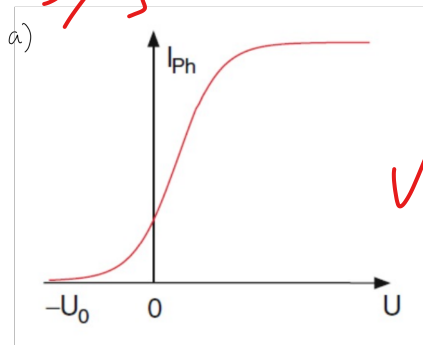


①

3/3



b) $I_{ph}(U)$ ist proportional zur Intensität, die Kurve flacht also nach oben, wobei U_{Grenz} gleich bleibt. ✓

c) Für kleinere Wellenlängen werden Elektronen höherer kinetischer Energie emittiert ($E = \frac{hc}{\lambda}$). Die Kurve wird breiter bzw. flacht sich nach rechts. ✓

d) $\lambda_1 = 366 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 254 \text{ nm}$, $E_1 = 1,07 \text{ eV}$, $E_2 = 2,56 \text{ eV}$

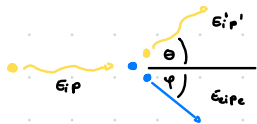
$$E_2 - E_1 = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{c} \frac{E_2 - E_1}{\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}} = 4,125 \cdot 10^{-8} \text{ eV} \cdot \text{s} = 6,6096 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad \checkmark$$

$$E = \frac{hc}{\lambda_1} - E_1 = 2,309 \text{ eV} \quad \checkmark$$

2.

a)



Elastischer Stoß

Energieerhaltung: $E + m_e c^2 = E' + E_e$ (1)

Impulserhaltung: $p = p' \cos \theta + p_e \cos \varphi$ (x-Richtung)

$0 = p' \sin \theta - p_e \sin \varphi$ (y-Richtung)

① x: $p_e \cos \varphi = p - p' \cos \theta \rightarrow p_e^2 \cos^2 \varphi = p^2 - 2pp' \cos \theta + p'^2 \cos^2 \theta$ (x')

y: $p_e \sin \varphi = p' \sin \theta \rightarrow p_e^2 \sin^2 \varphi = p'^2 \sin^2 \theta$ (y')

x' + y': $p_e^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) = p^2 - 2pp' \cos \theta + p'^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta)$

② Aus spez. Relativitätstheorie: $E_e^2 = c^2 p_e^2 + m_e^2 c^4$ (2) und $E = pc$ (3)

Aus ①: $E_e^2 = (E - E' + m_e c^2)^2$ (2) und (3) einsetzen

$\rightarrow (p^2 - 2pp' \cos \theta + p'^2) c^2 + m_e^2 c^4 = (pc - p'c + m_e c^2)^2 = p^2 c^2 - 2pp' c^2 + 2pm_e c^3 + p'^2 c^2 - 2p'm_e c^3 + m_e^2 c^4$

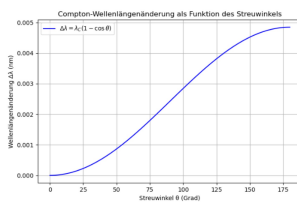
$\rightarrow p^2 - 2pp' \cos \theta + p'^2 + m_e^2 c^2 = p^2 - 2pp' + 2pm_e c + p'^2 - 2p'm_e c + m_e^2 c^2$

$\rightarrow -pp' \cos \theta = -pp' + pm_e c - 2p'm_e c \Rightarrow pp'(1 - \cos \theta) = m_e c (p - p') \Rightarrow \frac{p - p'}{m_e c (1 - \cos \theta)} = \frac{p - p'}{pp'}$; $p = \frac{h}{\lambda}$

$\frac{1}{m_e c} (1 - \cos \theta) = \frac{\frac{h}{\lambda} - \frac{h}{\lambda'}}{\frac{h^2}{\lambda \lambda'}} = \frac{\lambda \lambda' (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'})}{h} = \frac{\lambda' - \lambda}{h} = \frac{\Delta \lambda}{h}$

$\Rightarrow \Delta \lambda (\theta) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$

$\Delta \lambda = \dots$

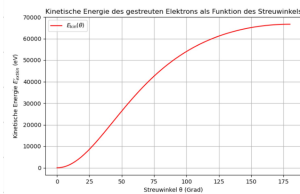


b) $E_{kin}' = hc(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}) - m_e c^2 (\frac{\lambda' - \lambda}{\lambda \lambda'})$

$\Delta \lambda$

Aus Compton-Formel:

$\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$



$\Delta \lambda$

c) $\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$; mit $\lambda = 0,0558 \text{ nm}$; $\theta = 46^\circ$ und $\lambda_c = \frac{h}{m_e c} = 0,00243 \text{ nm}$



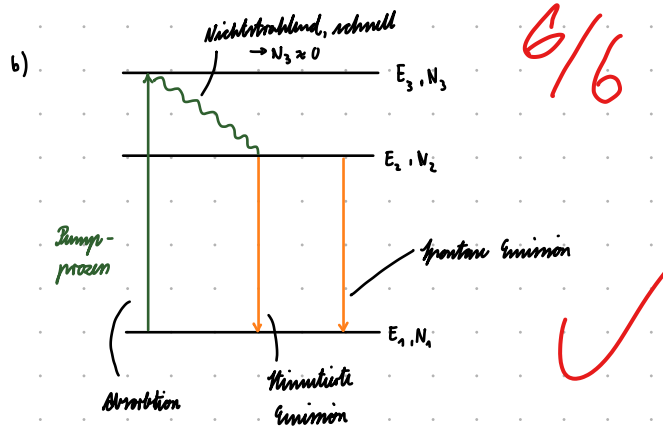
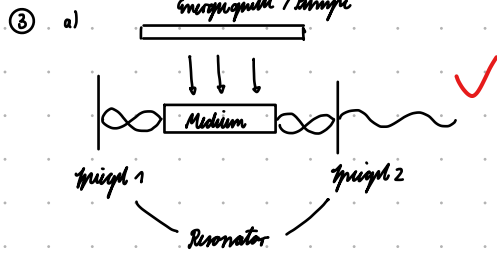
$\Rightarrow \lambda' \approx 0,0593 \text{ nm}$

d) $E = \frac{hc}{\lambda}$; $E_{max} = 50 \text{ eV} = 50 \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$\Delta E = E_p - E_p'$

$\Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{max}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{50 \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \approx 0,248 \text{ nm}$

$\lambda(\theta = \pi) = \sqrt{\frac{h^2}{m_e \Delta E} \cdot 2} = 0,011 \text{ nm}$



c) Der Laser basiert auf dem Prinzip der stimulierten Emission

$\rightarrow$ ein Photon mit der Energie $\Delta E = E_2 - E_1$ kann ein angeregtes Atom oder Molekül mit dem Energieniveau E_2 , dazu veranlassen ein neues Photon mit der exakt gleichen Energie, Phase und Richtung auszusenden, wodurch kohärente Lichtverstärkung möglich ist. Bei dem Prozess wird gelöst das Atom / Molekül zum niedrigeren Energieniveau E_1 über.

d) 1. Atome / Moleküle werden durch eine externe Energiequelle angeregt, Elektronen werden auf ein höheres Energieniveau gehoben

$\hookrightarrow$ Durch geeignete Pumpmechanismen wird eine Besetzungsinversion erreicht $\rightarrow$ mehr Atome befinden sich im angeregten Zustand als im Grundzustand.

2. Kettenreaktion von stimulierten Emissionen durch ein Photon mit einer bestimmten Energie

3. Der Resonator reflektiert die Photonen hin und her, wodurch die stimulierte Emission verstärkt wird $\rightarrow$ Zunahme der Lichtintensität

4. Der teildurchlässige Spiegel lässt Licht hinausstrahlen $\rightarrow$ es ist monochromatisch, hochintensiv und kohärent

e) Boltzmann-Verteilung: $\frac{N_2}{N_1} = \exp\left(-\frac{\Delta E}{k_B T}\right)$ mit $\Delta E = E_2 - E_1 = 2 \text{ eV}$; $k_B = 8,617 \cdot 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{K}}$

$T = 300 \text{ K} \quad \frac{N_2}{N_1} \approx 2,428 \cdot 10^{-34}$

$T = 1000 \text{ K} \quad \frac{N_2}{N_1} \approx 8,233 \cdot 10^{-44}$