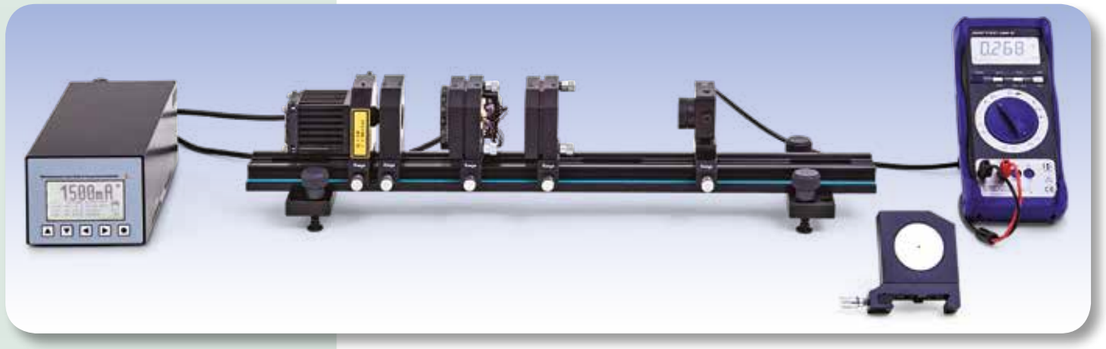
UE4070330 ND:YAG LAZERİ



DENEY PROSEDÜRLERİ

- **Rezonatöre KTP kristali ekleyerek orijinal frekansın ikiye katlanmasında radyasyon üretin**
- **Esas dalgayla ilgili olan gücün fonksiyonu olarak çift frekanstaki radyasyonun çıkış gücünü ölçün**
- **Üretilen radyasyonun kristalin ve sıcaklığın uyuşmasına nasıl bağlı olduğunu inceleyin**

AMAÇ

Nd:YAG lazerin rezonatörü içindeki frekans çiftleşmesi (ikiye katlanması)

ÖZET

Materyaller genellikle güçlü manyetik alanlarsa optik özelliklerini değiştirirler. Örneğin böyle bir materyalin içersinden geçen yüksek yoğunluklu lazer ışığının frekansının ikiye katlanması mümkündür. Bu deneyde KTP (potasyum titanil fosfat) kristali Nd-YAG lazerden çıkan 1064-nm kızılötesi radyasyon çıkışından frekans ç,ftleşmesi yardımıyla 532 nm dalga boyu olan yeşil ışık üretmek için kullanılmıştır. Bu kristal, güçlü lineer olmayan optik karakteristiği, orijinal ve çift frekansta düşük radyasyon soğurma kapasitesi gibi birçok bakımdan uygundur.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Lazer Diyot Sürücüsü ve İki Taraflı Isı Kontrol Aygıtı Dsc01-2.5	1008632
1	Optik Tezgah KL	1008642
1	Diyot Lazeri 1000 mW	1009497
1	Nd:YAG Kristal	1008635
1	Frekans Çiftleme Modülü	1008636
1	Lazer Ayna II	1008639
1	PIN Fotodiyot	1008640
1	Filtre BG40	1017874
1	Hizalı Lazer Diyot	1008634
1	Taşıma Kabı KL	1008651
1	Nd:YAG Lazeri için Lazer Güvenlik Gözlükleri	1002866
1	Dijital Multimetre P3340	1002785
1	HF kablosu, BNC/4 mm soket	1002748
1	İR detektör kartı	1017879

UYARI

Bu deneyde görülmeyen (kızılötesi) spektrum içinde yayılan 4 lazer kurulumu kullanılmıştır. Bu sebeple lazer ışığına karşı koruma için koruma gözlüğü her zaman takılmalıdır. Koruma gözlüklerini takmış bile olsanız lazer demetine doğrudan bakmayınız.

3

TEMEL İLKELER

Materyaller genellikle güçlü manyetik alanlarsa optik özelliklerini değiştirirler. Örneğin böyle bir materyalin içersinden geçen yüksek yoğunluklu lazer ışığının frekansının ikiye katlanması mümkündür. Böyle bir olguyu tanımlamak için elektrik alanı kuvvetine lineer olarak orantılı olmayan bir şekilde değişen polarizasyonu da dahil etmek gereklidir:

Eğer materyal manyetik değilse, elektrik alanın gücü için *E* dalga denklemi aşağıdaki yapıda olur:

(1) $$\Delta E(r,t) - \frac{1}{c^2}\cdot\frac{\partial^2}{\partial t^2}E(r,t) = \frac{1}{\varepsilon_0\cdot c^2}\cdot\frac{\partial^2}{\partial t^2}\tilde{P}(r,t)$$

$\tilde{P}$: materyalin polarizasyonu
ε_0: Elektrik alan sabiti
c: ışık hızı

Polarizasyon ve alan kuvveti arasındaki ilişki lineer değildir ve aşağıdaki denklemle tanımlanır:

(2) $$\tilde{P}(t) = \varepsilon_0\cdot\left(\chi_1\cdot E(t) + \chi_2\cdot E(t)^2\right)$$

χ_1, χ_2: Birinci- ve ikinci-sıra hassaslık

Buna bağlı olarak, *f* frekansında salınım yapan elektrik alan aşağıdaki denklemle tanımlanır

(3) $$E(t) = E_0\cdot\exp(i\cdot 2\pi\cdot f\cdot t)$$

Ve iki bileşen içeren polarizasyon üretir. Bu bileşenlerden biri

(4) $$\tilde{P}_1(t) = \varepsilon_0\cdot\chi_1\cdot E_0\cdot\exp(i\cdot 2\pi\cdot f\cdot t)$$

Orijinal frekansta *f* salınım yapar ve ışın hızının materyal içerisinde nasıl değiştiğini gösterir. Bileşenlerden diğeri

(5) $$\tilde{P}_2(t) = \varepsilon_0\cdot\chi_2\cdot E_0^2\cdot\exp(i\cdot 2\pi\cdot 2f\cdot t)$$

Çift frekansta 2*f* salınım yapar ve denklem (1) uyarınca elektro manyetik alanın yeni bileşeninin kaynağı olarak hareket eder.
Foton seviyesinde kabul edildiğinde *f* frekanslı iki fotonun 2*f* frekansında tek bir fotona dönüştürülmesi anlamına gelir (Şekil 1). Momentumun muhafaza edilmesine bağlı olarak eğer evrelerdeki uyumsuzluk yaklaşık olarak sıfırsa buradaki verim özellikle geniştir.

(6) $$\Delta k\cdot\frac{L}{2} = \left|2\cdot\frac{2\pi}{\lambda_f} - \frac{2\pi}{\lambda_{2f}}\right|\cdot\frac{L}{2} = \frac{2\pi}{c}\cdot f\cdot L\cdot\left|n_f - n_{2f}\right|$$

L: Rezonatörün uzunluğu
λ_f, λ_{2f}: Orijinal frekansta ve çiftlenmiş frekansta materyaldeki dalga uzunlukları

Materyalin kırılma endeksleri n_f ve n_{2f} bu sebeple mümkün olduğunca eşleşmelidir. Bu durum üç boyutlu yüksek derece anizotropi olan çift kırılmalı materyallerde eğer uygun olarak hizalandılarsa gerçekleştirilebilir (Şekil 2). Sonuç olarak verim frekans çiftleşen materyalin uzamsal hizalanmasını bağlıdır.
Yeni radyasyonun güç şiddeti P_{2f} esas radyasyonun güç şiddetiyle P_f ikinci derecen ilişkiye sahiptir. Aşağıdaki denklem uygulanır:

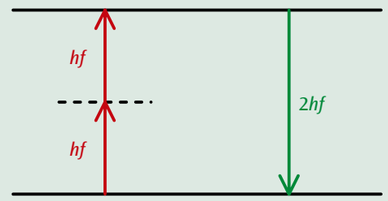
(7) $$P_{2f} = P_f^2\cdot\frac{L^2}{A}\cdot C\cdot F\left(\Delta k\cdot\frac{L}{2}\right) \text{ where } F(x) = \left(\frac{\sin x}{x}\right)^2$$

A: Rezonatörün kesit alanı
C: Verilen dalga boyunda materyal sabiti

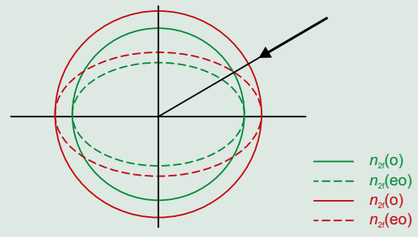
Bu deneyde KTiOPO4 kristali Nd-YAG lazerden çıkan 1064-nm kızılötesi radyasyon çıkışından frekans çiftleşmesi yardımıyla 532 nm dalga boyu olan yeşil ışık üretmek için kullanılmıştır. Bu kristal, güçlü lineer olmayan optik karakteristiği, orijinal ve çift frekansta düşük radyasyon soğurma kapasitesi gibi birçok bakımdan uygundur.

DEĞERLENDİRME

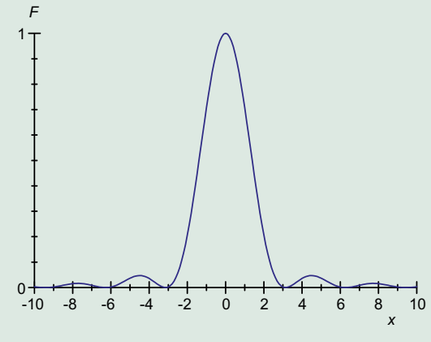
Çıkışın, temel gücün P_f karesine bağlı olduğunu kanıtlamak için kullanım, gücün lazer diyotunun enjeksiyon akımına *I* dayandığı önceki denklemde gösterilen durumdan yapılır.



Şekil 1: Frekans çiftleşmesinin şematik gösterimi



Şekil 2: Materyaldeki çift kırılmanın kullanımı üzerinden evre eşleşmesinin şematik gösterilmesi
n(o): Sıradan ışınların kırılma endeksi
n(eo): Sıra dışı ışınların kırılma endeksi



Şekil 3: Fonksiyonun *F*(x) gösterilmesi