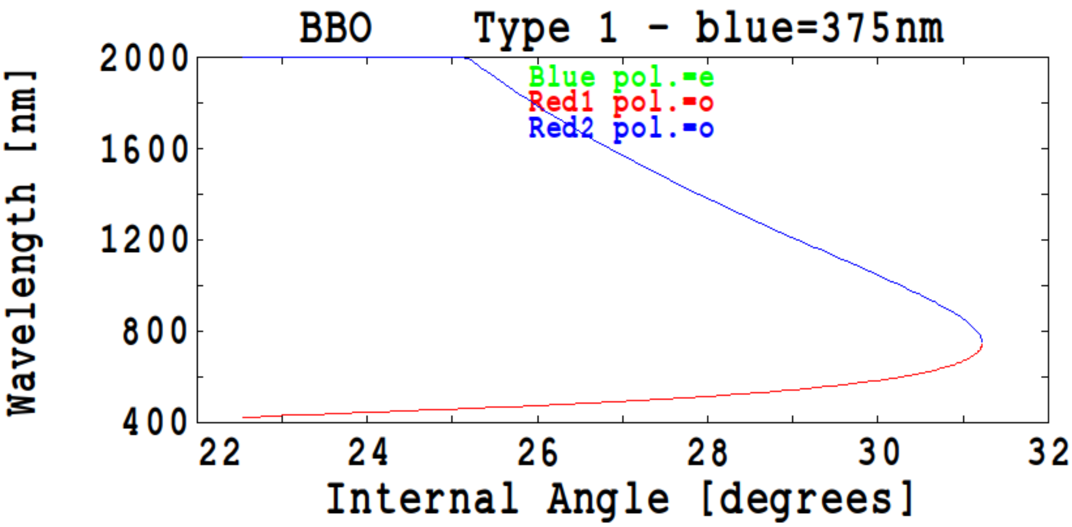
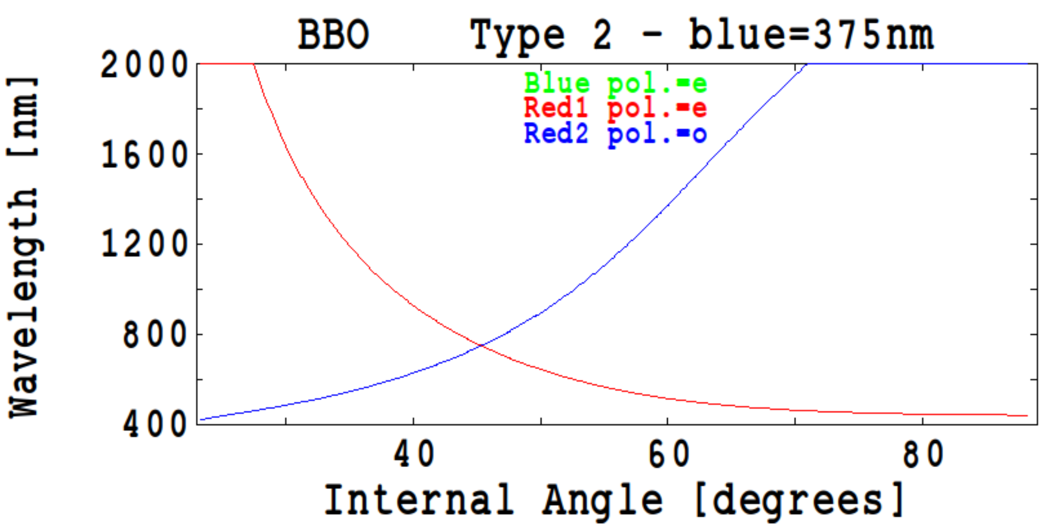
angles

October 6, 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(fs^2/mm) = 83.3 83.3 213.9
At theta = 31.2 deg.
Deff = 1.98E0 pm/V
S_o × L^2 = 2.20E7 Watt
Crystal ang. tol.×L = 0.32 mrad°cm
Temperature range×L = 18.97 K°cm
Mix accpt ang×L = 0.63 0.63 mrad°cm
Mix accpt bw×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(fs^2/mm) = 72.4 83.3 196.1
At theta = 45.3 deg.
Deff = 9.89E-1 pm/V
S_o × L^2 = 8.39E7 Watt
Crystal ang. tol.×L = 0.55 mrad°cm
Temperature range×L = 16.14 K°cm
Mix accpt ang×L = 8.59 0.58 mrad°cm
Mix accpt bw×L = 310.59 1006.12 GHz°cm

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

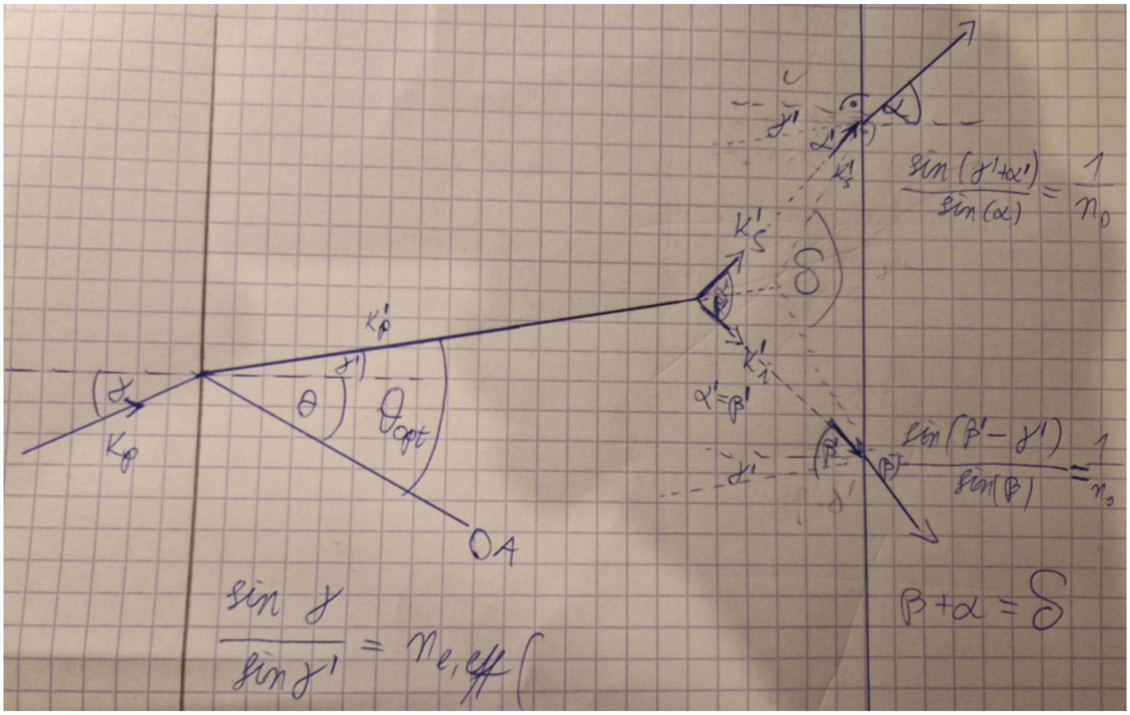
$$\theta_I = 31.2^\circ$$

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

0.2 Dla SPDC I

$$e \to o + o$$

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

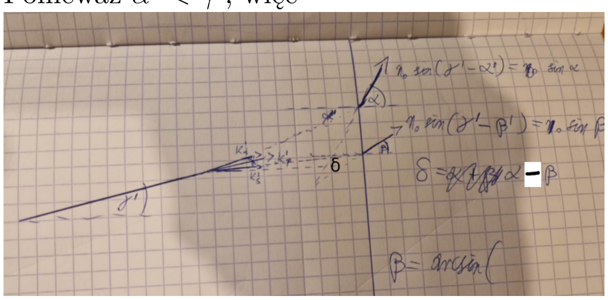
$$\sin\alpha = n_o(\lambda_{is})\sin(\alpha' + \gamma')$$

[1]:
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from engineering_notation import *
from BBO import *
```

[2]:
```python
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



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

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

[3]:
```python
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:

[4]:
```
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.×L = 0.32 mrad°cm\` , 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°

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

[ ]:

[ ]: