts wird grundsätzlich von schwach gebundenen und ruhenden Elektronen ausgegangen. Da sich diese aber innerhalb des Radius um den Atomkern aufhalten müssen ist gemäß der Heisenber'schen Unschärfe die Ortsunschärfe Δx auf den Atomdurchmesser festgelegt. Berechne klassisch für ein Wasserstoffatom (Durchmesser 208 pm) die daraus resultierende Impuls- und Geschwindigkeitsunschärfe. Nimm zur berechneten Geschwindigkeitsunschärfe Stellung.

3) Bohr'sches Atommodell

a) Welche Grundaussagen sind im Bohrschen Atommodell enthalten?

b) Erklären Sie mit Hilfe des Bohrschen Atommodells, warum atomarer Wasserstoff nach Anregung ein Linienspektrum aussendet.

Die Abbildung zeigt das vereinfachte Energieniveauschema eines unbekanntes Atoms.

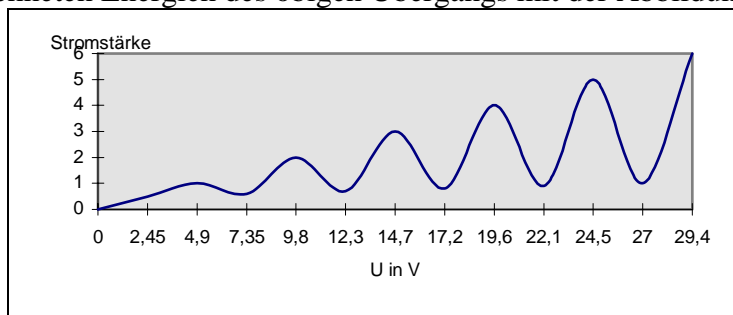


c) Berechnen Sie die Wellenlänge des Lichtes beim Übergang eines Elektrons vom 4. auf das 2. Energieniveau. Welche Farbe ist dem Licht zuzuordnen?

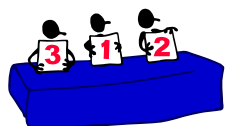
d) Kann es sich bei dem dargestellten Energieschema um Wasserstoff handeln? Überprüfe dazu die mit Hilfe der Rydbergformel berechneten Energien des obigen Übergangs mit der Abbildung.

Die Abbildung zeigt das charakteristische U-I-Diagramm des Franck-Hertz-Versuches.

e) Beschreiben Sie, wie dieser Stromverlauf zustande kommt.



f) Bei der abgewandelten Durchführung des Franck-Hertz-Versuches fand anstelle von Quecksilberdampf Argon Verwendung. Das erste Absinken der U-I-Kurve wurde bei 11,6 V festgestellt. Welche Frequenz besitzt das dadurch verursachte Licht?



Viel Erfolg