E-phy 6 Blatt 6 Julian Bergmann
Kathleen Klinkmüller

10

Nr. 1

$$w_c = \frac{3cy^3}{2R}, \quad y = \frac{E}{mc^2} = \frac{4{,}45 \cdot 10^9 eV}{511 \cdot 10^3 eV} \approx 8708$$

$$\Rightarrow w_c = \frac{3c \cdot 8708^3}{2 \cdot 12{,}18m} \approx 2{,}43 \cdot 10^{19} Hz$$

$$E_c = \hbar w_c = 2{,}43 \cdot 10^{19} Hz \cdot \hbar \approx 15840 eV = 15{,}84 keV \quad \checkmark$$

$$K = \frac{eB\lambda_u}{2\pi m_e}, \quad \lambda = \frac{\lambda_u}{2y^2}\left(1 + \frac{K^2}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_u}{2y^2}\left(1 + \frac{e^2B^2\lambda_u^2}{8\pi^2 m_e^2}\right) \underset{\text{(mathematica)}}{\approx} 0{,}13398m \quad \checkmark$$

3

Vorteile FEL:
- breiter Wellenlängenbereich (hochen. Röntgenstr.) ✓
- hohe Leistung, - schmalbandige Emission ✓
- Kohärenz, - kein akt. Medium m. Besetzungsinv.

Nr. 2

$$y = \frac{E}{mc^2}, \quad \Delta E = \frac{q^2\beta^3}{3\varepsilon_0} \frac{y^4}{R}, \quad \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{mc^2}{E}\right)^2}$$

3

$$\Rightarrow \Delta E_e = \frac{e^2}{3\varepsilon_0 \cdot 779m} \sqrt{1 - \left(\frac{511 \cdot 10^3 eV}{27{,}56 \cdot 10^9 eV}\right)^2}^3 \left(\frac{27{,}56 \cdot 10^9 eV}{511 \cdot 10^3 eV}\right)^4 = 65{,}514 MeV$$

$$\Delta E_{e\text{-bunch}} = 10^{10} \cdot \Delta E_e = 655{,}14 PeV \approx 0{,}105 J$$

$$\Delta E_{e\text{-str}} = 10^{10} \cdot 180 \cdot \Delta E_e = 117{,}93 EeV \approx 18{,}89 J \quad \checkmark \approx 1 MW$$

~50K Umlauf

Nr. 3

a) Compton: $E_c = \frac{2E^2}{mc^2 + 2E}$

$E(400nm) = \frac{hc}{\lambda} = 3{,}0997 \cdot 10^9 eV$ ⇒ $E_c(400nm) = 3{,}279 \cdot 10^9 eV$
$E(532nm) = 2{,}3305 \cdot 10^9 eV$ ⇒ $E_c(532nm) = 2{,}631 \cdot 10^9 eV$
$E(700nm) = 1{,}7712 eV$ ⇒ $E_c(700nm) = 2{,}134 \cdot 10^9 eV$ ✓

b) Integrale in Mathematica:

$S[E_c(400nm)] = -0{,}1524 \cdot 10^9 eV$
$S[E_c(532nm)] = -0{,}1146 \cdot 10^9 eV$
$S[E_c(700nm)] = -0{,}0814 \cdot 10^9 eV$ ✓ 4

$S[E(x)] := \int_0^{E_c(x)} asym(s, E(x), 10GeV)$

400 nm ergibt stärksten Laser ⇒ höhere Auflösg
⇒ bevorzugter Laser!