

1.3.35-00 Parazit ve dalga tankı ile su dalgalarının kırılması

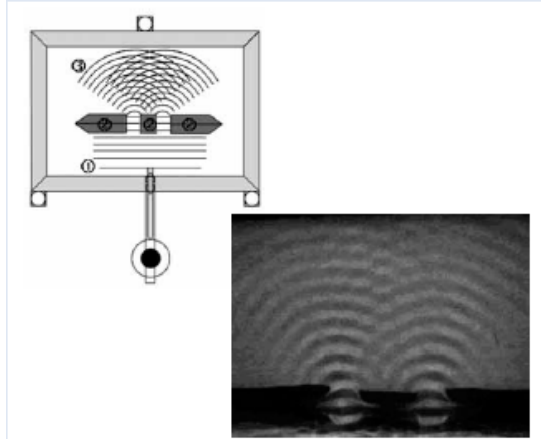
**Neler öğreneceksiniz**

- Su dalgalarının kırılması
- Dalgaların paraziti
- Huygens prensibi
- Kademeli (düzenek antenlerinin prensibi
- Doppler etkisi

Prensip

Farklı tipte dairesel su dalgaları aynı anda üretilir. Ortaya çıkan girişim(parazit) gözlemlenir. Huygens prensibine etki eden dairesel dalgaların sayısı doğrulanabilir. Düz su dalgalarının yardımı ile farklı engellerde dalgaların kırılması konusu (yarılma, kenar, çifte yarılma vs) araştırılabilir. Başka bir deneyde kesişen iki dairesel dalga üretilerek ve dairesel dalgalarından birisinin değişen fazı üzerinde ortaya çıkan (sonuçlanan) girişim gözlemlenerek kademeli düzenlenmiş antenlerin prensibi araştırılabilir.

İhtiyacınız olanlar		
LED ışık kaynağı ile tam dalga tankı	1126099	1
Dalga tankı için harici titreşim üretici	1126010	1
32 A, Kırmızı bağlantı kablosu l= 50 cm	07361.01	1
32 A, Mavi bağlantı kablosu l= 50 cm	07361.04	1
<i>Sınıflarda veya konferanslarda gösteri amaçlı isteğe bağlı (opsiyonel) teçhizat</i>		
Dalga tankı için gösterge seti (USB kamerası tutturma ünitesi) PC Windows 95 veya daha sonraki yazılım işletim sistemi veya	11260.20	1
Dalga tankı için gösterge seti	11260.30	1
Dalga tankı ile parazit ve dalga tankı ile su dalgalarının kırılması dahil tam teçhizat seti kılavuzu CD rom üzerinde sağlanmıştır.		



Çifte yarılma ile girişim (parazit)

Görevler

- İki dairesel dalga üretin ve ortaya çıkan girişimi gözlemleyin. "taramanın" tüm fişlerini(bağlantılarını) kullanarak girişimi olan dairesel dalgaların sayısını ona kadar artırın. Her bir durum için ortaya çıkan girişimi araştırarak Huygens ilkesini tanımlayın.
- Düz su dalgaları meydana getirin. Girişim ve bir kenardaki kırılmayı göstermek için bir bariyer kullanın. Sonra, bir yarık oluşturun ve yarığın arkasındaki girişim ve kırılmayı gözlemleyin. Bu deneyi bir çifte yarık için tekrar edin.
- Tümleşik titreşim jeneratörünü ve harici titreşim jeneratörünü kullanarak iki dairesel dalga üretin ve girişimi gözlemleyin. İçeridekine göre harici dalga jeneratörünün fazını değiştirin ve kademeli düzenleme anteninin prensibini anlamak için ortaya çıkan girişimi gözlemleyin.
- Su dalgası tankına bağlı olan harici dalgalar üretilir. Harici dalga jeneratörü hareket ettirilerek Doppler etkisi gösterilir.

İlgili konular

Su dalgalarının kırılması, dalgaların girişimi
Huygens prensibi kademeli düzenek
antenlerinin prensibi "

Prensip

Farklı tipte dairesel su dalgalarının bir kümesi aynı anda üretilir ve ortaya çıkan girişim(parazit) gözlemlenir. Girişim yapan dairesel dalgaların sayısı artırılarak Huygens prensibi doğrulanabilir. Düz su dalgalarının yardımı ile farklı engellerde dalgaların kırılması konusu (yarılma, kenar, çifte yarılma vs) araştırılabilir. Başka bir deneyde kademeli düzenek antenlerinin prensibi gösterilebilir. Bunu yapmak için kesişecek şekilde iki dairesel dalga üretilir ve dairesel dalgaların değişen kademelerinde diğerine göre ortaya çıkan girişim biçimi gözlemlenir.

Not. Tüm deneyler daimi ışık tarzında başlatılmalıdır. Sadece açıkça bahsedildiği zaman Stroboskop ışığının (lambasının) kullanılması gereklidir.

Teçhizat

LED ışık kaynağı ile tam dalga tankı	11260.99	1
Dalga tankı için harici titreşim üretici	11260.10	1
32 A, 500 mm, kırmızı bağlantı kablosu,	07361.01	1
32 A, 500 mm, Mavi bağlantı kablosu ,	07361.04	1
Dalga tankı için gösterge seti	11260.20	1
"Ölçüm dinamikleri" yazılımı	14440.61	1

Görevler

1. İki dairesel dalga üretmek için tarağı kullanın ve ortaya çıkan girişimi gözlemleyin. Huygens prensibini göstermek için tarağın tüm dişlerini kullanarak girişim yapan dalgaların sayısını ona kadar artırın.
2. Düz su dalgaları üretin ve bir kenarda kırılmayı göstergem için bir su bariyeri kullanın. Sonra bir yarık oluşturun ve yarığın arkasındaki kırılmayı gözlemleyin Bu deneyi bir çifte yarılma için tekrar edin.
3. Tümleşik dalga üretici ve harici dalga üreticini kullanarak iki dairesel dalga üretin ve girişimi gözlemleyin. Harici dalga üreticinin fazını değiştirin ve "Kademeli düzenek antenlerinin" prensibini anlamak için ortaya çıkan girişimi gözlemleyin

Düzenek ve işlem

Görev 1: Duran dalgalar ve Huygens prensibi

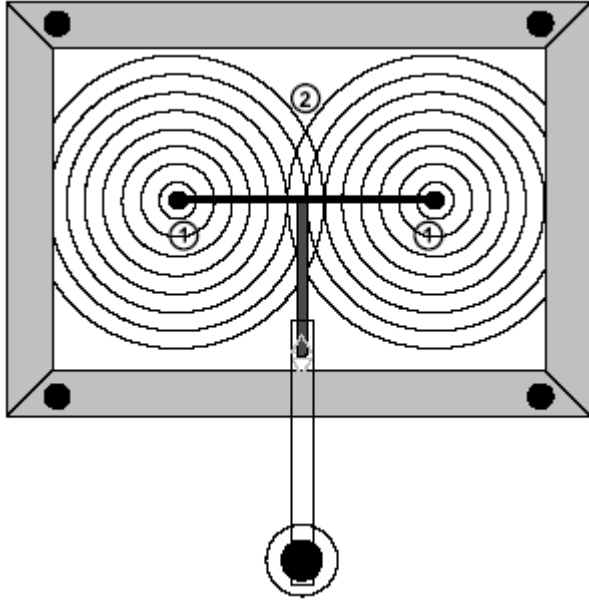
Tarağın uç konumunda iki dipper monte edin bunu montaj çubuğuna tutturun ve montaj çubuğunu dalga tablasının ortasına getirin (Şekil 2) Daldırma aletlerinin (dippers) su yüzeyine eşit şekilde temas ettiklerinden emin olun. Şekil 3 dalga tanklı tertibatının tamamlanmış kurulu düzeneğini göstermektedir. (Kamera isteğe bağlıdır)

Ortaya çıkan dalga şeklini daimi ışık biçiminde farklı frekanslarda (15 ve 40 Hz) gözlemleyin. Dalga tankı tertibatının tuş bloğunu kullanarak ayarlamalar yapılır (şekil 4).

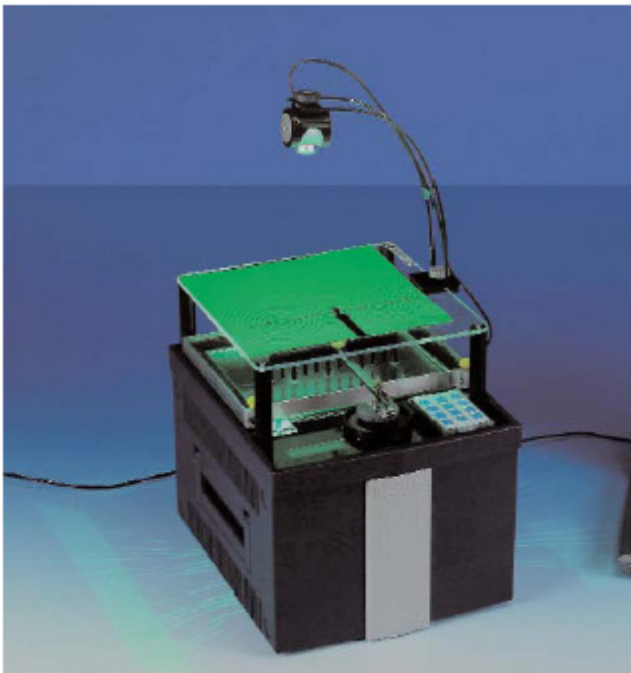
Şekil 1: Genel Görünüm



Net dalga biçimleri ortaya çıkacak tarzda her bir frekansta uyarıcı (tahrik ünitesi) genliğini ayarlayın. Daldırıcıların (dippers) arasındaki alanı ayıran şerit ile dalgaların aşıkâr şekilde ilerlediği iki daldırma aleti (dipper) yakınındaki dalga uzunluğunu karşılaştırın. Dalga uzunluklarının daha kolay karşılaştırılması için ilerleyen dalga alanından bazı tepe noktalarını ve daldırıcılar (dippers) arasındaki alanda bazı dalga tepe noktalarını çizim masası üzerinde bir kağıt üzerinde çizerek bunun yapılması tavsiye edilebilir.



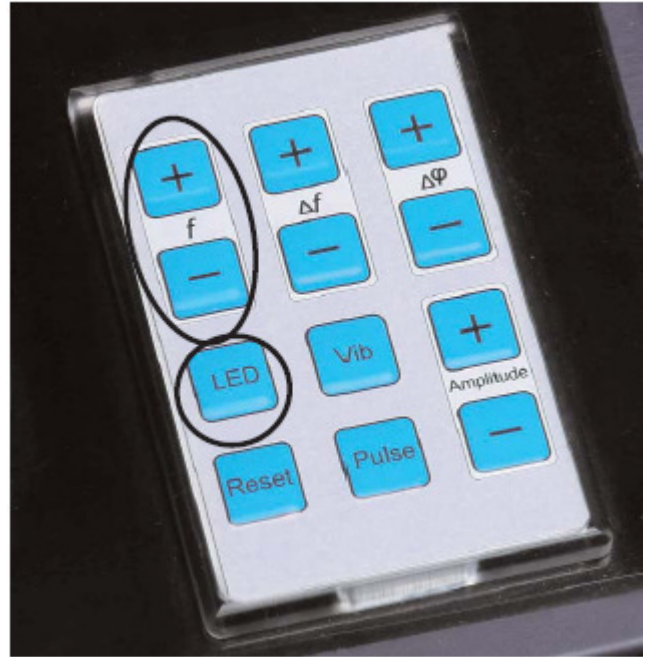
Şekil 2: Farklı yönlerde hareket eden iki dairesel dalganın ön kısımlarının girişimi için düzenleme Tarak şeklindeki dalga uyarıcısı belirgin bir dalga biçimi (modeli) elde etmek için iki dalgı aleti arasında takılır.



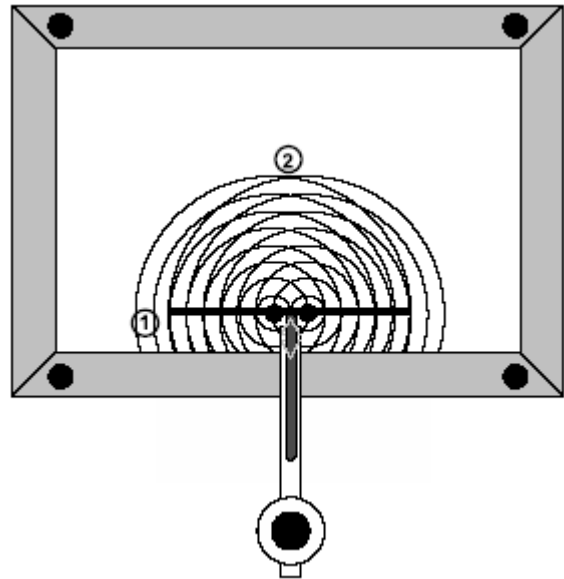
Şekil 3: Bağlı kamera ile dalga tankı kurulum düzeneği

Sonra stroboskopik ışık tarzına geçin ve stroboskopik aydınlatma ve 0.5 ile -1.5 Hz arasındaki uyarıcı frekansı arasında bir frekans farkını (Δf) seçin Gözlemlerinizi not edin.

Bundan sonra, geri daimi ışık tarzına geçin. iki daldırma aletinin her birisini tarağın merkezinden görüldüğü gibi her iki tarafta tarağın ilk dişine tutturun. Şekil 5'de gösterildiği gibi montaj çubuğunu dalga tablasının merkezine yakın getirin.



Şekil 4: Dalga tankının tuş bloğu



Şekil 5: İki daldırma aleti ile girişimi gösterme düzeneği tarak şeklindeki dalga uyarıcı (tahrik ünitesi) (1) tarafından üretilen iki dairesel dalga karakteristik bir girişim modeli (2) oluşturacak tarzda bir biri üzerine biner.

Net dalga biçimi meydana gelecek tarzda dalga tankı tertibatında 20 ve 25 Hz arasında bir uyarıcı frekansı ile uygun genliği seçin.

Girişim biçimi üzerinde frekans kaymalarının etkisini araştırın. Gözlemlerinizi not edin.

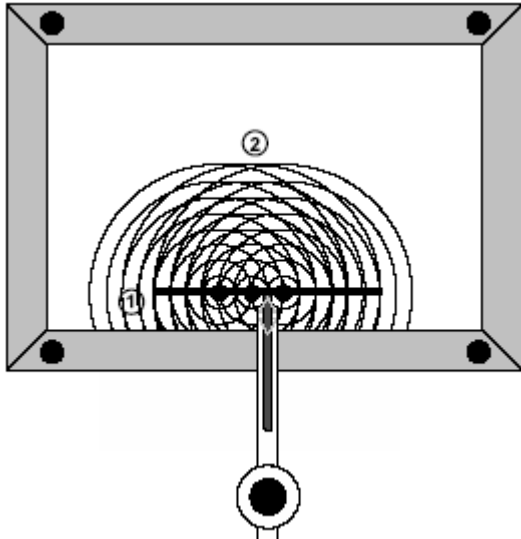
O zaman, sabit bir frekansta (20-30 Hz civarında) dalğı aletleri arasındaki mesafede girişim biçimi üzerinde değişmelerin etkisi incelenir. İki dalğı aletinin daima tarağın ortasından aynı mesafede oldukları incelenmelidir. Yine gözlemlerinizi kaydedin.

Son olarak, Huygens prensibini araştırın. Bunu yapmak için iki dalğı aletinin her birisini tarağın ortasından görülen (Yukarı bakın) her bir tarafta tarağın ilk dişine bağlayın. şekil 6'da gösterildiği gibi ikinci dişe üçüncü bir dalğı aleti bağlayın. Açık bir dalga biçimini gözlemleyebilecek şekilde 20 ve 25 Hz arasında bir uyarıcı frekansı ile genliği seçin. Seçtiğiniz frekans bu görev için aynı kalır. Sonra, dört, altı, sekiz ve 10 dalğı aleti için girişimi gözlemleyin ve girişimleri birbirleri ile karşılaştırın. Dalğı aletleri arasındaki mesafelerin sabit kalkması önemlidir.

Görev 2: Bazı nesnelerde girişim ve kırılma

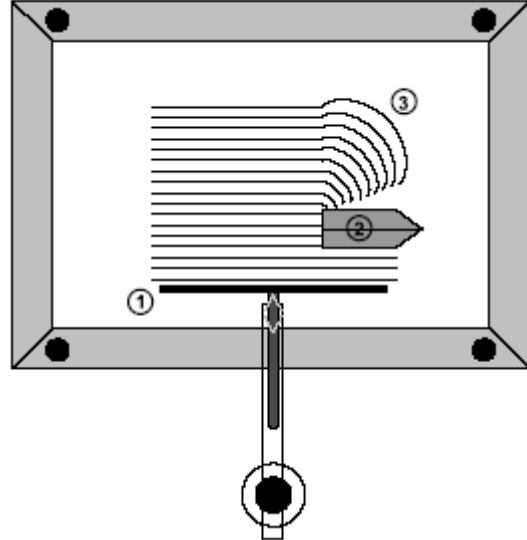
Düz dalga uyarıcısı ile tarağı değiştirin. Ayarlama vidalarının yardımı ile tablanın bütünü üzerinde aynı su seviyesini elde edecek şekilde dalga tablasını (tepsisini) ayarlayın. Su yüzeyine tam paralel olacak şekilde düz dalga uyarıcısını ayarlayın. Aksi halde düz dalgaların açık (net) dalgaları mümkün olmayacağı için bu ayarlama önemlidir. Sonra, şekil 7'de gösterildiği gibi deneyi düzenlemek için dalga tablası (tepsisi) içine 71 mm bir bariyer koyun.

18 ile 25 Hz arasındaki uyarıcı frekansını seçin ve belirgin dalga modeli (biçimi) ortaya çıkacak şekilde genliği ayarlayın (şekil 7'ye bakın).

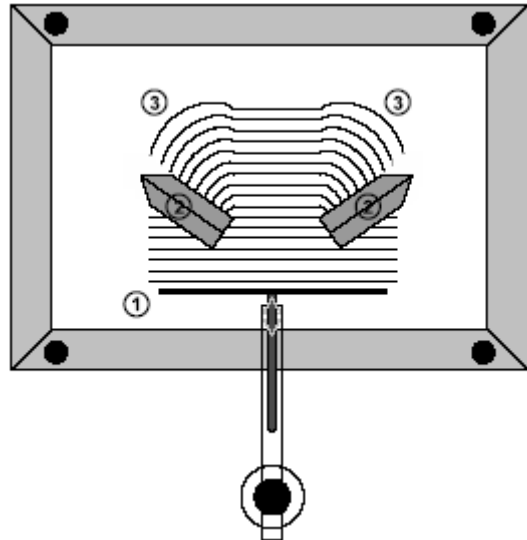


şekil 6: Üç üretici ile girişim oluşturma için düzenleme. Tarak şeklindeki dalga üretici (1) tarafından üretilen üç dairesel dalga karakteristik bir girişim biçimi oluşturacak tarzda bir biri üzerine biner.

Dalga biçimini gördükten sonra, "Pulse" butonuna basılarak (şekil 4'e bakın) üretilen tek düzlemlı dalgalar ile deney tekrarlanır. Yine, ortaya çıkan dalga biçimini gözlemleyin. Bir kenardaki kırılmayı araştırdıktan sonra, geniş bir yarıktaki kırılma incelenir. şekil 8' de gösterildiği gibi 3 mm genişliğinde bir yarılma oluşturmak için dalga tepsi içine 71 mm'lik ikinci bir bariyer yerleştirin. ve belirgin dalga modelini (biçimini) görebilecek şekilde 18 ile 25 Hz arasındaki uyarıcı frekansını ve genliği seçin (şekil 8'e bakın).



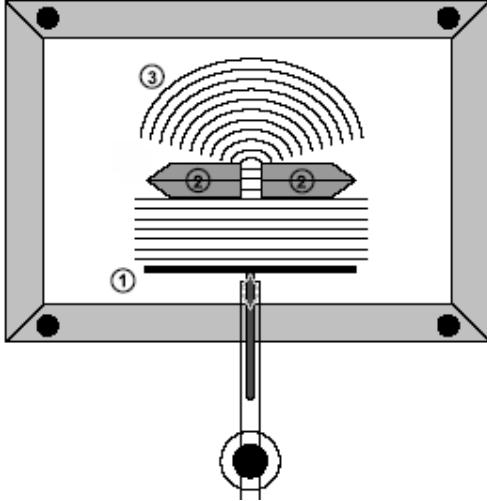
şekil 7: Bir kenarda gösterme için deney düzeneği. Düz dalga uyarıcısı (tahrik edicisi) tarafından üretilen dalga ön kenarı (1) bu durumda bir kenar şeklinde hareket eden bariyere (2) ulaşır. Bundan geometrik gölgeli alana giren (nüfuz eden) dairesel dalgalar çıkarılır.



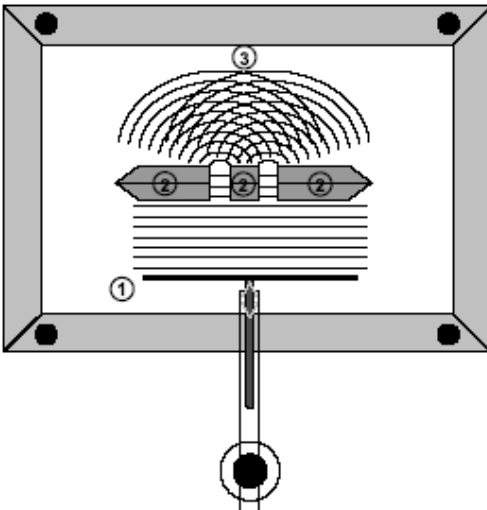
şekil 8: Geniş bir yarıktaki (aralıkta) gösterme düzeneği. Düz dalga uyarıcısı (tahrik edicisi) tarafından üretilen dalga ön kenarı (1) iki bariyer (2) tarafından meydana getirilen 3 mm genişliğindeki aralığa (yarığa) erişir. Dalga ön kenarı burada kırılır. Dairesel dalgalar bariyerlerden çıkar ve gölgeli geometrik alanda (3) yayılır.

Bundan sonra, şekil 9'da gösterildiği gibi dar bir yarık 8 aralık) oluşturun. Ayarları daha önceki şekilde kullanın ve dalga modelini (biçimini) gözlemleyin. Şekil 9'da gösterilebilene benzer bir kırılma modeli görebilmelisiniz.

Sonraki deneyde bir çift yarıktan (aralıkta) girişim ve kırılma incelenecektir. Bunu yapmak için, dalga tepsi (tablası) içine 71 mm'lik bariyeri ve 30 mm'lik bir bariyeri şekil 10'da gösterildiği gibi çift aralık (yarık) meydana gelecek tarzda yerleştirin. İki yarık aynı genişlikte (yaklaşık 1 cm) olmalıdır.



Şekil 9: Dar bir yarıktan (aralıkta) gösterme) düzeneği. Düz dalga uyarıcısı (tahrik edicisi) tarafından üretilen dalga ön kenarı (1) iki bariyer tarafından meydana getirilen 1 cm genişliğindeki aralığa (yarığa) (2) erişir. Dalga ön kenarı yarıktan (3) yayılır ve gölgeli geometrik alanda (3) yayılır.



Şekil 10: Çift yarıktan girişimi ve kırılmayı gösterme düzeneği. Düz dalga uyarıcısı (tahrik edicisi) tarafından üretilen düz dalga ön kenarı (1) bariyerler (2) tarafından oluşturulan çift yarığa ulaşır. Dairesel dalgalar her iki yarıktan (aralıktan) çıkar ve çift yarık arkasında girişim yapar.

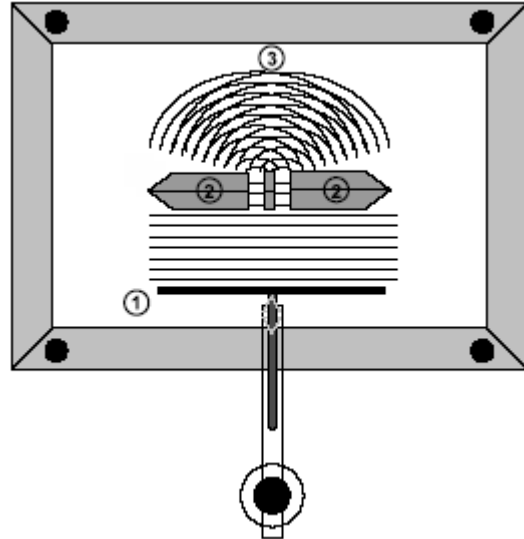
15 ve 30 Hz arasında bir uyarıcı frekansını seçin ve çift yarığın önünde düz dalgalar görülecek şekilde başlangıç genişliğini ayarlayın. Sonra, çift yarığın arkasında girişim biçimini görebilinceye kadar genişliği artırın (Şekil 10). Bu girişim modelini gözlemleyin

Sonra, aynı frekansta, iki yarık arasındaki mesafe kısaltılır. Bunu yapmak için 30 mm'lik bariyeri 10 mm'lik bir bariyer ile değiştirin. Sonra 71 mm'lik iki bariyeri daha önceki ile aynı genişliğe sahip olan (yaklaşık olarak 1 cm, şekil 11'e bakın) bir çift yarık oluşturmak için 10 mm'lik bariyere yaklaştırın. Ortaya çıkan girişim modelini gözlemleyin ve onu daha geniş bir yarık mesafesindeki gözlemleriniz ile karşılaştırın.

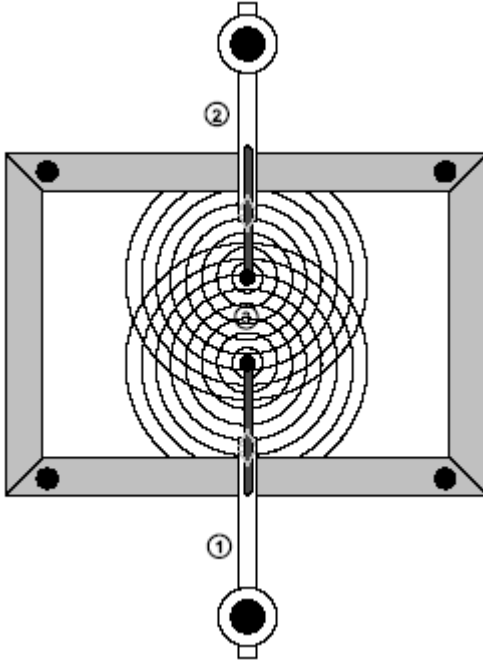
Son olarak, uyarıcı frekansını değiştirin ve girişim modeli üzerinde dalga uzunluğunun etkisini incelemek için girişimi gözlemleyin. İşiniz bitince dalga tepsisinden (tablasından) bariyerleri çıkarın.

Görev 3 Kademeli düzenek antenlerinin prensibi

Bu görevde, kademeli düzenek antenlerinin prensibi incelenir. Harici titreşim üreticisi dalga tankı tertibatına bağlamak için iki bağlantı kablosunu kullanın. O zaman tümleşik ve harici titreşim üretici şekil 12'de gösterildiği gibi dalga tablasına (tepsisine) göre konumlandırılır. Stroboskopik ışık modunda 20 ve 25 Hz arasında bir uyarıcı frekansı seçin. Açık bir girişim modeli ortaya (sabit dalga - standing wave) çıkacak tarzda genlik seçilmelidir. Bu anda, her iki uyarıcı aynı frekansta fazda ($\Delta\phi = 0$) salınırlar.



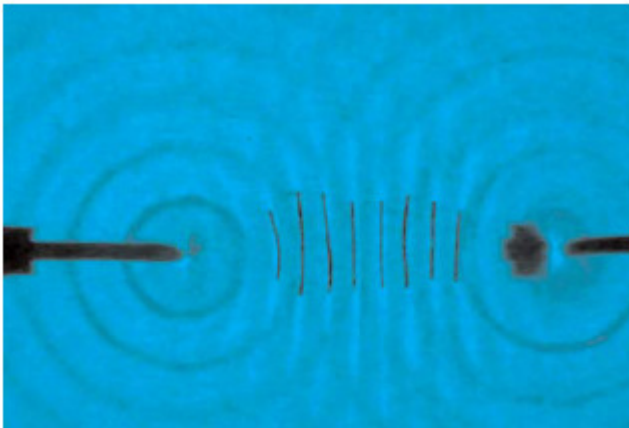
Şekil 11: Kısaltılmış aralık (yarık) mesafesi ile çift yarıktan girişim ve kırılmayı gösterme düzeni. Düz dalga uyarıcısı (tahrik edicisi) tarafından üretilen düz dalga ön kenarı (1) üç bariyer (2) tarafından oluşturulan çift yarığa ulaşır. Dairesel dalgalar her iki yarıktan (aralıktan) çıkar ve çift yarık arkasında girişim yapar.



Şekil 12: Girişim modeli üzerinde iki dairesel dalga'nın faz farkının ($\Delta\phi$) etkisini gösterme deneyi. Tümlleşik (1) ve harici (2) titreşim üretici tarafından üretilen dairesel dalgalar iki uyarıcı (3) arasında daimi bir dalga üretecek şekilde bir biri üzerine biner. (Görev 1)

Bir çizim masası üzerine yerleştirilmiş bir kağıt tabakası üzerinde bazı parlak dalga karın kısımlarını (parlak şeritler) çizmek için bir kurşun kalem kullanın. Cello bantlar veya benzeri vasıtalar kullanarak kağıt tabakasının çizim masasına tutturulması yararlı olabilir.

Şimdi bir biri arkasından 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° ve $360^\circ = 0^\circ$ lik faz farkını ($\Delta\phi$) seçin ve her bir durum için girişim modelini (durağan dalga) gözlemleyin. Burada, görülebilen girişim modelinin dalga karını kağıt tabakası üzerinde çizilen dalga karınları ($\Delta\phi = 0$) ile karşılaştırın. Gözlemlerinizi not edin.



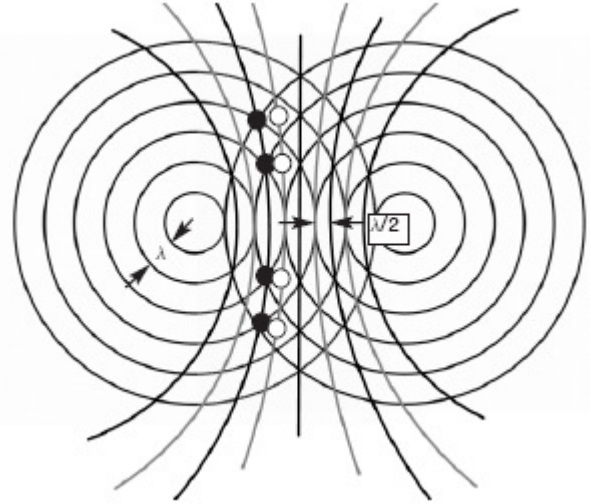
Şekil 13: Şekil 13'de gösterildiği gibi $\Delta\phi$ = faz farkındaki enstantaneler. Girişim modeli (durağan dalga) ile dalga karınları üzerinde çizilenler tanımlanabilir.

Teori ve değerlendirme

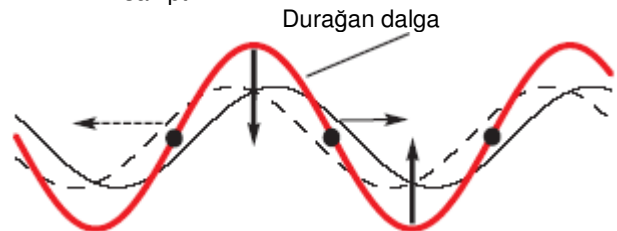
Görev 1

DURAĞAN DALGALAR

iki dalga üretici (dalgaç aleti) arasında bir durağan dalga biçimi üretilir. Dalga üreticileri arasındaki bağlantı hattı boyunca parlak ve koyu şeritler arasındaki mesafe (durağan dalgalar) iki uyarıcı merkezi yakında görülebilen dalga boyunun yarısı ölçüdedir (şekil 14). Furağan dalganın oluşturulması şekil 15'de de görülebilir.



Şekil 14: Dalga boyu λ olan iki nokta üreticinin dalga alanlarının bir biri üzerine binişinin şema ile gösterilmesi. Dalga sisilerinin yapısal olarak birine etki yaptığı yerler siyah hatlar üzerinde kalırken bozucu şekilde etki yapanlar (dolu olmayan daireler) gri hatlar üzerinde konumlanmıştır. Bunlar birlikte bir durağan dalga biçimini meydana getirirler. Yarı parazitin(etkinin) hiperbolu dalga biçimi (kalıbı) içinde hafif renkli şeritler şeklinde görünürken bozucu parazit (girişim) hiperbolü koyu şeritler şeklinde görünür. Uyarıcı üniteler arasındaki bağlantı hattı boyunca üretilmiş, bindirilmiş durağan dalga $\lambda/2$ dalga boyuna sahiptir.



Şekil 15: Bir durağan (kalıcı) dalganın oluşturulması. Aynı frekans ve aynı genliğe iki dalga zıt yönlere (--- ve --- yayılır) Bu iki dalga her ne zaman birini etkilerse (girişim yaparsa) her iki dalganın bir biri üzerine bindirmesi şeklinde bir durağan dalga (kalın) oluşturulacaktır. Kesişme (boğum) noktaları ortaya çıkan durağan dalganın her zaman sıfırda kaldığı yer değiştirme olmayan noktalardır (iki hareketli dalga birbirini sıfırlar) İki boğum arasındaki noktalara antinod(dalga karını) denir. Bu noktalar iki hareketli dalganın yapıcı girişiminin bir sonucudur.

Stroboskopik ışık ve uyarıcı frekansı arasındaki bir frekans farkının (Δf) temel olarak yavaşlatılacak dalgaların yayılma hızına olanak sağladığı izleyen stroboskopik ışık tarzında, dış alanda olduğu gibi dalga üreticileri arasında aynı dalga boyu gözlemlenir. Dalga tepe noktaları ve alt noktaları arasındaki periyodik bir değişim görülebilir. Bu periyodik değişim şekil 15'de açıklanmıştır.

İki dalga üretici fazda salınımlı oldukları için, iki uyarıcının Δl mesafeleri arasındaki farkın aşağıdaki ilişkisinin geçerli olduğu tüm yerlerde yapıcı bir girişim (azami dalga genliği) beklenebilir.

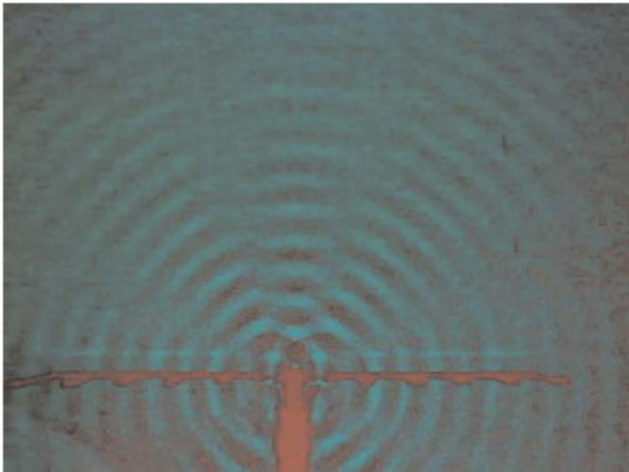
$$\Delta l = m\lambda \quad (m = \pm 1, \pm 2, \dots)$$

Uyarıcı hat farkı aşağıdaki şekilde olan yerlerde

$$\Delta l = \frac{2m+1}{2} \cdot \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

İki dalga karşılıklı birbirini kaldırır.

Durağan su dalgaları durumunda, boğumlar(kesişmeler) sabit ortalama parlaklık ile hatlar şeklinde görünürler. Diğer tarafta dalga karınlarının (antinodlar) yerleri dalga tepesi mevcut olur olmaz yoğun parlak hatlar şeklinde görünürler. Bir dalganın tam geçişi zamanında yoğunluk sadece boğumların alanındakine kıyasla dikkate alınmayacak şekilde düşüktür. Sınırlı zaman dağılma kapasitesi nedeni ile göz salınım fazları(safhaları) arasında ayırım yapamadığı için ortalama zamanda sadece daha koyu olan boğumlardan daha hafif olan dalga karınlarını (antinodları) ayırt edebilir. Bu nedenle- deneyde gözlemlendiği gibi- yan, yana boğumlar yada antinodlar(dalga karınları) arasındaki mesafe $\lambda/2$ 'dir. Stroboskop ışık tarzında durağan dalgaların enstantanesinde (anlık görüntüsünde) bunların dalga uzunluğunun ilerleyen dalgaların dalga uzunluğuna benzer olduğunu görmek mümkündür. Eğer Stroboskop frekansı ($\Delta f \neq 0$) hafifçe ayarlanırsa, o zaman dalga tepe noktalarından dalga diplerine periyodik değişimler durağan dalgaların dalga karınları (antinod) alanlarında tanımlanabilecek tarzda göz için salınımlar yavaşlatılır.



Şekil 16: İki dalgı aleti- Şekil 5'de gösterildiği gibi anlık görüntü. Dikkate alınmayabilecek kadar küçük dalga modülasyonu ile birbirlerinden iki şerit ile ayrılabilen, kabaca üç dalga aynı genişlikte üç dalga bandı gözlemlenebilir.

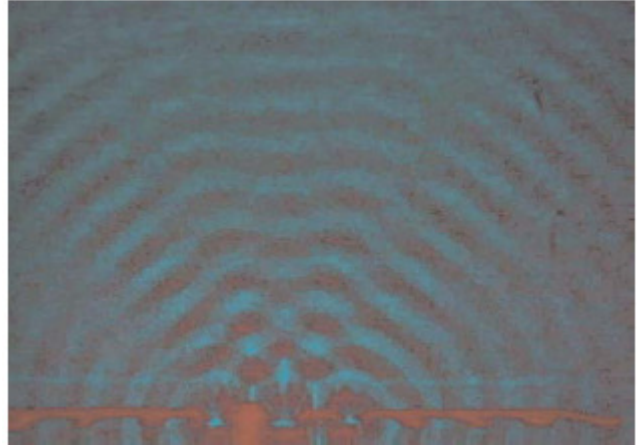
Not

Yansıtma ile de durağan dalgalar üretilebilir. Dalga tankının aksesuar setinde (11260.90) çukur yansıtıcının dairesinin merkezinde bulunan bir tek dalga üretici (uyarıcısı) yardımı ile ikna edici bir gösteri sağlanabilir. Yansıtıcı yakınındaki durağan dalgalar en iyi şekilde görülebilir.

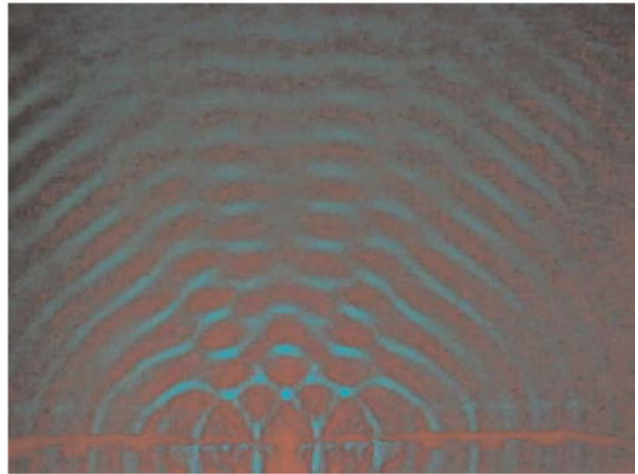
Huygens prensibi

Gözlemlenen dalga biçimlerinden bazıları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. İki nokta benzeri dalga kaynağı ile (şekil 16) kabaca aynı genişlikte üç dalga bandı tanımlanır. Bu dalga bantları aynı konumdaki üç dalga üretici ile gözlemlenebilir; bununla birlikte, daha dardır ve bir ilave daha dar dalga bandı bu bantlar arasında tanımlanabilir. (şekil 17). Bu dalga ana dalga bantlarından iki şerit ile açıkça ayırt edilir.

Dört uyarıcı merkezi ile (şekil 18) şekil 16' daki üç ana dalga bandının arasında ilaveden iki dar dalga bandı gözlemlenebilir. Temel dalga bantları daha dar hale gelmiştir.



Şekil 17: Üç dalgı elemanı – Anlık görüntüler şekil 6'da gösterildiği gibi. Şekil 16'ya kıyasla ilave bir dalga bandı ortada tanımlanabilir. Genel olarak, dalga bantları daha dardır.

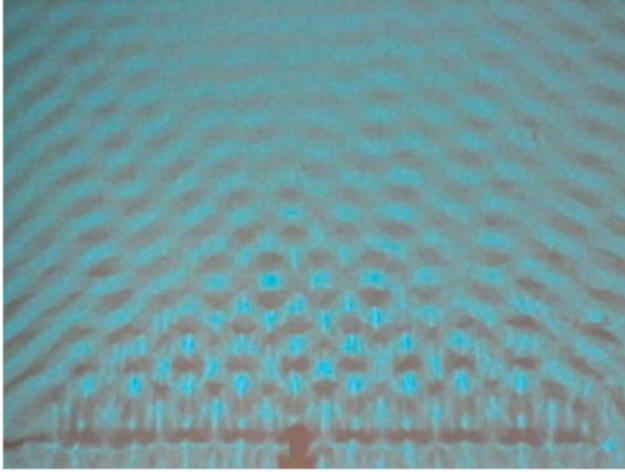


Şekil 18: Dört daldırma elemanı- (dipper) Dalga bantlarının sayısı artmıştır ve bunlar iki dairesel dalgada olduklarından daha dardır. Dalgalar artık iki üreteçte olduğu gibi (şekil 16) dairesel değildir.

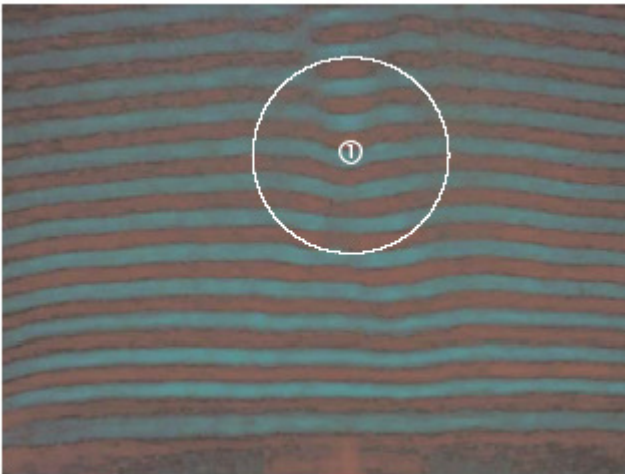
Daldırma elemanlarının (dipper) sayısının daha fazla artırılmasında, dalga bantlarının sayısı da artar ve dalga bantları daha dar hale gelirler. Uyarıcı (tahrik edici) merkezleri yakınındaki on daldırma aletinin girişim kalıbı(biçimi) (şekil 19) düz dalganı dalga biçimine benzer (şekil 20).

Şekil 16'daki üç dalga bandı tanımı (iki dalgı elemanı) sıfır girişim sırasındadır ve simetrik olarak bunları izleyen iki dalga bandı ilk girişim sıralarıdır. Basitleştirme amacı ile dalga üreteçlerinin sayısı artırıldığı zaman sıfır ve ilk sıra arasında ilave etki(girişim) bantlarının oluşumu hakkında bilgileri açıklamak için yakın çevreyi dışlamak istiyoruz.Uyarıcılardan mesafeleri jeneratörler arasındaki d mesafesine kıyasla büyük olan konumlar için iki girişim (etkileşim) yapan dalga arasındaki hat farkına (Δl) ilişkin iki dalga tetikleyicisi (uyarıcısı) için aşağıdaki geçerlidir.

$$\Delta l = d \sin \alpha$$



Şekil 19: On dalgı elemanı. Bir biri üzerine bindirimli on dairesel dalganın girişim biçimi tanımlanabilir. Dalga üretecinin hemen arkasında bulunan girişim biçimi düz dalganın dalga biçimine benzer olacak tarzda yine dalga bantlarının sayısı artırılır (şekil 20).



Şekil 20: Düz bir dalganın dalga biçimi. (Alan (1) bir ölçüm nesnesi olarak tanımlanır.

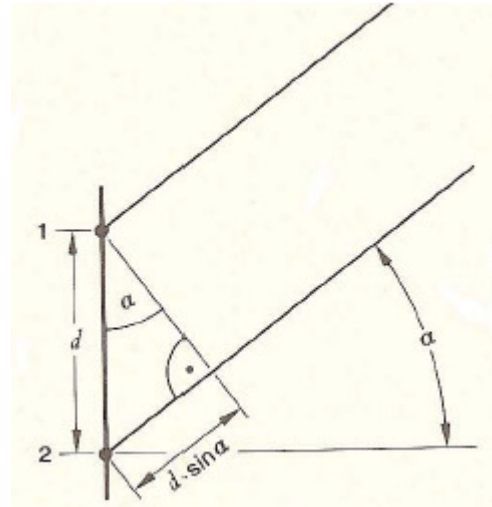
İlk sıra için azami $\Delta l = \lambda$ gerçek olmalıdır böylece (uyarıcıların-üreteçlerin sayısından bağımsız olarak)

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{d}$$

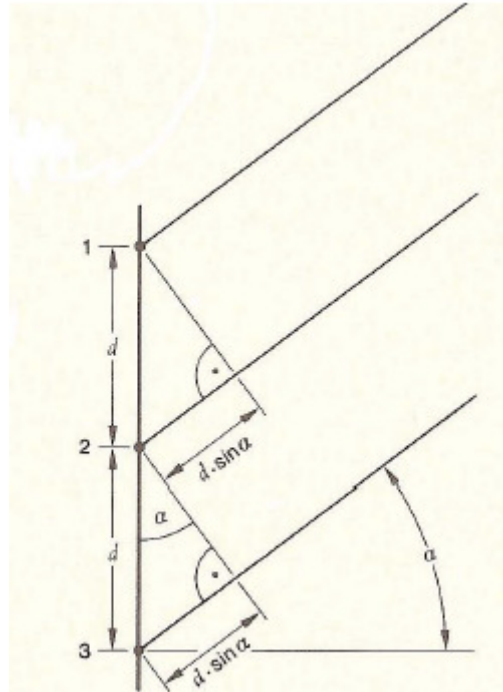
geçerlidir.

Buna göre, tam yok etmenin (yok edici girişim/ dalgaların yok edilmesi) meydana geldiği sıfır ve ilk sıra arasındaki açı ($\Delta l = \lambda/2$)

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{2 \cdot d} \text{ şeklindedir.}$$



Şekil 21: İki dalga üretici ile azami nokta ve asgari noktanın oluşumunun şematik diyagramı



Şekil 22: Üç dalga üretici ile azami nokta ve asgari noktanın oluşumunun şematik diyagramı

Bariyere çarpan düz dalgaların kısımları bariyer önünde durağan bir dalga oluşacak tarzda yansıtılır.

Kısa dalga sisli ile çalışırken, bariyerin kenarından yayılan dairesel dalganın tüm yönlerde yayıldığı görülebilir.

3 cm yarığı (aralığı) meydana getiren iki bariyerdan dairesel dalgalar geometrik gölge alanı (şekil 25) içine yayılırlar. Yarığın(aralığın) arkasında ortada sıfır girişim sırasının temel olarak daha yüksekteki sıralarda bulunanlardan daha geniş olduğu bir girişim biçimi gözlemlenebilir.

Her iki deneyin sonuçları Huygens prensibi yardımı ile açıklanabilir. Sınırsız sayıda başlangıç dalgaları düz bir dalga alanı oluşturacak şekilde bozulmayan dalga alanında bir biri üzerine bindirim yaparken kenardan bariyerin gölgeli alanı içine giren temel dalga diğer dalgalar ile bir biri üzerine bindirim yapmaz ve orada doğrudan gözlemlenebilir.

Yarık açıklığı nokta üreteçlerinin sınırsız sayısı olan bir konum olarak düşünülebilir. Bu üreteçlerden çıkan ilk (temel) dalgalar karakteristik bir biçim oluşturacak tarzda yarık (aralık) arkasında girişim yaparlar (Bir biri üzerine binerler)

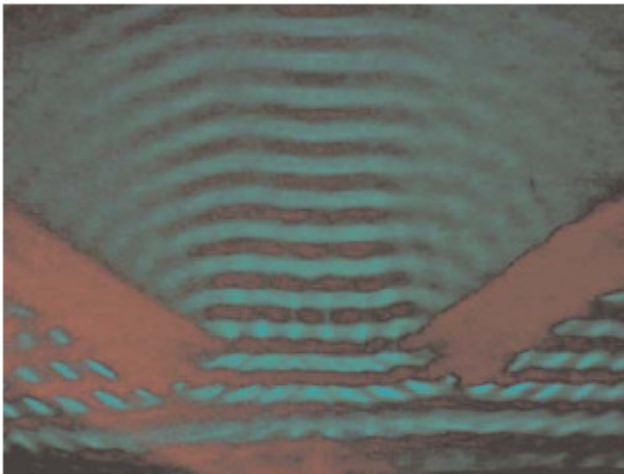
Not

Geniş, tek yarığın girişim biçimi karakteristik biçimde çift yarığın girişim biçiminden farklılık gösterir. Tek yarıktan büyük bir mesafede sıfır girişim sırası daha yüksek sıradakilerden iki kata kadar daha geniştir. Çift yarık durumunda, burada aynı genişlikler tüm sıralar için ortaya çıkar.

Dar yarık

Dairesel dalgalar yarıktan çıkar ve geometrik gölge alanı içine girerler (şekil 26).

Dalga uzunluğuna kıyasla dar olan yarık bir ilk(temel) dalga için başlangıç noktasıdır (Huygens prensibi). Kırılma saf bir biçimde, yani bindirme yapan bir girişimi biçimi olmaksızın gözlemlenir. Işık dalgaları ile benzer deneyi yaparken, yeterli görüntü parkalığı elde etmek için genişliği dalga boyundan daha büyük olan bir yarık kullanılmalıdır. Bu durumda, daima girişimler (etkileşimler) meydana geldiği için(Yukarı bakın) sadece (saf) kırılma gözlemlenemez. Bu nedenle, dar yarıkta (aralıkta) saf kırılmanın gözlemlenmesi sadece su dalgaları ile mümkündür.



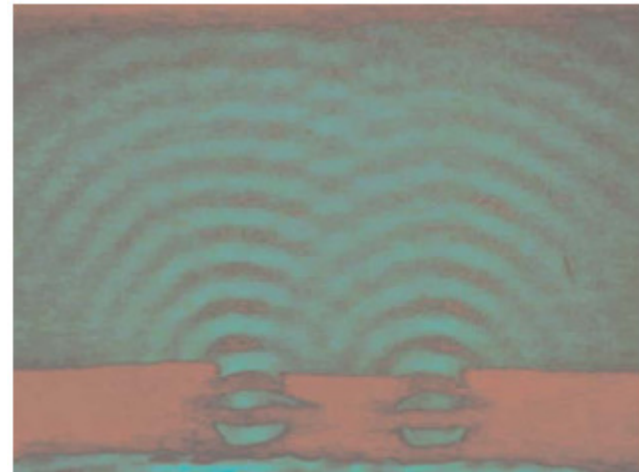
Şekil 25: Geniş yarıkta girişim ve kırılma. Sıfır girişim sırası temel olarak daha yüksekteki sıralardan temel olarak daha geniş olan yarığın arkasında bir girişim biçimi görülebilir. Dairesel dalgalar iki bariyerdan geometrik gölge alanı içine çıkar.

Çifte yarık

Dalga görüntüsünün ortasında iki yarığın(aralığın) bağlantı hattına dikey olan bir dalga bandı gözlemlenir. Bu dalga bandına simetrik olarak, dalga üretimi olmaksızın üç alternatif dalga bandı ve dalga üretimi olan dalga bantları her iki tarafta bulunur (şekil 27).



Şekil 26: Dar yarıkta, kırılma, yarıktan çıkan dairesel dalgalar ile bunların bariyerin geometrik gölge alanı içine yayılması açıkça tanımlanabilir.



Şekil 27: Bir çift yarıkta girişim. Dairesel dalgalar her iki yarıktan çıkar ve yarık arkasında karakteristik bir girişim biçimi oluşturur.

Sabit dalga boylarındaki iki yarık arasındaki mesafenin kısaltılmasında yan, yana dalga bantları arasındaki mesafe daha büyük hale gelir (şekil 28).



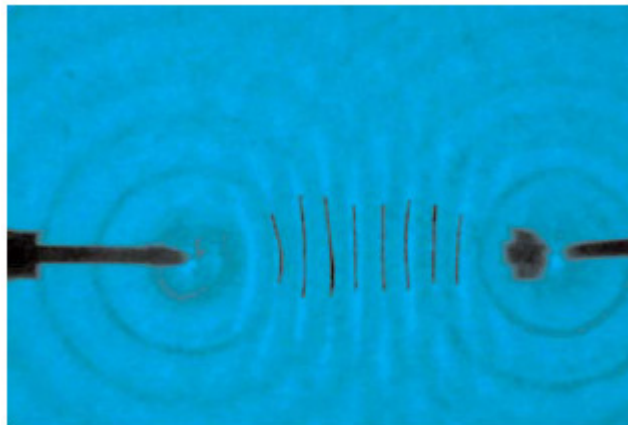
Şekil 28: Kısaltılmış yarık mesafesi ile çiftte yarıktaki girişim. Şekil 27'ye kıyasla, yan, yana dalga bantları arasındaki mesafe

Sabit yarık mesafesinde dalga boyunun artırılışında aynı etki elde edilir.

Her iki yarık Huygens prensibine göre iki dairesel dalganın merkezleridir. Bu dairesel dalgalar iki nokta üretici tarafından üretilen dairesel dalgalar ile (Görev 1) aynı şekilde çiftte yarığın arkasında girişim (bindirim) yaparlar.

Not

Işık dalgaları ile işlem yaparken, çiftte yarıktaki kırılma böyle saf bir biçimde gözlemlenemez. Yoğunluk(şiddet) nedenleri ile, dalga boyundan daha büyük olan yarık genişlikleri kullanılır. Bunun nedeni, ışık dalgaları ile kırılma olayına daima girişim (parazit) olayının eşlik etmesidir.



Şekil 29: $\Delta\phi = 360^\circ$ bir faz farkında bir anlık görüntü. $\Delta\phi = 360^\circ$ için, dalga karın (antinod) kısımları $\Delta\phi = 0^\circ$ dalga karınları(Antinod) ile çakışır.

Görev 3 Kademeli düzenek antenlerinin prensibi

$\Delta\phi \neq 0^\circ$ bir faz farkında, kağıt tabakası üzerinde çizilen dalga karın kısımları (antinod) artık görülebilen girişim biçiminin karın dalga karın kısımlarına (antinod) çakışır. Bu nedenle, görülebilen girişim biçimi antinodlar üzerinde çizilenlere kıyasla kaydırılır. Faz farkı $\Delta\phi$ arttıkça bu kaydırma büyür.

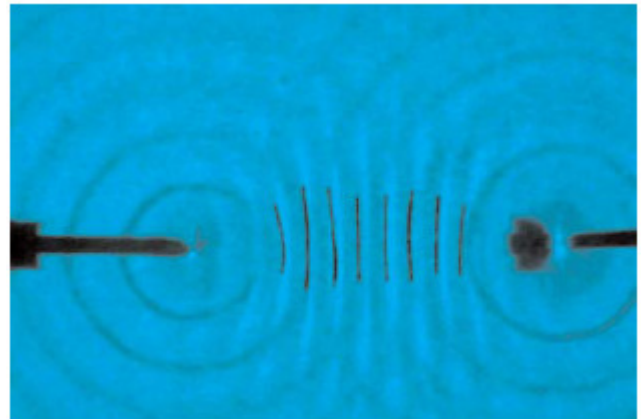
Faz farkı 180° olduğu zaman, girişim biçiminin antinodları (dalga karın kısımları) kağıt üzerinde çizilen antinodlara kıyasla tersine dönmüştür (şekil 31). Girişim biçimindeki bir boğum (node) tabaka üzerinde bir antinodun çizildiği noktada yada tersi gözlemlenebilir.

Eğer faz farkı daha fazla artırılırsa, $\Delta\phi = 360^\circ$ bir faz farkına kadar daha fazla bir kaydırma olur, antinodlar hakkındaki çizim yeniden girişim biçiminin dalga karın kısmına (antinoduna) uyar (Şekil 29).

Faz farkını artırırken, iki üretici(uyarıcı) merkezinin dalgaları bir birine göre kaydırılır ve böylece 180° bir faz farkı yarım dalga boyuna karşılık verirken, 360° faz farkı tam dalga boyuna karşılık verir ve bunlar 31 ve 29 numaralı şekillerdeki sonuçlar ile gösterilmiştir.

İki faz uyumlu dairesel dalga bir biri üzerine bindirildiği zaman karakteristik bir girişim biçimi – bir durağan dalga- ortaya çıkar, böylece yapıcı ve yıkıcı alanlar ortaya çıkar. Yapıcı girişim yerleri uyarıcı (üretici) merkezlerinden $\Delta l = \lambda \cdot m$ ($m = 1, 2, 3, \dots$) bir mesafede bulunan bir hiperbol üzerinde olurlar; yıkıcı girişim yerleri uyarıcı (üretici) merkezlerinden $[\Delta l] = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda$ bir mesafede bir hiperbol üzerinde bulunur (Görev 1).

Eğer fazda olan iki dairesel dalganın bir girişim biçimi içindeki bir yapıcı girişim alanı (antinodlar) 180° faz farkı olan iki dairesel dalganınkiler ile karşılaştırılırsa bu faz kayması faz içinde girişim ile boğumların (Node) görülebileceği konumlarda antinodların (dalga karınlarının) meydana gelmesine neden olur. Aynı durum boğumların (nod) oluşması için de geçerlidir. Bu şekilde faz kayması boğumlar (node) ve dalga karın kısımlarının (antinode) bir kaymasına neden olur.



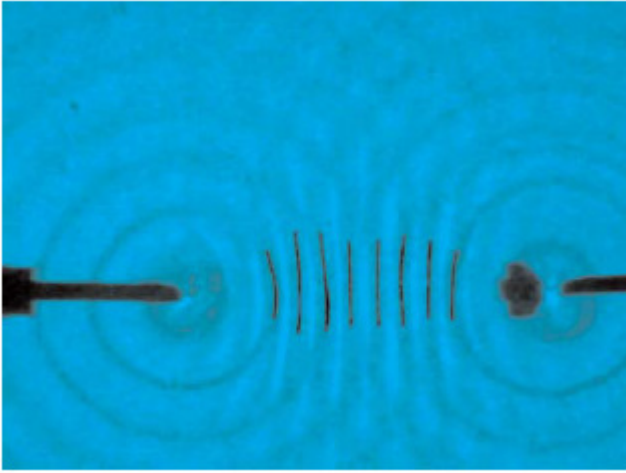
Şekil 30: $\Delta\phi = 90^\circ$ faz farkında bir anlık görüntü. Girişim biçiminin antinodlar üzerinde çizilenlere kıyasla kaydırıldığı görülebilir.

Sonra, 360° bir faz kaymasında boğumlar(nodes) ve antinodlar (dalga karın kısımları) yeniden faz farkında oldukları konumun aynısında görülebilecek tarzda ilerletilir.

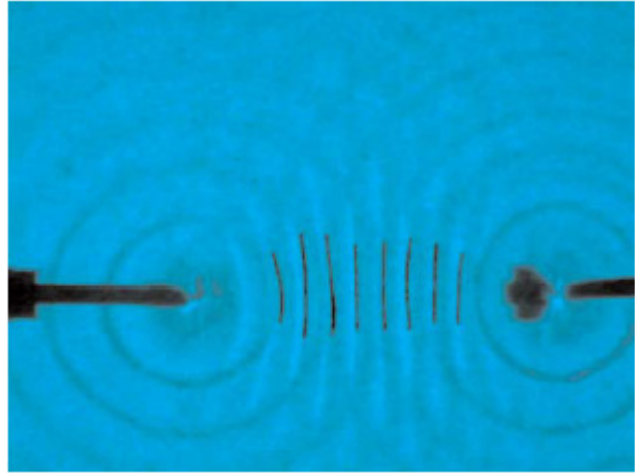
Girişim biçimlerini kontrol etmenin etkisi söz de “kademeli düzenek antenlerini” yapmak için kullanılır. Bu antenler gruplar halinde düzenlenmiş pek çok basit yayıcıdan (emitter) meydana gelir. Bu gruplardan bazılarının fazını değiştirmede, arzu edilen bir yönde sinyal (yapıcı girişim) kuvvetlendirilebilir ve diğer yöndeki sinyal(bozucu girişim) zayıflatılabilir.

Kademeli(phased) düzenek antenleri örneğin uçak savar roket sistemleri , hava araştırması, uydularda kullanılan radar sistemleri şeklinde kullanılırlar.

Sonuç olarak, bu deney dalgaların kırılması ve girişim olaylarını göstermek için su dalgalarının kullanılması ihtimalini göstermektedir. Saf kırılma ışık dalgaları ile gözlemlenemediği için kırılma konusunu işlerken ışık dalgalarına kıyasla su dalgalarının pek çok avantajları vardır. Üstelik, dalgaların girişim konusunu (fenomenini) kullanan dalgaların (kademeli düzenlenmiş antenlerin) pratik bir örneği su dalgaları ile gösterilebilir ve açıklanabilir. Bu nedenle, bu deney dalgaların kırılma ve girişim olayları ile bunların pratikte kullanımları hakkında daha iyi bilgi elde edilmesine yardım edebilir.



Şekil 31: $\Delta\phi = 180^\circ$ faz farkında bir anlık görüntü. Girişim biçiminin boğumlarının (nodes) antinodlar üzerinde çizilen konumlarda oldukları yada tersi durum gözlemlenebilir.



Şekil 32: $\Delta\phi = 270^\circ$ faz farkında bir anlık görüntü. Gözlemlenen girişimin daha ileri bir kayması gözlemlenir.