Exphy 6 Blatt 6 Julian Bergmann
Kathleen Klinkmüller

10

Nr. 1

$$\omega_c = \frac{3c\gamma^3}{2R}, \quad \gamma = \frac{E}{mc^2} = \frac{4{,}45\cdot 10^9\,eV}{511\cdot 10^3\,eV} \approx 8708$$

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

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

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

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

3

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

Nr. 2

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

3

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

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

~50k Umlauf

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

Nr. 3

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

$E(400nm) = \frac{hc}{\lambda} = 3{,}0997 \cancel{\cdot 10^9}\,eV$ $\quad\Rightarrow E_c(400nm) = 3{,}219\cdot 10^9\,eV$

$E(532nm) = 2{,}3305 \cancel{\cdot 10^9}\,eV$ $\quad\Rightarrow E_c(532nm) = 2{,}631\cdot 10^9\,eV$

$E(700nm) = 1{,}7712\,eV$ $\quad\Rightarrow E_c(700nm) = 2{,}134\cdot 10^9\,eV$

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

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

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