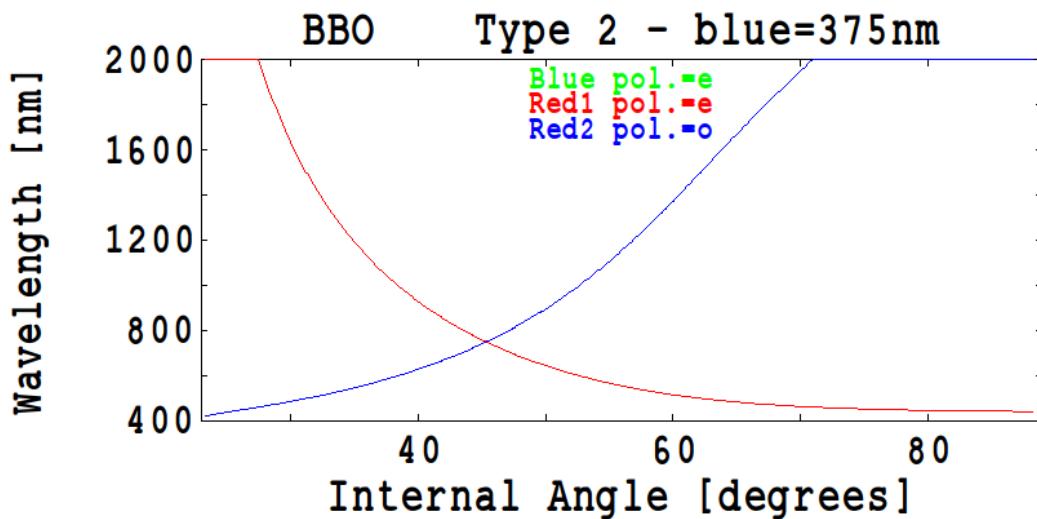
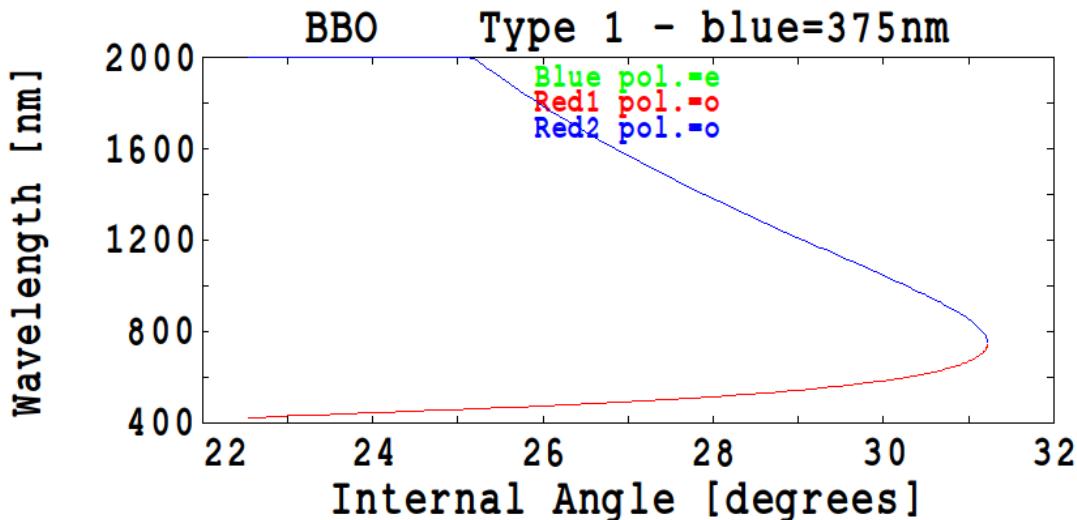


angles

October 3, 2025

0.1 Wyniki z SNLO



$$750.0(o) + 750.0(o) = 375.0(e)$$

Walkoff [mrad] = 0.00 0.00 71.18

Phase velocities = c/ 1.662 1.662 1.662

Group velocities = c/ 1.688 1.688 1.756

GrpDelDisp(fs²/mm) = 83.3 83.3 213.9
 At theta = 31.2 deg.
 Deff = 1.98E0 pm/V
 $S_o \times L^2 = 2.20E7$ Watt
 Crystal ang. tol. $\times L = 0.32$ mrad°cm
 Temperature range $\times L = 18.97$ K°cm
 Mix accpt ang $\times L = 0.63$ 0.63 mrad°cm
 Mix accpt bw $\times L = 440.07$ 440.07 GHz°cm

750.0(e)+ 750.0(o)= 375.0(e)\
 Walkoff [mrad] = 71.84 0.00 77.30
 Phase velocities = c/ 1.600 1.662 1.631
 Group velocities = c/ 1.621 1.688 1.718
 GrpDelDisp(fs²/mm) = 72.4 83.3 196.1
 At theta = 45.3 deg.
 Deff = 9.89E-1 pm/V
 $S_o \times L^2 = 8.39E7$ Watt
 Crystal ang. tol. $\times L = 0.55$ mrad°cm
 Temperature range $\times L = 16.14$ K°cm
 Mix accpt ang $\times L = 8.59$ 0.58 mrad°cm
 Mix accpt bw $\times L = 310.59$ 1006.12 GHz°cm

Czyli SPDC I ma mniejszą moc progową względem SPDC II, ale też mniejszą tolerancję kątową, optymalne kąty:

$$\theta_I = 31.2^\circ$$

$$\theta_{II} = 45.3^\circ$$

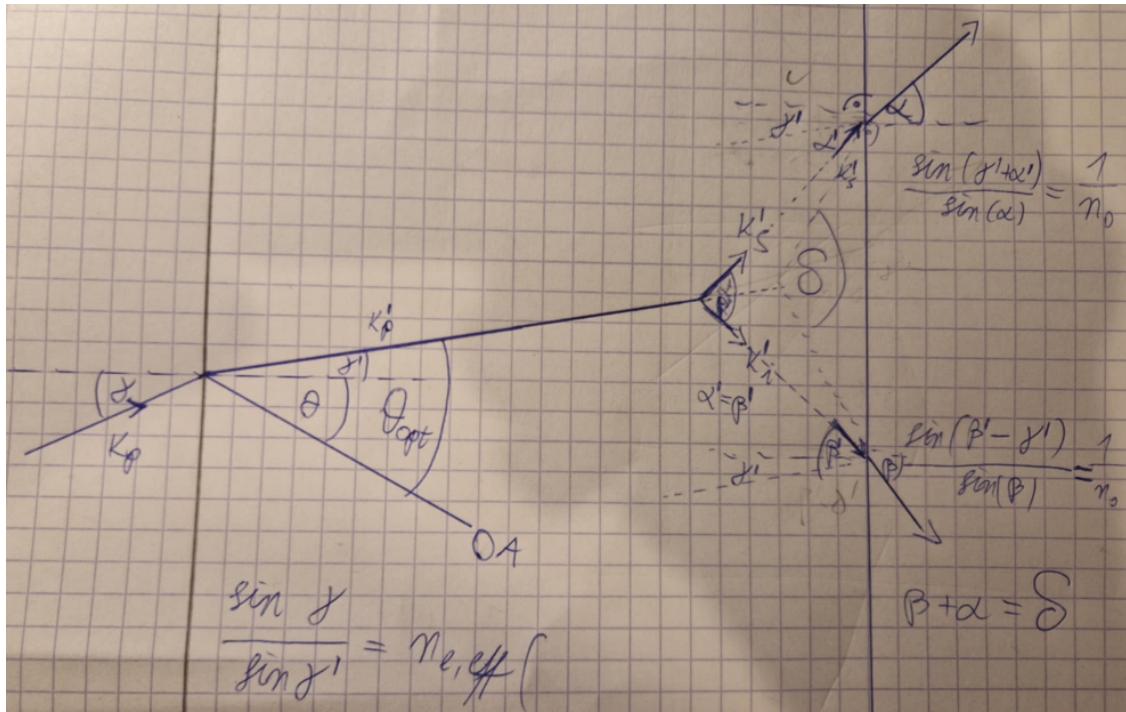
0.2 Dla SPDC I

$$e \rightarrow o + o$$

α - kąt między jednym produktem SPDC I po wyjściu z kryształu, a normalną do powierzchni kryształu,

β - kąt między drugim produktem SPDC I po wyjściu z kryształu, a normalną do powierzchni kryształu

Primowane wartości są wewnątrz kryształu



Po wyjściu z kryształu, w próżni, ma zajść:

$$\frac{1}{\lambda_p} = \frac{1}{\lambda_s} + \frac{1}{\lambda_i} = \frac{2}{\lambda_{is}}$$

$$\theta = 29.2^\circ \text{(Crystal specification)}$$

$$\theta_{OPT} = 31.2^\circ \text{(SNLO)}$$

$$\gamma' + \theta = \theta_{OPT}$$

$$n_{e,eff}(\lambda, \theta) = \left(\sqrt{\frac{\cos^2 \theta}{n_o(\lambda)^2} + \frac{\sin^2 \theta}{n_e(\lambda)^2}} \right)^{-1}$$

$$k_{p,inside} = k'_p = n_{e,eff}(\lambda_{p,vac}, \gamma' + \theta) \frac{2\pi}{\lambda_{p,vac}}$$

$$k'_i = k'_s \implies \alpha' = \beta'$$

$$\vec{k}'_p = \vec{k}'_s + \vec{k}'_i \implies k'_s = \frac{k'_p}{2 \cos \alpha'}$$

$$\sin \gamma = n_{e,eff}(\lambda_p, \gamma' + \theta) \sin \gamma'$$

$$\sin \alpha = n_o(\lambda_{is}) \sin(\alpha' + \gamma')$$

```
[2]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.optimize import fsolve
from engineering_notation import *
from BBO import *
```

```
[3]: DEG_TO_RAD = np.pi / 180

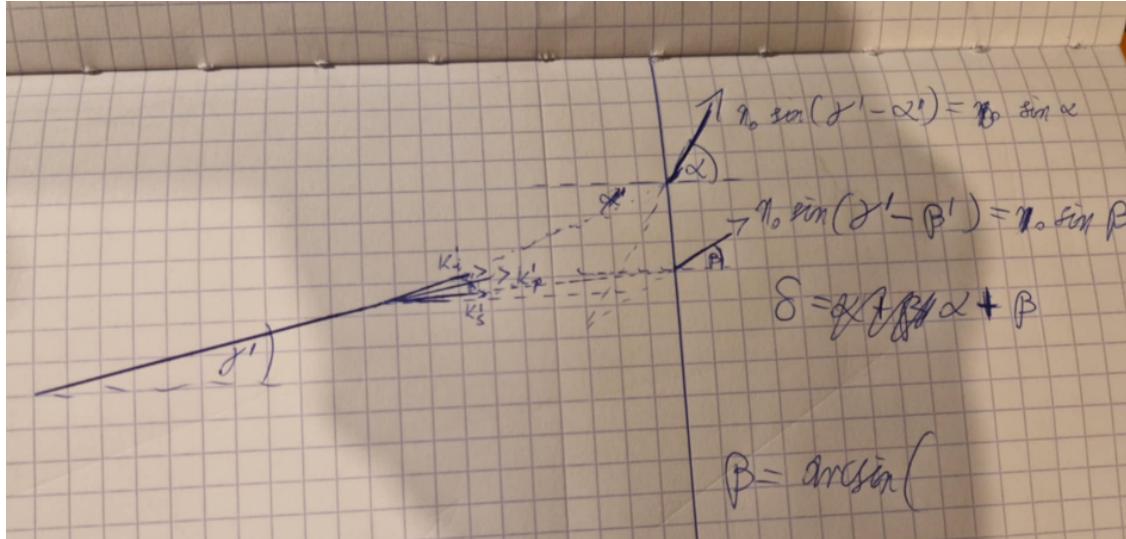
lp = 0.375
ls = lp * 2 # idle and signal
THETA = np.radians(29.2)
THETA_OPT = np.radians(31.2)

gp = THETA_OPT - THETA
gamma = np.arcsin(neeff(lp, THETA_OPT) * np.sin(gp))
print("gamma =", np.degrees(gamma))
print("gamma^\prime =", np.degrees(gp))

kp_prime = neeff(lp, THETA_OPT) * 2 * np.pi / lp
kis_prime = no(ls) * 2 * np.pi / ls
ap = np.arccos(kp_prime / (2 * kis_prime))
print("alpha^\prime =", np.degrees(ap))
```

```
gamma = 3.326433782728473
gamma^\prime = 1.9999999999999964
alpha^\prime = 1.2236400650601957
```

Ponieważ $\alpha' < \gamma'$, więc



$$\sin \beta = n_o(\lambda_{is}) \sin(\gamma' - \beta')$$

$$\delta = \alpha - \beta$$

```
[4]: bp = ap
alpha = np.arcsin(no(ls) * np.sin(ap + gp))
beta = np.arcsin(no(ls) * np.sin(gp - bp))
print(
    "alpha =",
```

```

np.degrees(alpha),
"\nbeta =",
np.degrees(beta),
"\ndelta =",
np.degrees(alpha - beta),
"\ndelta/2 =",
np.degrees(alpha - beta) / 2,
)

```

```

alpha = 5.365924626611851
beta = 1.2911559945389701
delta = 4.074768632072882
delta/2 = 2.037384316036441

```

Kąty między fotonami wyjściowymi, a wiązką lasera pompującego:

```
[11]: print(np.degrees(alpha - gamma))
print(np.degrees(beta - gamma))
```

```

2.039490843883378
-2.035277788189503

```

[]:

Jest to zgodnie z przewidywaniami symetryczne. $\delta/2 = 2.04^\circ$ nie wiem czy można to uznać za zgodne z literaturą (Galvez et al. 2005, Kwiat et al. 1995), chociaż używano innych długości fali (457.2 nm, 351.1 nm) i inaczej ciętych kryształów (26.13, 49.2) oba artykuły miały $\delta/2$ ok. 3° , ale nie pisali dlaczego, ani skąd

Nie jestem pewien czy dobrze rozumiem wynik SNLO: Crystal ang. tol. $\times L = 0.32 \text{ mrad}^\circ \text{cm}^{-1}$, czyli tolerancja kątowa θ_{tol} , zależy od **grubości** kryształu L :

$$\theta_{tol} = \frac{0.32 \text{ mrad cm}}{L}$$

Dla kryształu o grubości 0.1 cm, jest to 0.18°

```
[6]: np.degrees(0.32e-3) / (0.1)
```

```
[6]: 0.18334649444186343
```

[]:

[]: