

Lösungen:

a) Bestrahlt man die Kathode einer Vakuum-Fotозelle mit monochromatischem Licht der Wellenlänge $\lambda \leq \lambda_G$, so tritt eine Wechselwirkung der Photonen mit den Elektronen des Kathodenmaterials auf, bei der die Photonen sich unter Abgabe ihrer gesamten Energie an das Elektron vernichten. Das Elektron kann mit dieser Energie das Kathodenmaterial verlassen, wobei es einen Teil der Energie als Austrittsarbeit abgibt. Den Rest der Energie behält es als kinetische Energie. Auf diese Weise gelangen die Elektronen zur Anode und lagern sich dort an. Dadurch bauen sie eine Gegenspannung auf, die solange steigt, bis keines der aus der Kathode austretenden Elektronen mehr gegen diese Spannung anlaufen kann. Ist die Photonenenergie kleiner als die Austrittsarbeit, so kann kein Elektron die Kathode verlassen, dies ist der Fall, wenn die Wellenlänge λ größer als die Grenzwellenlänge λ_G ist.

$$W_A = hc/\lambda_G = 2,26 \text{ eV}$$

Hat das die Fotозelle bestrahlende Licht keine Wellenlänge, die kleiner ist als 250nm, so ist die Energie der Photonen nach oben beschränkt und damit können auch die austretenden Foto-Elektronen keine Energie besitzen, die größer ist als $E_{Ph} - W_A$. Sie können also maximal die im Folgenden berechnete (Rechnung nicht notwendig!) maximale Spannung aufbauen: $U = (hc/\lambda - W_A)/e = 2,72 \text{ V}$.

Für $\lambda_L = 382 \text{ nm}$ gilt $U = 1 \text{ V}$.

Die Intensität des Lichtes hat keine Auswirkung auf die Photo-Spannung U , da die Spannung unabhängig von der Anzahl der auftretenden Photonen nur von der Wellenlänge abhängt.

b) Nach Wellenmodell: Streuung bewirkt keine Änderung der Wellenlänge. Photon führt einen elastischen Stoß mit einem (freien, anfangs ruhenden) Elektron aus.

$\Delta\lambda$: Wellenlängenänderung des gestreuten Photons; φ : Streuwinkel

c)

$$\Phi = 180^\circ; E_{Ph} = m_0 c^2 \rightarrow \lambda = \lambda_c$$

$$\Delta\lambda_{\max} = 2\lambda_c \rightarrow \lambda_{\max}' = \lambda + \Delta\lambda_{\max} = 3\lambda_c$$

$$E_{\min}' = hc/\lambda_{\max}' = 1/3 m_0 c^2 \rightarrow$$

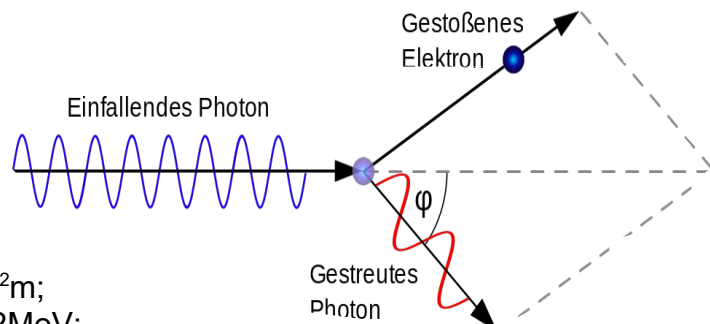
Max. Energieverlust:

$$m_0 c^2 - 1/3 m_0 c^2 = 2/3 m_0 c^2 = 341 \text{ keV}$$

$$\lambda = hc/E = 4,97 \cdot 10^{-12} \text{ m}; \Delta\lambda = 1,21 \cdot 10^{-12} \text{ m};$$

$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda = 6,18 \cdot 10^{-12} \text{ m}; E' = hc/\lambda' = 0,2 \text{ MeV};$$

$$E'_{\text{kin}} = E - E' = 0,05 \text{ MeV}$$



Photonen werden dann am Atom und nicht an einem Elektron gestreut: $E \sim E'$ (Stoß gegen eine Wand.)

$$d) E_{\min} = 2m_0 c^2 = 1,64 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,02 \text{ MeV}$$

Impulserhaltung im Vakuum nicht möglich: $p_{Ph} = E/c \geq 2m_0 c^2/c = 2m_0 c$. Für E_{\min} wäre der Impuls von Elektron und Positron Null; sie könnten den Impuls des Photons nicht aufnehmen.

$$1 \text{ Teilchen: } E = 1,45 \text{ MeV}; E_{\text{kin}} = E - E_0 = 1,45 \text{ MeV} - 0,51 \text{ MeV} = 0,94 \text{ MeV};$$

$$\text{aus } E = mc^2 = m_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2/c^2} \text{ folgt } v = c \sqrt{1 - m_0^2 c^4 / E^2} = 0,94 c$$

lichtel.Effekt: wenige eV; Compton: einige keV; Paarbildung: einige MeV