

DENEY 14: IŞIĞIN KUTUPLANMASI

Kullanılan Araç ve Gereçler:

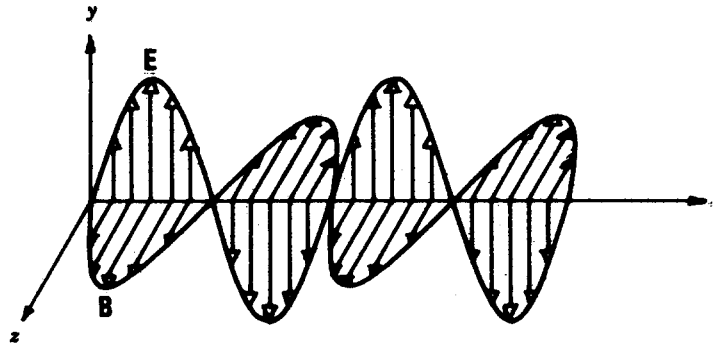
- Lazer
- Kutuplayıcı (polaroid)
- Cam levha

Amaç:

1. Elektromanyetik dalgaların enine doğası incelenecek.
2. Polarize olmamış bir ışık demetinden polarize olmuş bir ışık demeti iki farklı yolla elde edilecek.

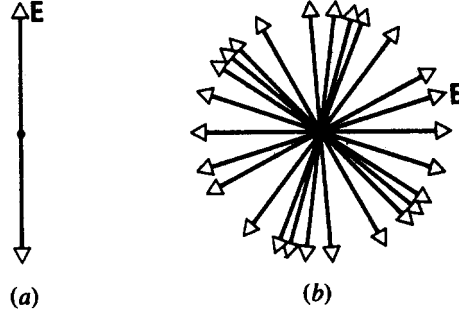
14.1 Giriş:

Işığın dalga doğası girişim ve kırınım olaylarını açıklamakta kullanıldığı gibi elektromanyetik dalgaların enine doğasını açıklamakta da kullanılır. Şekil 14.1 bir elektromanyetik dalgaya ilişkin elektrik ve manyetik alan vektörlerinin hem birbirine ve hem de dalganın yayılma doğrultusuna dik olduklarını göstermektedir. Bu deneyde yapacağımız ışığın kutuplanması deneyi, elektromanyetik dalgaların enine doğasının kesin kanıtıdır.



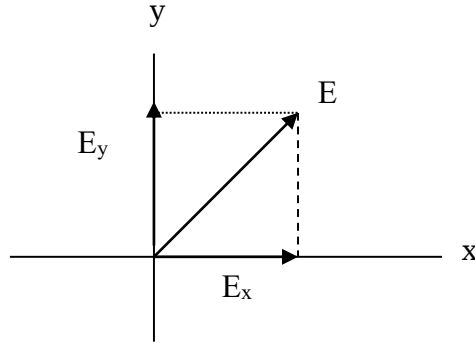
Şekil 14.1

Rasgele bir ışık demeti, ışık kaynağındaki atom veya moleküller tarafından yayımlanan çok sayıda dalgalardan ibarettir. Elektromanyetik dalganın kutuplanma yönü E elektrik alanının titreşim yaptığı yön olarak tanımlanır. Bütün yönlerde titreşim mümkün olduğundan, bileşke elektromanyetik dalga her bir atomik kaynağın ürettiği dalgaların üst üste gelmesiyle oluşur ve Şekil 14.2 de gösterildiği gibi enine elektrik alan vektörü, eşit olasılıkla her hangi bir yönde titreşebilir. Yani herhangi bir noktada ve her hangi bir anda sadece bir tane bileşke elektrik alanı vardır. Buna kutuplanmamış (polarize olmamış) ışık dalgası denir.



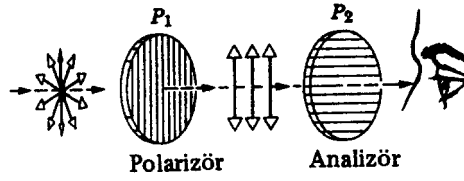
Şekil 14.2

Böyle bir ışık dalgasının elektrik alanını Şekil 14.3 de gösterildiği gibi bir birine dik E_x ve E_y gibi iki bileşenle temsil edelim. Burada yayılma doğrultusu sayfadan dışarı, okuyucuya doğrudur. Bir an için x eksenini ile θ açısı yapan bir elektrik alan vektörünü göz önüne alalım. Eğer bu bileşenlerden bir tanesi her an sifıra eşitse veya θ açısı zaman içerisinde sabit kalıyorsa bu dalgaya çizgisel olarak kutuplanmış (düzlem polarize dalga) denir. Başka bir deyişle belirli bir noktada elektrik alan her an aynı yönde titreşiyorsa bu dalgaya kutuplu dalga denir.



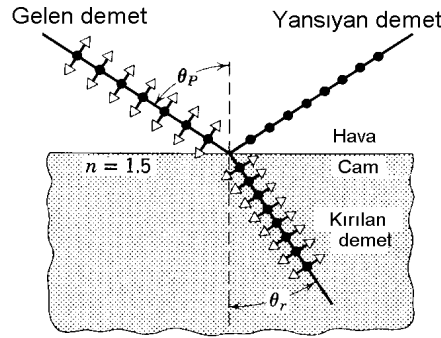
Şekil 14.3

Kutuplanmış yani polarize olmuş bir ışık demetini polarize olmamış bir demetten elde etmek mümkündür. Bu deneyde, bu işlemi bilinen iki farklı yoldan yapacağız. Bunlardan biri seçici soğurma ile polarizasyon diğeri ise yansıma ile polarizasyondur. Polarize ışık elde etmede en yaygın teknik, bir düzlemde, elektrik alan vektörleri belirli bir doğrultuya paralel olarak titreşim yapan dalgaları geçiren ve elektrik alan vektörleri diğer yönlerde titreşim yapan dalgaları soğuran bir malzeme kullanmaktır. Bu tür malzemeler polaroid olarak adlandırılır ve yönlendirilmiş moleküllerin seçici soğurmasıyla ışığı polarize eder, Şekil 14.4.



Şekil 14.4

Yansıma yöntemi ile de kutuplanmış ışık elde edilebilir. Kutuplanmamış bir ışık demeti bir yüzeyden yansıdığı anda, yansıyan ışık, geliş açısına bağlı olarak, ya tamamen kutuplanır, ya kısmen kutuplanır veya kutuplanmaz. Polarize olmamış bir ışık demetinin Şekil 14.5 deki gibi bir yüzeye geldiğini varsayalım.



Şekil 14.5

Demet, elektrik alanının iki bileşeni ile tanımlanabilir: Bir tanesi sayfa düzlemine paralel bileşen, diğeri, sayfa düzlemine ve yayılma yönüne dik olan bileşen. Sayfa düzlemine paralel olan bileşenin, diğeri bileşenden daha kuvvetli yansımaya uğradığı bulunmuştur. Şimdi geliş açısı θ_1 olan bir demetin, yansıyan ve kırılan arasındaki açı 90° olması halinde yansıyan demet tamamen polarizedir yani kutuplanmıştır. Bu durumun oluşturduğu geliş açısına kutuplanma açısı denir. Kutuplanma açısını, yansıtıcı maddenin n kırılma indisine bağlayan bir ifade Şekil 6.5 i kullanarak elde edilebilir:

$$n = \tan \theta_p$$

Bu eşitliğe Brewster yasası denir. θ_p kutuplanma açısına ise bazen Brewster açısı denir.

14.2 Yöntem:

14.2.1 Kutuplanma:

Lazer demetini bir perdeye düşürünüz Kutuplayıcıyı (polaroid) lazer ışın demetinin yolu üzerine yerleştiriniz. Kutuplayıcıyı demetin geliş doğrultusuna dik bir düzlem içinde döndürdüğünüz zaman şiddetin değişimini gözleyiniz. Demetin söndüğü bir yönelme buluyorsanız lazer ışığı kutuplanmış olarak çıkıyor demektir. Böylece kutuplayıcıya gelen lazer ışık demetinin kutuplu olup olmadığını belirleyiniz. Kutuplanmamış bir ışın demeti önüne kutuplayıcı yerleştirmekle şiddetin yarıya düşmesi gerekir, fakat şiddet kutuplayıcının yönelmesinden bağımsız olacaktır, niçin?

14.2.2 Sönme:

Kutuplayıcıdan çıkan ışığın kutuplanmış olduğunu göstermek için birinci kutuplayıcı ile perde arasına ikinci bir kutuplayıcı yerleştiriniz. Birinci kutuplayıcının yönelişini sabit tutarak, ikinciye döndürünüz. İkinci kutuplayıcının demet söndüren bir yönelişini bulunuz.

14.2.3 Üç Kutuplayıcı Deneyi:

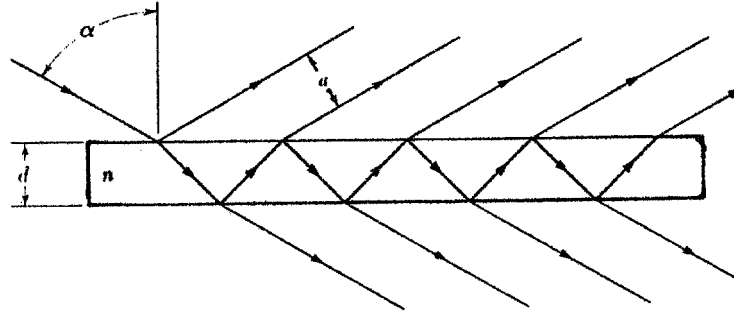
İki kutuplayıcı çapraz bir yönelmede iken yani demet söndüren bir yönelmede iken aralarına üçüncü bir kutuplayıcı koyunuz. Daha önce demet sönmüş iken şimdi demetin kısmen geçirildiğini göreceksiniz. Aradaki kutuplayıcının hangi yönelişi için geçen ışığın şiddeti en fazladır? Üçüncü kutuplayıcının yerleştirilmesi ile ışığın perdeye nasıl ulaşabildiğini açıklayın.

14.2.4 Yansımış Işığın Kutuplanması:

Brewster kanununu gözlemek için polaroidden geçerek kutuplanmış lazer demeti önüne düşey bir eksen etrafında döndürülebilen bir cam levha yerleştiriniz. Camı döndürerek yansıyan ışığın kaybolduğu bir konum bulunuz. Brewster açısını ölçünüz ve camın kırılma indisini bulunuz.

14.2.5 Çok Katlı Yansıma:

Yukarda ki yaptığınız deneye ek olarak kullandığınız camın kırılma indisini başka bir yolla da bulabilirsiniz. Bunun için aynı cam levhasını lazer demeti önüne koyarak çok katlı yansımış ışınları gözleyin.



Şekil 14.6

Bir birini izleyen ışınların aralıklarını ve yüzeyin normali ile demet arasındaki açıyı ölçünüz ve

$$a = \frac{2d \sin \alpha \cos \alpha}{(n^2 - \sin^2 \alpha)^{1/2}}$$

denklemini kullanarak cismin kırılma indisini bulunuz.