

Photonenenergie verschiedener Lichtarten

Um die Energie eines Photons zu berechnen, gilt:

$$\rightarrow E_{ph} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

oder:

$$\rightarrow E_{ph} = h \cdot f$$

Je nach Lichtart ist diese Energie größer oder kleiner. Das verdeutlicht die folgende Tabelle. Für die Frequenz wurden die jeweiligen Mittelwerte des Frequenzbereichs eines Lichts benutzt.

| | f in Hz | E_{ph} in J |
|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Rotes Licht | $4,3 \cdot 10^{14}$ | $2,849 \cdot 10^{-19}$ |
| Oranges Licht | $4,9 \cdot 10^{14}$ | $3,247 \cdot 10^{-19}$ |
| Gelbes Licht | $5,15 \cdot 10^{14}$ | $3,412 \cdot 10^{-19}$ |
| Grünes Licht | $5,7 \cdot 10^{14}$ | $3,777 \cdot 10^{-19}$ |
| Blaues Licht | $6,55 \cdot 10^{14}$ | $4,34 \cdot 10^{-19}$ |
| Violettes Licht | $7,35 \cdot 10^{14}$ | $4,87 \cdot 10^{-19}$ |
| Ultraviolettes Licht | $1,035 \cdot 10^{15}$ | $6,626 \cdot 10^{-19}$ |
| Röntgenstrahlung | $4 \cdot 10^{18}$ | $8,381 \cdot 10^{-15}$ |
| Gammastrahlung | $4 \cdot 10^{24}$ | $2,65 \cdot 10^{-9}$ |

Mit zunehmender Frequenz des Lichts steigt die Energie eines Photons. Die Energieanstiege von UV-Licht zu Röntgenstrahlung und von Röntgenstrahlung zu Gammastrahlung sind besonders hoch. Röntgenstrahlung ist etwa 4000x energiereicher als UV-Licht und Gammastrahlung nochmals 1000000x energiereicher als Röntgenstrahlung. Gegen die für uns Menschen tödlichen Gammastrahlen helfen nur noch unter anderem meterdicke Betonwände, meterhohe Wassermassen oder eine dicke Schicht Blei.

Aufgabe: Wie viele Photonen sendet eine Glühlampe mit der Leistung 100 Watt in 1 Stunde aus, wenn ihr Wirkungsgrad 5% beträgt.

Hinweis: Der Wirkungsgrad gibt an, wie viel Prozent der Leistung in Lichtenergie umgewandelt wird. Der restliche Teil wird in Wärmeenergie umgewandelt.

Ansatz:

$$\rightarrow P = \frac{E}{t} \quad (\text{Formel für die Leistung}) \text{ nach } E \text{ umgestellt, ergibt sich:}$$

$$\rightarrow E = P \cdot t \quad \text{Werte eingesetzt: } E_G = 5 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 18.000 \text{ J}$$

Die Anzahl der Photonen ergibt sich aus der umgesetzten Lichtenergie der Glühlampe durch die Energie eines Photons:

Hinweis: In unserem Beispiel wird angenommen, dass die Glühlampe gelbes Licht ausstrahlt.

$$n = \frac{E_G}{E_{ph}} = \frac{18.000 \text{ J}}{3,412 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 5,275 \cdot 10^{22} \quad \text{Damit werden weit über 1 Trillion } (10^{18}) \text{ Photonen pro}$$

Stunde von der Glühlampe ausgestrahlt.

Erstellt von Mehmet Takir