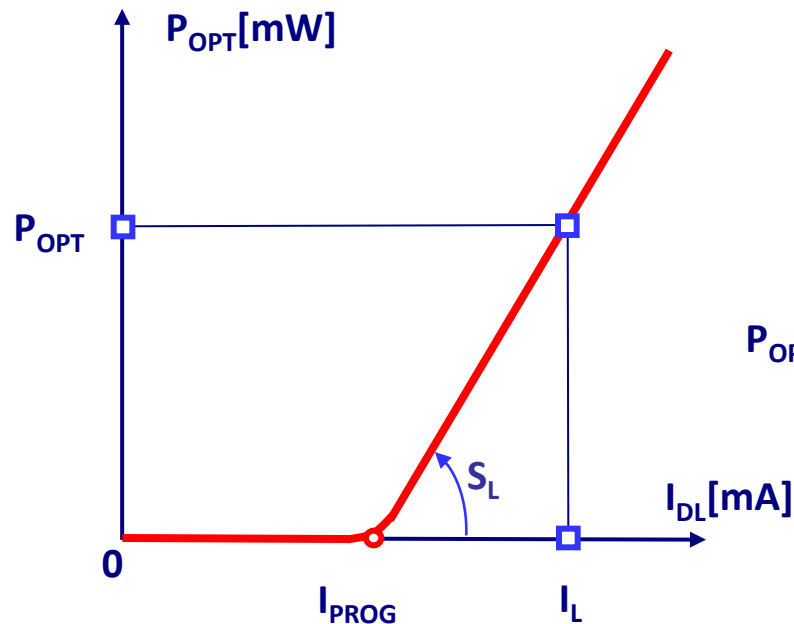


# Projekt 4 – Uwagi (A)

Q1: Oblicz moc optyczną lasera jeśli  $I_{\text{PROG}} = 10 \text{ mA}$ ,  $I_{\text{DL}} = 15 \text{ mA}$ , a  $S_L = 0,2 \text{ mW/mA}$ ?



$$P_{\text{OPT}} = S_L(I_L - I_{\text{PROG}}) = S_L \times I_M$$

$$P_{\text{OPT}}[\text{mW}] = S_L[\text{mW/mA}](I[\text{mA}] - I_{\text{PROG}}[\text{mA}])$$

$$P_{\text{OPT}}[\text{mW}] = S_L(I_L - I_{\text{PROG}}) = 0,2 \times (15 - 10) = 1 \text{ mW};$$

## Projekt 4 – Uwagi (B)

Liczmy elektrony i fotony: Laser o mocy  $P_{\text{OPT}} = 1 \text{ mW} = 1 \text{ mJ/s}$  generuje sygnał optyczny o  $f_{\text{OPT}} = 240 \text{ THz}$ , ( $\lambda = 1250 \text{ nm}$ ).

**Q2: Jaką energię  $E_f$  niesie 1 foton?**

$$E_f [\text{J}] = hf_{\text{OPT}} = h[\text{Js}] \frac{c[\text{m/s}]}{\lambda[\text{m}]};$$

- $h$  to stała Plancka:  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js} = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eVs}$
- Zapiszmy:  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $1 \text{ J} = 6,241 \times 10^{18} \text{ eV}$ ;
- Obliczamy: Energia fotonu o  $f = 240 \text{ THz}$ :
  - $E_f = 6,626 \times 10^{-34} \times 240 \times 10^{12} \text{ J} = 1,590 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  
Przejdziemy na elektronowolty:  $E_f = 1,59 \times 10^{-19} \times 6,241 \times 10^{18} \text{ eV} = 0,992 \text{ eV}$ .

**Q3: Ile fotonów w ciągu sekundy wypromieniowuje nasz laser, o mocy  $P_{\text{OPT}} = 1 \text{ mW}$ ?**

$$P_{\text{OPT}} = N[1/\text{s}]E_f [\text{J}]; \quad N[1/\text{s}] = \frac{P_{\text{OPT}}[\text{J/s}]}{E_f [\text{J}]};$$

$$N[1/\text{s}] = 1 \times 10^{-3} [\text{J/s}] / 1,59 \times 10^{-19} [\text{J}] = 6,289 \times 10^{15} \text{ fotonów}$$

## Projekt 4 – Uwagi (C)

**Q4: Częstotliwość modulacji wynosi  $f_{\text{MOD}} = 10 \text{ Gb/s} = 10^{10} \text{ imp./s}$ .**

**Ile fotonów niesie 1 impuls?**

$$n_{\text{NAD}}[1/\text{s}] = N[1/\text{s}] / f_{\text{MOD}};$$

$$n_{\text{NAD}}[1/\text{s}] = 6.289 \times 10^{15} \text{ fot./}10^{10} = 628.900 \text{ fotonów w impulsie}$$

**Q5: Przez diodę laserową płynie prąd  $I_{\text{DL}} = 15 \text{ mA}$ .**

**Ile elektronów płynie w ciągu sekundy? Porównaj z liczbą fotonów.**

$$1 \text{ C} = 6,2415 \times 10^{18} \text{ e}$$

$$N_{\text{EL}}[1/\text{s}] = \frac{I_{\text{DL}}[\text{C/s}]}{q_{\text{EL}}[\text{C}]};$$

$$q_{\text{EL}} = 1/6,2415 \times 10^{18} \text{ C} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$N_{\text{EL}} = 15 \times 10^{-3} [\text{C/s}] / 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} = 93,63 \times 10^{15} \text{ elektronów}$$

$$N[1/\text{s}] = 1 \times 10^{-3} [\text{J/s}] / 1.59 \times 10^{-19} [\text{J}] = 6.289 \times 10^{15} \text{ fotonów}$$

## Projekt 4 – Uwagi (D)

**Q6: Tłumienie toru wynosi 20 dB. Ile fotonów pozostanie w impulsie?**

$$n_{\text{ODB}} = n[1/\text{s}] / 100 = 6.289 \text{ fotonów w impulsie}$$

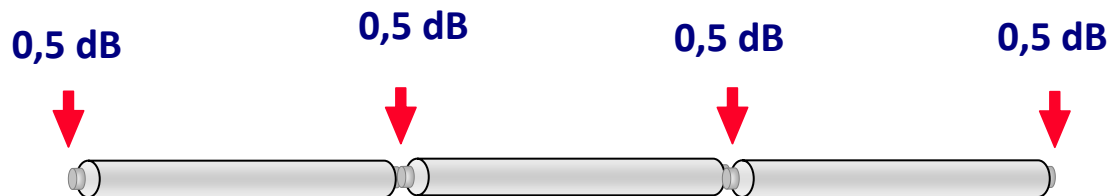
**Q7: Każdy foton po absorpcji generuje 1 elektron. Jaki to ładunek i jaki prąd fotodiody?**

$$Q_c = 6289 \times 1,602 \times 10^{-19} = 10,075 \times 10^{-16} \text{ C}$$

$$I = Q_c/t = 10,075 \times 10^{-16} \text{ C} \times f_{\text{Hz}} = 10,075 \times 10^{-16} \times 10^{10} = 10 \text{ } \mu\text{A}$$

To mały prąd, jeśli płynie przez  $R = 1\text{k}\Omega$ , to napięcie  $u = 10 \text{ mV}$ .

**Q8: Jak liczyć tłumienie toru światłowodowego?**



Jeśli światłowód wykonano z  $N$  odcinków, to dodaj do tłumienia  $0,5\text{dB}(N+1)$