

**TİTREŞİMLER**  
**VE**  
**DALGALAR**  
**LABORATUVARI**  
**DENEY KILAVUZU**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ**  
**FİZİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA 2013**

Düzeltilmeler için: HŞK

# İÇİNDEKİLER

DENEY 1: BASİT SARKAÇ

DENEY 2: TANECİKLERLE KIRILMA

DENEY 3: SARMAL YAYLARDA DALGALAR

DENEY 4: BİR İPTE YAYILAN DALGALAR

DENEY 5: SESİN HAVADAKİ HIZININ ÖLÇÜLMESİ

DENEY 6: SESİN KATILARDAKİ HIZININ ÖLÇÜLMESİ

DENEY 7: DALGA LEĞENİ DENEYLERİ I

A. DALGA LEĞENİNDE DALGALAR

B. PERİYODİK DALGLAR

DENEY 8: DALGA LEĞENİ DENEYLERİ II

A. DALGALAR VE ENGELLER

B. DALGALARIN KIRILMASI

DENEY 9: DALGA LEĞENİ DENEYLERİ III

GİRİŞİM VE FAZ

DENEY 10: DALGA LEĞENİ DENEYLERİ IV

HAREKETLİ BİR ORTAM İÇİNDE DALGALAR

# DENEY 1

## BASİT SARKAÇ

### 1.1. DENEYİN AMACI

Basit sarkacın tanınması, yasalarının deneye doğrulanması ve  $\vec{g}$  yerçekimi ivmesinin ölçülmesi.

### 1.2. ARAÇ VE GEREÇLER

2 demir çubuk, masa kısıkaçı, bağlantı parçası, ip, sarkaç küreleri, metre, süreölçer

### 1.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Asıldığı nokta etrafında hareket edebilen ağırlığı önemsiz bir ipin ucuna çeşitli küreler bağlanarak bir basit sarkaç oluşturulur. Basit sarkacın periyodunun kütle, genlik açısı (genlik) ve boya bağıllığı incelenecek; yerçekimi ivmesi( $\vec{g}$ ) belirlenecektir.

**1. Bölüm:** Periyodun kütleye bağıllığını incelemek amacıyla; genlik açısı 0,0 rad ile 0,1 rad(0° ile 10°) arasında sabit ve ipin boyu sabit alınarak; aynı çap(hacim) fakat farklı kütlede tahta ve metal kürelerle iki sarkaç oluşturularak periyotları ölçünüz. Bulguları çizelgede gösteriniz.

*Çizelge 1.1.*

Kütleler	T (s)					
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	5. Ölçüm	Ortalama
$M_1$ : ..... g						
$M_2$ : ..... g						

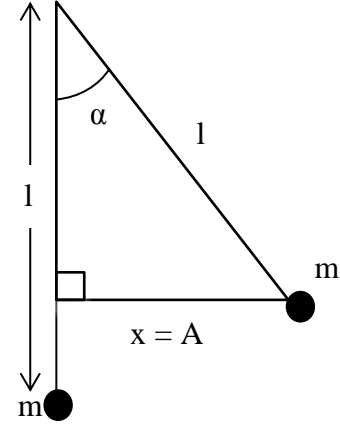
Bulduğunuz sonuçları yorumlayınız. Yalnızca sarkacın kütlesi değiştirildiğinde periyot bundan etkileniyor mu? Sarkacın periyodu ile kütlesi arasında nasıl bir ilişki vardır?

**2. Bölüm:** Periyodun genlik açısına bağıllığını araştırmak amacıyla; ipin boyu( $l$ ), küreler(kütle) aynı alınır. Genlik açısı olarak  $5^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $10^\circ$  gibi küçük ve  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  gibi büyük açı değerler kullanılarak periyot ölçümü yapınız ve çizelgede gösteriniz.

$\alpha$  açısını sağlamak için; aşağıdaki bağıntıyı kullanabilirsiniz.

$$\sin \alpha = \frac{x}{l} = \frac{A}{l} \rightarrow x = l \sin \alpha$$

- $\alpha$  küçük açılarda;
- $\alpha$  büyük açılarda; ölçülen periyotlar nasıldır, ifade ediniz.



Şekil 1.1

Çizelge 1.2.

Açılar	T (s)					
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	5. Ölçüm	Ortalama
$5^\circ$						
$7^\circ$						
$10^\circ$						
$15^\circ$						
$30^\circ$						
$45^\circ$						

Bulduğunuz sonuçları yorumlayınız. Yalnızca açı değiştirildiğinde periyot bundan etkileniyor mu? Sarkacın periyodu ile açı arasında nasıl bir ilişki vardır?

**3. Bölüm:** Periyodun boya bağıllığını araştırmak için; genlik açısını  $0 \leq \alpha \leq 10^\circ$  aralığında sabit, küreleri (kütleleri) aynı alarak, periyodun boya bağıllığını inceleyiniz ( $l = 25, 36, 49, 64, 81, 100$  cm alabilirsiniz).

Çizelge 1.3.

İpin Boyu (m)	T (s)					
	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	5. Ölçüm	Ortalama

a.  $T = f(l)$ ;  $T = f(\sqrt{l})$ ;  $T^2 = f(l)$  grafiklerini çiziniz.

b. Periyodun boya bağlılığını belirleyerek yazınız.

**4. Bölüm:**  $\vec{g}$  yerçekimi ivmesini hesaplayınız.  $T^2 = f(l)$  grafiğini kullanınız. Grafik ile bulduğunuz sonucu, basit sarkaçlardaki periyot bağıntısı ( $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ) ile bulacağınız sonuçla karşılaştırınız.

**Sonuç Olarak:** Basit sarkacın;

- Tanımını yapınız.
- Yasalarını yazınız.
- Periyot bağıntısını çıkarınız.
- Salınım-titreşim ve basit harmonik hareket tanımlarını yapınız.
- 

**NOT:** Periyot belirlenmesinde 10 tam salınım için geçen süre ölçülerek ortalama alınacaktır.

## DENEY 2

### TANECİKLERDE KIRILMA

#### 2.1. DENEYİN AMACI

Işığın tanecik modelinde kırılma ilkesinin modelleme yolu ile kavranması.

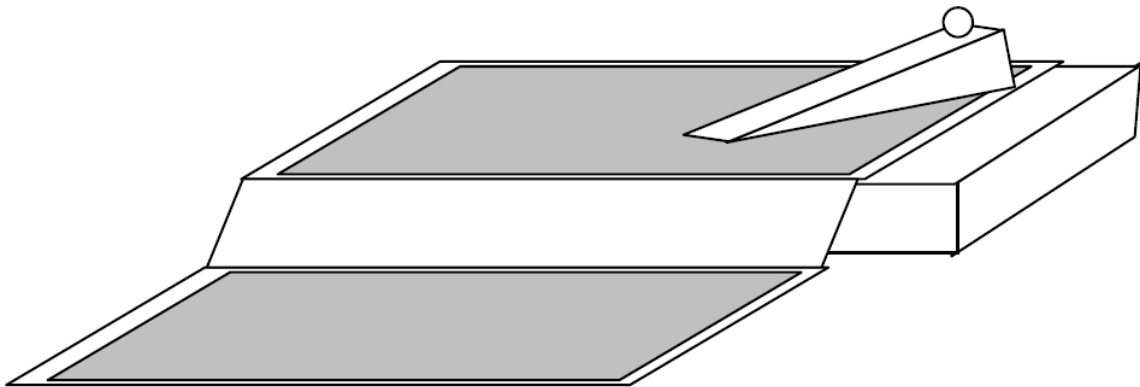
#### 2.2. ARAÇ VE GEREÇLER

2 adet levha (30x40 cm, 8x40 cm), 1 adet çelik bilye (2,5 cm çaplı), oluklu eğik düzlem, 2 adet beyaz kağıt, 2 adet karbon kağıdı, açıölçer, yapışkan bant, cetvel.

#### 2.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Bir ortamdan başka bir ortama  $0^\circ$ 'den farklı gelme açısı ile gönderilen ışığın doğrultusunun değiştiğini ve kırılma olayında açılar arasında Snell bağıntısı olduğunu biliyoruz. Işık tanecik yapıda ise, taneciklerin de ortam değiştirirken ışıktakine benzer davranışlarda bulunmasını bekleriz.

Bir bilyeyi pürüzsüz ve yatay bir düzlemde yuvarlarsak, hemen hemen sabit bir hızla ve bir doğru boyunca hareket eder. Bilye, yolu üzerindeki bir eğik düzlemi geçerek alt düzleme gelsin. Bilyenin burada üst ortamdakinden farklı bir doğrultuda ve daha büyük bir sabit hızla hareket ettiği görülür. Sonuç olarak; üst ortamdan alt ortama geçen bilye hızını ve doğrultusunu değiştirmiş, bir anlamda “kırılmaya” uğramıştır denilebilir.



Şekil 2.1.

**1. Bölüm:** Masanın üzerine levhayı yerleştiriniz. Masanın yatay olmasına dikkat ediniz. Eğik düzlemin kenarlarına paralel olacak şekilde üst düzleme ve masaya birer beyaz kağıt yapıştırınız. Bunların üzerine de karbon kağıtlarını koyunuz. Bilyeyi eğik düzlemin belli bir noktasından bırakınız. Deneyi farklı doğrultularda 5-6 defa tekrarlayınız. Her defasında bilyeyi oluklu eğik düzlemin hep aynı noktasından bırakmayı ve karbon kağıdını kaldırarak izleri numaralamayı unutmayın.

*Bilyeyi her defasında aynı noktadan bırakmak neden önemlidir?*

**2. Bölüm:** Gelme ve kırılma açılarını ölçerek aşağıdaki çizelgeyi doldurunuz.

*Çizelge 2.1.*

Deneme	i	r	Sin i	Sin r	Sin i / Sin r
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Ortalama: .....

### Sorular:

1. Taneciklerde kırılma olayı Snell bağıntısına uyuyor mu?
2. Hangi düzlem çok kırıcı ortamı temsil eder, bu ortamda bilyenin hızı nasıldır?
3. Üst ortamdan aynı doğrultuda yuvarlanan bilyeleri, alt ortamda bir noktada toplayacak bir yakınsak mercek modeli için deney düzeneğinde nasıl bir değişiklik yapmayı düşünürsünüz?

## DENEY 3

### YAYDA DALGALAR

#### 3.1. DENEYİN AMACI

Yayda dalgaların ilerlemesini ve dalgaların ortam değiştirmesini incelemek.

#### 3.2. ARAÇ VE GEREÇLER

1 adet 1,75 m uzunluğunda ve 2 cm çapında yuvarlak telden sarmal yay, 1 adet 10 cm uzunluğunda ve 7,5 cm çapında yassı telden sarmal yay, 1 adet uzun ip, 1 adet çubuk metre

#### 3.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Yayda oluşturacağınız dalgalar hemen hemen bir doğru boyunca ilerleyecektir. Düzgün bir yüzeyde örneğin, okulunuzun koridorunda bir arkadaşınız yardımıyla sarmal yayı, boyu 7-8 m oluncaya kadar geriniz. Yayın ucunu ani olarak bir tarafa götürüp tekrar ilk konumuna getirerek bir atma oluşturunuz. Hareketini kolayca görebilecek ve izleyebileceğiniz dalgalar meydana getirmeyi deneyerek öğreniniz(Dalgaların ilerleyişini daha rahat ve kare kare inceleyebilmek için video olarak kaydedebilirsiniz).



Şekil 3.1.

- Oluşturduğunuz ilerleyen atmanın yay boyunca şekil ve hızı değişiyor mu? Hangi şartlarda bunların sabit kaldığını kabul edebilirsiniz?
- Farklı şekil ve büyüklükte atmalar göndererek hızlarını ölçünüz. Atmanın yayılma hızı, şekil ve büyüklüğüne bağlı mıdır? Yansımalarla hızın azalmadığını kabul ederek, birkaç gidip gelme zamanını ölçerek, hızı bulmaya çalışınız.
- Yayın gerginliğini değiştirerek, oluşturacağınız atmanın hızını ölçünüz. Hız değişti mi? Buna göre aynı iki yayı, dalgalarda farklı iki ortam olarak nasıl kullanırsınız?



- d. Arkadaşınızla birlikte, yayın iki ucundan aynı anda, aynı yönlü iki atma gönderiniz. Bileşke atmanın büyüklüğünü, gönderilen atmaların büyüklükleri ile karşılaştırınız. Şimdi de atmaları zıt yönde göndererek bileşke atmayı inceleyiniz. Atmalar karşılaştınca ne oldu? Bileşke atmayı bulmak için, gönderdiğiniz atmaların büyüklüklerini tebeşirle yere işaretleyiniz. Üçüncü arkadaşınız da bileşke atmanın büyüklüğünü işaretlerse, işiniz oldukça kolaylaşır.
- e. Farklı iki yayı, birer ucundan birbirine takınız. Bir uçtan atma gönderiniz. Atma yayların ek yerine gelince ne oldu? Olayı, şekil ve hız yönünden inceleyiniz.
- f. Bu defa öteki yayın ucundan atma göndererek, geçen ve yansıyan atmanın şeklini ve hızını inceleyiniz.
- g. Büyük sarmal yayın bir ucuna ince uzun bir ip bağlayınız. Yayın ucundan gönderilen atma, bağlanma noktasından nasıl yansıyor? Olayı yayın bir ucu sabit tutulduğu zamanki yansıma ile karşılaştırınız. Atmanın ipteki hızı hakkında ne söyleyebilirsiniz?

## DENEY 4

### BİR İPTE YAYILAN DALGALAR

#### 4.1. DENEYİN AMACI

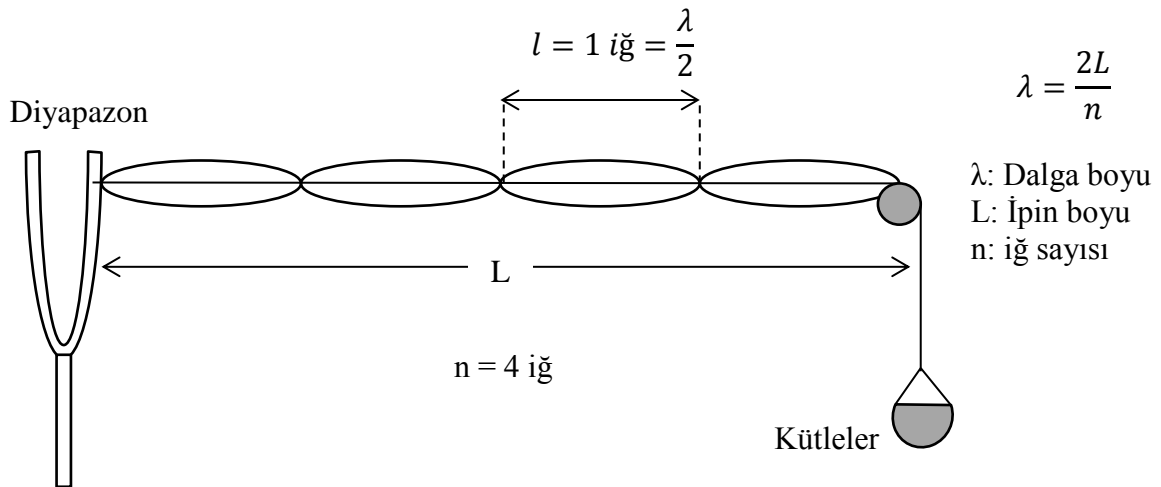
Bir ipte yayılan enine dalgalardan elde edilen duran dalgaların incelenmesi, yayılma hızının ipi geren kuvvete ve ipin boyca yoğunluğuna bağlılığının incelenmesi, frekansı bilinen diyapazon yardımıyla bilinmeyen frekanslı diyapazonun frekansının bulunması.

#### 4.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Değişik frekanslı diyapazonlar, ağır tabanlı destek, makara tutma parçası, lastik tokmak, cetvel, masa kıskacı, kütleler, ip.

#### 4.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Masanın bir köşesine masa kıskacı ile makarayı tutturunuz. Masanın üzerine ağır tabanlı desteğe diyapazonu tutturunuz. İpin bir ucunu diyapazonun çatal uçlarından birine bağlayınız. Diğer ucunu makaradan sarkıtarak sarkan uca kütleler asınız. Lastik tokmakla diyapazona vurarak ve diyapazonu ileri geri hareket ettirerek ipte kararlı dalgaları elde ediniz. İpte oluşan dalganın dalga boyunu hesaplayınız.



Şekil 4.1.

**1. Bölüm:** Dalgaların yayılma hızının ipi geren kuvvete bağlılığı incelenecektir. Tek katlı ip kullanınız, (ipin boyca yoğunluğu sabit), ipe 3 farklı değerde kuvvet uygulayınız ( $\vec{F} = m\vec{g}$ ). Dalga boyunu ölçünüz. Yayılma hızını,

$$v_k = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}}$$

bağıntısından hesapla kuramsal olarak bulunuz.

$$v_d = \lambda \cdot f \text{ ve } \lambda = \frac{2L}{n}$$

bağıntılarından deney değerlerinden bulunuz. (L ipin boyu, n iğ sayısıdır)

Değerleri çizelgeye yazınız.  $v_h$  ve  $v_k$ 'leri karşılaştırınız.

Çizelge 4.1.

Deneme	f (tit./s)	$\mu$ (kg/m)	$\vec{F} = m\vec{g}$ (N)	L (m)	n (iğ)	$\lambda$ (m)	$v_k$ (m/s)	$v_d$ (m/s)
1								
2								
3								

**2. Bölüm:** Dalganın yayılma hızının, ipin boyca yoğunluğuna bağlılığının incelenecektir. İpi geren kuvvet sabit tutulacak (asılan kütle sabit). İpi 1, 2, 3 kat alarak boyca yoğunluk 1, 2, 3 kat yapılmış olacaktır. 1. kısımda olduğu gibi dalga boyu belirlenecektir. Sonuçları çizelgeye yazınız. Bağıntıdan ve deneyden bulunan yayılma hızını karşılaştırınız.

Çizelge 4.2.

Deneme	f (tit./s)	$\mu$ (kg/m)	$\vec{F} = m\vec{g}$ (N)	L (m)	n (iğ)	$\lambda$ (m)	$v_k$ (m/s)	$v_d$ (m/s)
1								
2								
3								

**3. Bölüm:** Bir diyapazonun frekansı belirlenecektir. İpin boyca yoğunluğu ( $\mu$ ), ipi geren kuvvet ( $\vec{F} = m\vec{g}$ ) aynı alınır. Bir bilinen, bir de bilinmeyen frekanslı diyapazon alınır. Her ikisi için dalga boyu belirlenir.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \lambda \cdot f = \lambda' \cdot f' \rightarrow f' = f \left( \frac{\lambda}{\lambda'} \right)$$

f ve  $\lambda$  bilinen diyapazon, f' ve  $\lambda'$  bilinmeyen diyapazon içindir. f' hesaplanır.

**Sorular:**

1. Frekans, periyot, dalga boyu, yayılma hızı nedir?
2. Boyuna dalga, enine dalga, kararlı dalga tanımını yapınız.
3. İpte dalgaların yayılma hızı bağıntısını çıkarınız.

**NOT:** Çizelgelerdeki işlemlerinizi açık olarak yapınız.

## DENEY 5

### SESİN HAVADAKİ YAYILMA HIZI

#### 5.1. DENEYİN AMACI

Sesin hava içindeki yayılma hızının ölçülmesi.

#### 5.2. ARAÇ VE GEREÇLER

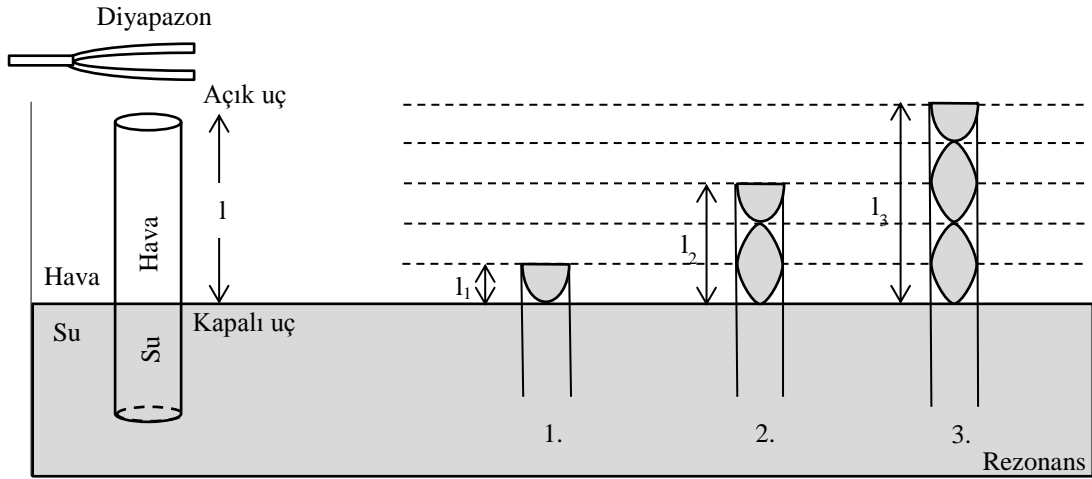
Diyapazonlar, cam silindir, lastik tokmak, cetvel, iki ucu açık cam boru (2-3 cm çapında ve 50-150 cm boyunda)

#### 5.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Geniş ve derin bir kaba su doldurulur. İki ucu açık bir cam boru suya düşey daldırılır. Borunun su dışında kalan boyu hava sütunu ile dolu olur. Üst uca tokmakla vurulan diyapazon yaklaştırılır. Bir ucu açık (havadaki uç); diğer uç (su ile temas eden uç) kapalı uç olur. Bir ucu kapalı diğer ucu açık hava sütunu elde edilir. Bu sütunda ses dalgaları ile kararlı dalgalar elde edilir. Rezonans durumu borunun kuvvetli bir ses vermesi ile anlaşılır. Cam borunun hava ile dolu olan kısmının boyu ( $l$ ) sıfırdan itibaren artırılarak rezonansın olduğu  $l_1, l_2, l_3, \dots$  değerleri bulunur. Bu durumlarda;

$$l_1 = 1 \cdot \left(\frac{\lambda}{4}\right); l_2 = 3 \cdot \left(\frac{\lambda}{4}\right); l_3 = 5 \cdot \left(\frac{\lambda}{4}\right)$$

$\lambda = \frac{4l_1}{1} = \frac{4l_2}{3} = \frac{4l_3}{5}$ , ten  $\lambda_{\text{ort}}$  dalga boyu bulunur.  $f$  kullanılan diyapazonun frekansı ise, havadaki yayılma hızı; “ $v = \lambda_{\text{ort}} f$ ” bağıntısından bulunur.



Şekil 5.1.

Aynı deneme üç ayrı diyaforun ile tekrar edilerek bulunan yayılma hızı değerlerinin ortalaması sesin havadaki yayılma hızı olarak bulunur. Bulgular çizelgeye yazılır.

Çizelge 5.1.

Deneme	f (tit./s)	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$l_3$ (m)	$\lambda_1$ (m)	$\lambda_2$ (m)	$\lambda_3$ (m)	$\lambda_{ort}$ (m)	$v = \lambda f$ (m/s)
1									
2									
3									

Sıcaklık (t) = ..... °C  $\Rightarrow$   $v_{ort} =$  ..... m/s

Sesin hava içindeki yayılma hızı  $v_{(T)} = v_{0^{\circ}C} \sqrt{1 + \alpha \cdot T} \cong \left(332 \frac{m}{s}\right) \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{273} \cdot T} \rightarrow v_t = (332 + 0,61 \cdot T_{0^{\circ}C})$  bağıntısı ile belirlidir.  $v_{(t)}$  yayılma hızını bu bağıntılardan hesaplayarak, deneyle bulduğunuz değerle karşılaştırınız.

### Ön çalışma Soruları

1. Rezonanslarda  $l_1 \gg R$  değilse, dalga boyu  $\lambda = 4.l_1$  değil  $\lambda = 4.(l_1 + 0,08.R)$  bağıntısı ile ifade edilir. R borunun çapıdır. Birinci denemelerde böyle bir durum söz konusu ise, belirtilen düzeltmeyi yaparak, yayılma hızını hesaplayınız?
2. Ses dalgalarını tanımlayınız.
3. Ses dalgalarında enerji, güç, şiddet bağıntılarını çıkarınız ve ifade ediniz.
4. Sesin şiddeti, yüksekliği ve tınısı tanımlarını yapınız?

## DENEY 6

### SESİN KATILARDAKİ YAYILMA HIZININ ÖLÇÜLMESİ

#### 6.1. DENEYİN AMACI

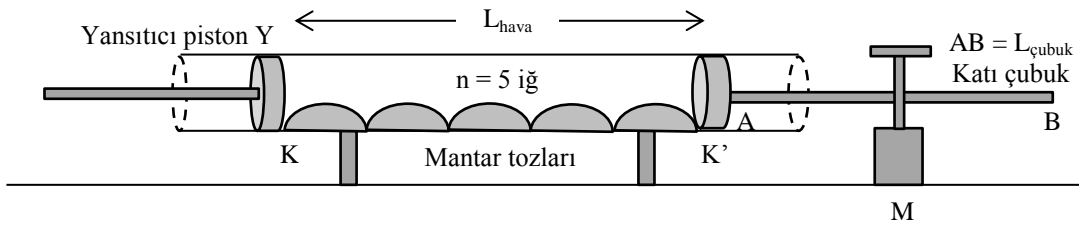
Katı bir cisim içinde sesin yayılma hızının ve cismin esneklik modülünün "Kundt Borusu" yöntemi ile ölçülmesi.

#### 6.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Kundt Borusu takımı, cetvel

#### 6.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

**Alet:** Kundt Borusunun şeması aşağıdaki şekilde görülmektedir. Esneklik modülü ve içinde sesin yayılma hızı ölçülecek katı cisimden yapılmış AB çubuğu M sıkımacı ile tam ortasından tutturulmuştur. Çubuğun A ucu AB'yi eksen kabul edecek şekilde yatay olarak yerleştirilmiş yaklaşık 1 m uzunluğunda ve 3 cm çapında bir cam boru içindedir. Bu uca cam boru içinde serbestçe ileri-geri hareket edebilecek biçimde hafif kütleli bir disk tutturulmuştur. Cam borunun öbür ucunda ileri-geri hareket ettirilebilen yansıtıcı (Y) bir piston vardır.



Şekil 6.1.

Çubuk B ucu cam çubukta ıslak bez, demir ve pirinç çubukta reçineli bez ile O'dan B'ye doğru ovularak boyuna titreşim yapacak tarzda uyartılabilir. Böylece cam boru içinde ilerleyen ve Y yansıtıcısından yansıyan ses dalgaları meydana gelir. İlerleyen ve yansıyan dalgaların girişimi neticesinde duran dalgalar oluşur ki bunlar cam boru içine serpilen mantar tozları ile görülür hale getirilebilir.

**Bilgi:** Herhangi bir dalga hareketinin bir ortamdaki  $v$  yayılma hızı,  $\lambda$  dalga boyu ve  $f$  frekansı arasında,

$$v = \lambda \cdot f \quad (1)$$

bağıntısı vardır. Deney konusu çubuğa ait büyüklükleri ( $\lambda$ ) ve havaya ait olanları ( $\lambda_h$ ) indisi ile göstermek üzere (1) denklemini;

Çubuk için  $v_\lambda = \lambda \cdot f$ ; hava için  $v_h = \lambda_h \cdot f$  yazabiliriz. Buradan,

$$v_\lambda = v_h \cdot \frac{\lambda_\lambda}{\lambda_h} \quad (2)$$

elde edilir. Normal şartlardaki havada sesin yayılma hızı  $v_{h0^\circ C} = 331$  m/s'dir. Herhangi bir t sıcaklığındaki yayılma hızı ise;

$$v_t = v_{h0^\circ C} \sqrt{1 + \alpha \cdot t} \cong v_{h0^\circ C} + 0,61 \cdot t \quad (3)$$

olur. Burada  $\alpha = 1/273$  havanın genleşme katsayısıdır.  $v_h$ ,  $\lambda_\lambda$ ,  $\lambda_h$  ölçülerek denklem (2)'den  $v_\lambda$  hesaplanır.

Katı bir cismin içinde boyuna ilerleyen dalgaların yayılma hızı ise;

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (4)$$

*Newton bağıntısı* ile hesaplanır. Burada, E cismin esneklik modülü,  $\rho$  cismin yoğunluğudur. Cismin  $\rho$  yoğunluğu ve denklem (2)'den elde edilen  $v_\lambda$  değeri denklem (4)'te yerine konularak çubuğun esneklik modülü E hesaplanabilir.

### **Deneyin Yapılışı:**

1. AB çubuğu çıkarılır ve deney masasında mevcut oluklu çubuk yardımıyla cam boru içine düzgün bir şekilde mantar tozu serpilir (Dikkat! Mantar tozunu israf etmeyiniz ve deneyden sonra toplayarak tekrar kutusuna koyunuz).
2. Çubuğun L uzunluğu bir cetvelle ölçüldükten sonra tam ortasından M sıkmacına tutturulur ve O'dan B'ye doğru bez ile ovularak boyuna titreştirilir (ovma sırasında çubuğu bükmemeyiniz, fazla sıkmayınız ve çekmemeyiniz). Y yansıtıcısı yavaş yavaş ileri veya geri sürülerek, AY arasındaki hava sütununun rezonansa gelmesi sağlanır. Bu ayar iyi yapılmış ise mantar tozları şeklindeki gibi duran dalgaların, karın ve düğüm noktalarını belirleyecek tarzda sıralanır.
3. İyi oluşmuş K, K' gibi iki karın arası bir cetvel ile ölçülür. Bu aralıkta n tane düğüm noktası varsa,

$$\frac{\lambda_h}{2} = \frac{KK'}{n} \quad (5)$$



olur. Diğer taraftan çubuk tam ortasından tutturulduğunda ve temel titreşim frekansı ile titreştiğine göre,

$$\lambda_{\text{ç}} = 2L \quad (6)$$

olur. Niçin?

Yansıtıcının üç ayrı durumu için deney üç defa tekrarlanır. Denklem (5) ve denklem (6)'dan elde edilen  $\lambda_{\text{ç}}$  ve  $\lambda_{\text{h}}$  değerleri yardımı ile denklem (2)'den  $v_{\text{ç}}$  ve denklem (4)'den E hesaplanır.

4. Ölçü ve sonuçlar aşağıdaki çizelgeye yazılır.

Çizelge 6.1.

Tür	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$L_{\text{çubuk}}$ (m)	n (iğ sayısı)	$L_{\text{hava}}$ (m)	$\lambda_{\text{ç}} = 2L_{\text{ç}}$ (m)	$\lambda_{\text{h}} = \frac{2\lambda_{\text{h}}}{n}$ (m)	$v_{\text{h}}$ (t°C) (m/s)	$v_{\text{ç}} = v_{\text{h}} \frac{\lambda_{\text{ç}}}{\lambda_{\text{h}}}$ (m/s)	$E = v_{\text{ç}}^2 \cdot \rho_{\text{ç}}$ (N/m <sup>2</sup> )
Cam									
Demir									
Pirinç									

### Ön çalışma Soruları

1. Ses nedir?
2. Hız, frekans, periyod, dalga boyu ne demektir ve bir dalga hareketinde bu büyüklükler arasında ne gibi bağıntılar vardır?
3. Deney konusu olan çubukta uyarılan boyuna titreşimlerin dalga boyu niçin  $2L$ 'dir?
4. Gazlar içinde sesin yayılma hızı hangi bağıntı ile hesaplanır?
5. Katılar, sıvılar ve gazlar içinde hangi tür dalgalar yayılabilir?
6. Katı bir cisim için E esneklik modülü neye denir?

**NOT:** İşlemlerinizi açık olarak yapınız.

## DENEY 7

### DALGA LEĞENİ DENEYLERİ I

#### (Dalga Leğeninde Dalgalar – Periyodik Dalgalar)

##### 7.1. DENEYİN AMACI

Düzlemde dalgaların yayılmasını ve yansımalarını incelemek. Dalgalarla ışık arasındaki benzerlikleri görmek. Dalga leğeninde su dalgalarının dalga boyunu, periyodunu ve hızını bulmak. Su dalgaları için farklı iki ortamın nasıl olacağını araştırmak.

##### 7.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Dalga leğeni seti, 50x50 cm boyutlarında beyaz kağıt ekran, cetvel, 2 adet stroboskop, süreölçer.

##### 7.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

###### A. Dalga Leğeninde Dalgalar

Bu deneyde, dalga leğeni üzerinde oluşturulan dalgaların özelliklerini inceleyeceğiz. Bu dalgalar, düzlemde her doğrultuda yayılmaktadır. Su üzerindeki dalga tepelerinin izleri, dalga leğenin altındaki ekranda parlak çizgiler halinde görülecektir. Parlak çizgiler arası ise, dalga çukurlarını gösterecektir.

Dalga leğenine, dalga söndürücüleri Şekil 7.1.'deki gibi yerleştiriniz. Leğenin yataylığını sağladıktan sonra (suyun derinliği her yerinde aynı olacak şekilde), içine 5-7 mm kadar su koyunuz. Lambayı, yerine takarak, elektriğe bağlayınız.



Şekil 7.1.

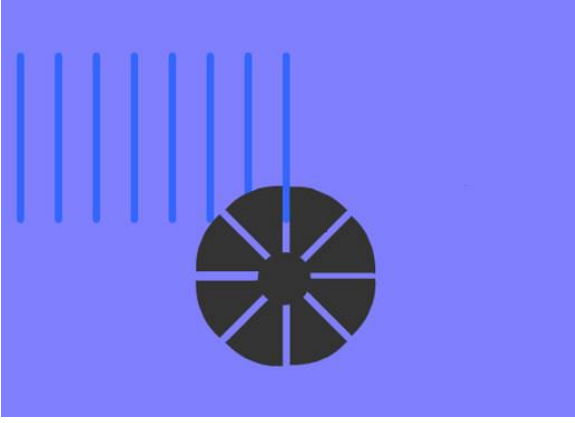
- a. Leğenin orta yerinde parmağınızı suya hafifçe dokundurarak dalga oluşturunuz? Ekran üzerindeki dalganın şekli nasıldır? Dalga her doğrultuda aynı hızla mı yayılıyor? Gördüğünüz şekli çiziniz.
- b. Plastik silindir çubuğu suyun içine koyarak, çubuğu ani olarak 1 cm kadar yuvarlayınız. Oluşan dalgaların şekli nasıldır? İlerleyen dalgalar doğrusallığını koruyor mu? Gördüğünüz şekli çiziniz.
- c. Plastik silindirin önüne tahtadan yapılmış düz engel koyunuz. Dalgalar engelle  $0^\circ$  gelme açısı yapacak şekilde gönderiniz. Dalgalar hangi yönde yansıyor? Çiziniz.
- d. Gelme açısını değiştirerek, yansıyan dalganın ilerleme yönünü inceleyiniz. Yansıyan dalgada doğrusal mı? Yansıma açılarını gelme açılarıyla karşılaştırınız. Nasıl bir sonuca varıyorsunuz? Gelen dalganın engelle yaptığı açının gelme açısına, yansıyan dalganın engelle yaptığı açının da yansıma açısına eşit olduğunu göz önüne alarak bu açılan ekran üzerinde çizerek karşılaştırınız.
- e. Düz engelin önünde (5-10 cm) bir noktaya parmağınızı dokundurunuz. Engelden yansıyan dalganın şekli nasıldır? Bu dalganın merkezi nerededir? Gelen ve yansıyan dalgaların merkezleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
- f. Dalga leğenine yansıtıcı olarak parabol şeklinde kıvrılmış plastik veya metal cisim yerleştiriniz. Çukur yüzüne doğrusal dalgalar göndererek, yansıyan dalgaları inceleyiniz. Yayılma doğrultusunu incelemek için, gelen dalganın küçük birkaç parçasını dikkatle izleyiniz. Yansıyan parçalar hangi yönlerde ilerliyorlar? Yansıyan dalgalar doğrusal mı, yoksa dairesel midir? Dalgalar nerede toplanıp, dağılırlar? Dalgaların toplandığı bu nokta, çukur aynada hangi noktaya karşılıktır? Dalgaların toplanıp dağıldıkları bu noktayı işaretleyiniz. İşaretlediğiniz noktada parmağınızı suya değdirerek, meydana getireceğiniz dairesel dalganın çukur yüzden yansıyan kısmını inceleyiniz. Bu defa yansıyan dalganın şekli nasıldır?
- g. Parabol şeklindeki engelin tümsek yüzüne doğrusal dalgalar göndererek, yansıyan dalgaları inceleyiniz. Dalgaları çukur yüze gönderdiğinizde yaptığımız yorumları tümsek yüz için de tekrarlayınız.

Şimdi de çukur engele değişik noktalardan dairesel dalgalar göndererek, yansıyan dalgaların toplanıp dağıldıkları noktaları tespit, ediniz, Çukur ayna önüne değişik uzaklıklara konulan cisimlerin verdiği görüntü özellikleri ile karşılaştırınız. Aynı işlemleri engelin tümsek yüzü için, tekrarlayın ve tümsek aynadaki görüntü özellikleriyle karşılaştırın.

Bu Deneyde bulduğumuz sonuçlar, ışığın hangi davranışlarına benzemektedir?

## B. Periyodik Dalgalar

Ddalga leğeni takımını kurunuz. Bunun için, dalga kaynağı askısını yerleştirerek, lastik halkalar yardımıyla motorlu dalga kaynağını askıya bağlayınız. Motoru, reosta ve güç kaynağına bağlayınız.



Şekil 7.2. Hareketli dalgaların stroboskopta duruyor görünmesi.



Şekil 7.3.

- Lambanın ve güç kaynağının fişini prize sokunuz. Reostanın sürgüsünü hareket ettirerek değişik frekanslarda dalgalar meydana getirmeyi sağlayınız. Uygun frekanstaki dalgalara 8 veya 12 yarıkli stroboskopta bakarak dalgaları "duruyor" görmeye çalışınız (Şekil 7.2.). Bunun için stroboskobun hızını yavaş yavaş artırınız. Dalgaları devamlı olarak duruyor görebilmek için stroboskobun o andaki hızını sabit tutabilmeniz gerekir. Bu durumu deneyerek öğrenmelisiniz.
- Küçük bir frekansta dalgalar meydana getiriniz. Bir arkadaşınız dalgalan duruyor olarak görürken, siz de stroboskobun 8-10 devir yapması için geçen zamanı ölçsün. Buradan dalgaların periyodunu bulunuz. Dalgaları duruyor görürken arkadaşınız da sizin yardımınızla iki kurşun kalemi, ekrandaki parlak çizgilerden ikisi üzerine koysun. Buradan da dalgaların dalga boyunu bulunuz.
- Dalgalan, ilk defa duruyor gördüğünüz durumundaki stroboskobun frekansını arttırarak ve azaltarak dalgalan tekrar duruyor görmeye çalışınız. Bu durumda; dalgaların dalga boyu, ilk defa duruyor gördüğünüz dalga boyuna eşit midir? Nedenini tartışınız.
- Yayıma hızının  $v = \lambda/T$  olduğunu biliyorsunuz. Periyot ve dalga boyundan, dalgaların hızını bulunuz. Bu hız, dalgaların ekran üzerindeki görüntülerinin hızı olduğuna göre, su dalgalarının gerçek hızını nasıl bulursunuz?

- e. Dalga leğenin ortasına Şekil 7.3.'te görüldüğü gibi yansıtıcı engeli koyunuz. Kaynaktan gelen dalgalarla engelden yansıyan dalgalar üst üste binerek "duran dalgalar" meydana gelir. Bu duran dalga deseninde art arda gelen iki parlak çizgi ile önce ölçtüğünüz dalga boyunu karşılaştırınız. Nasıl bir sonuca varıyorsunuz?
- f. Su derinliğini, 15 mm kadar yaparak düşük frekansta ( $5 \text{ s}^{-1}$  kadar) oluşturacağınız dalgaların hızını ölçünüz. Önceki ile aynı mı? Buna göre su dalgaları için farklı iki ortam nasıl olmalıdır? Dalgaların yayılma hızı, suyun derinliğine nasıl bağlıdır?

## DENEY 8

### DALGA LEĞENİ DENEYLERİ II

#### (Dalgalar ve Engeller – Dalgaların Kırılması)

##### 8.1. DENEYİN AMACI

Dalgaların bir engelin uçlarından veya dar bir aralıktan geçerken nasıl yayıldıklarını incelemek. Dalgaların bir ortamdan başka bir ortama geçişlerindeki kırılmayı incelemek.

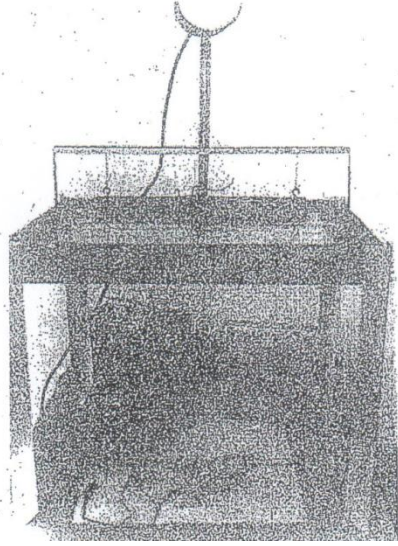
##### 8.2. ARAÇ VE GEREÇLER

1 adet dalga leğeni takımı, 1 adet yamuk biçimli küçük tahta engel, 2 adet yamuk biçimli tahta engel, 1 adet stroboskop, 1 adet cetvel, 1 adet cam levha, açıölçer, süreölçer.

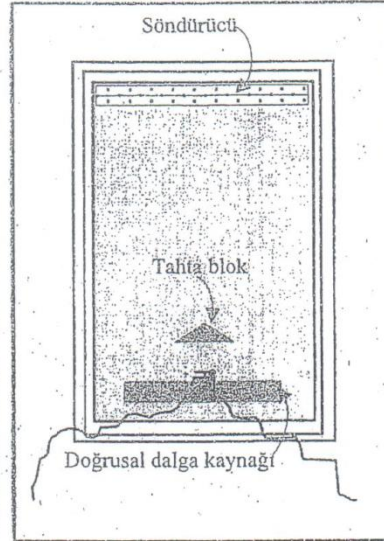
##### 8.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

**1. Bölüm:** Saydam olmayan bir cisim paralel bir ışık demetinin önüne koyduğumuzu, düşünelim. Arkadaki bir ekran üzerinde, cismin aynı büyüklükte bir gölgesi oluşur. Doğru şekilde yayılan dalgaların önüne bir engel koyduğumuz zaman, aynı olayın oluşmasını bekleyebiliriz. Ayrıca dar bir aralıktan geçen ışığın doğrultusunda sapmalar görülür. Işıktaki bu kırınım olayını, daha sonra çok yönlü inceleyeceğiz. Şimdi kırınımı su dalgalarında inceleyip, nelere bağlı olduğunu araştıracağız.

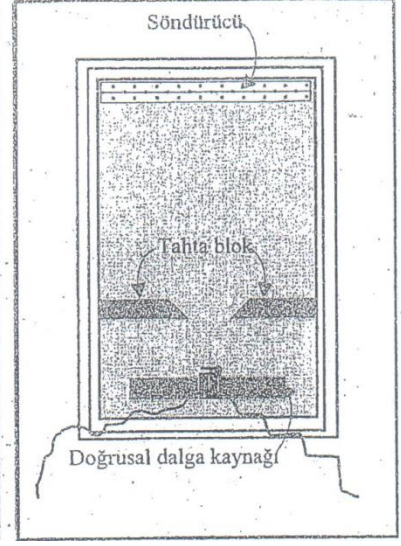
a. Dalga leğeninde, doğrusal dalga kaynağın 10 cm kadar önüne bir tahta engeli Şekil 8.2.'deki gibi koyunuz. Dalga boyu büyük dalgalar oluşturarak, bunların engelin kenarlarından geçtikten sonraki biçimlerini inceleyiniz. Dalgalar, yine doğrusal mı? Engelin, ekran üzerinde net bir gölgesi oluşuyor mu? Oluşan şekil, leğenin ucuna doğru nasıl bir biçim almaktadır?



Şekil 8.1.



Şekil 8.2.



Şekil 8.3.

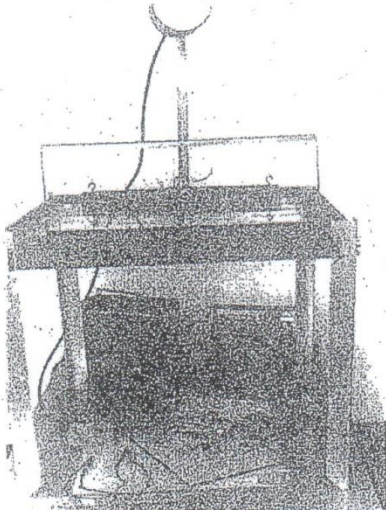
- b. Kaynağın frekansını artırarak yüksek frekanslı dalgalar oluşturunuz. Bunun için dalga kaynağının kenarları çok düzgün olmalı ve suya değdiği kısımlarda hava kabarcıkları bulunmamalıdır. Bu dalgalara bakarken stroboskobun bütün yarıklarını açık turunuz. Dalga boyu küçüldükçe, engelin arkasındaki dalga deseni nasıl değişiyor? Bu durumda engelin net bir gölgesinin hangi şartlarda oluşacağını beklersiniz?
- c. Küçük bir deliği, paralel bir ışık demeti ile aydınlattığınızı düşününüz. Arkadaki ekran üzerinde delikle, aynı büyüklükte ışıklı bir leke görülecektir. Dalga leğeninde de aynı olayı, inceleyebiliriz. Şekil 8.3.'de görüldüğü gibi, engelleri yerleştiriniz. Dalga boyu büyük dalgalar meydana getirerek, bunların yarıkları geçtikten sonraki biçimlerini inceleyiniz. Bunlar doğrusal mıdır? Yayılma doğrultuları nasıldır? Dalga boyunu gittikçe küçültünüz. Yarığı geçen dalgalarda nasıl bir değişme olmaktadır? Gördüğünüz biçimleri çizin.
- d. Şimdi de dalga boyunu orta büyüklükte sabit tutarak yarık genişliğini değiştiriniz. Dalga deseni nasıl değişiyor? Yarık genişliğinin, dalgaların kırınımına etkisi nasıldır?
- e. Bu incelemelerinize göre kırınım olayı nelere bağlıdır? Bu olayda, kırınımı ortadan, kaldırmak için neler yapabilirsiniz? Işığın ancak çok küçük yarıklardan geçerken kırınıma uğradığını biliyoruz. Buna göre ışığın dalga boyu hakkında ne söyleyebilirsiniz?

**2. Bölüm:** Dalgaların bir ortamdan diğerine geçerkenki hızları ve dalga boyları karşılaştırılacak. Kırılma indisi ölçülecek ve Snell bağıntısı araştırılacak. Dalgaların yayılma

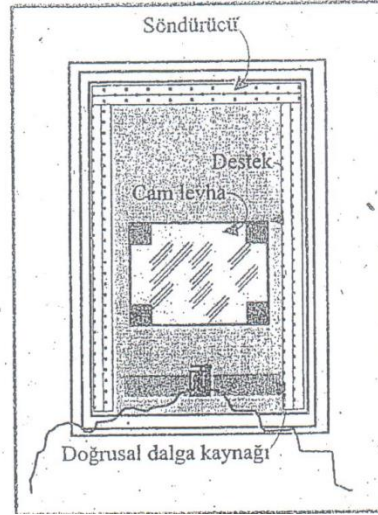


hızı suyun derinliğine bağlıdır. Buna göre farklı derinlikteki iki ortam, dalgalar için ayrı iki ortam olmaktadır. Bu durumda bir ortamdaki diğerine geçen dalgaların kırılmaya uğrayacağını düşünebiliriz.

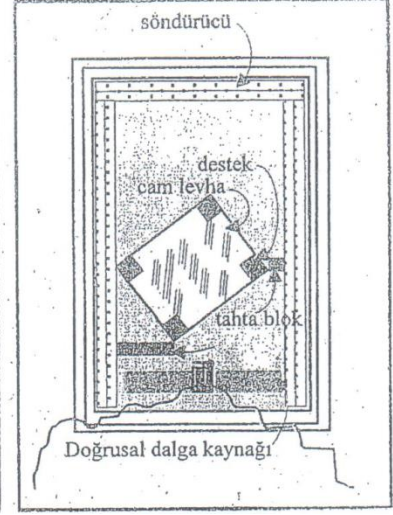
- a. Dalga leğeni, üst yüzü tabandan 15 mm kadar yukarıda olacak şekilde cam levhayı, destekler üzerine yerleştiriniz (Şekil 8.5.). Camın üzerinde 2 mm su olacak şekilde leğeni su ile doldurunuz. Camın üzerindeki suyun derinliği her yerde aynı olmalıdır.



Şekil 8.4.



Şekil 8.5.



Şekil 8.6.

- b. Doğrusal dalga kaynağı ile derin bölgede periyodik dalgalar meydana getiriniz. Bu dalgaların camın kenarına paralel olmasını sağlayınız. Kırılan dalgalar sığ suda (camın üstündeki suda) nasıl hareket etmektedir? Bu durumu, her iki ortamdaki dalgalara stroboskopa bakarak değerlendirin. Düşük frekansta dalgalarla çalışarak, stroboskop yardımıyla derin ve sığ ortamdaki dalgaların periyot, hız ve dalga boylarını karşılaştırınız.
- c. Şimdi de cam levhayı dalgalarla açı yapacak biçimde çeviriniz (Şekil 8.6.). Kırılan dalgaların biçimi nasıldır? Gelme ve kırılma açılarının sinüsleri ile gelen ve kırılan dalgaların, dalga boylarını ve hızlarını bulunuz. Bunların oranları arasında nasıl bir bağıntı buluyorsunuz?
- d. Dalga kaynağının frekansını bozmadan, kırılma olayını farklı gelme açıları için inceleyiniz. Açılar arasında, nasıl bir bağıntı buluyorsunuz?
- e. Işığın hangi ortamda daha hızlı olduğunu dikkate aldığımızda ışığın kırılmasını açıklamada dalga modeli, tanecik modeline göre daha mı uygundur?



## DENEY 9

### DALGA LEĞENİ DENEYLERİ III

#### (Girişim ve Faz)

#### 9.1. DENEYİN AMACI

Noktasal iki kaynak arasındaki faz farkının, girişim desenindeki düğüm çizgilerinin doğrultusunu nasıl etkilediğini görmek.

#### 9.2. ARAÇ VE GEREÇLER

1 adet dalga leğeni takımı, 1 adet alçak gerilim güç kaynağı, 1 adet faz farkı ayarlanabilen dalga üretici, 1 adet stroboskop, bağlantı kabloları

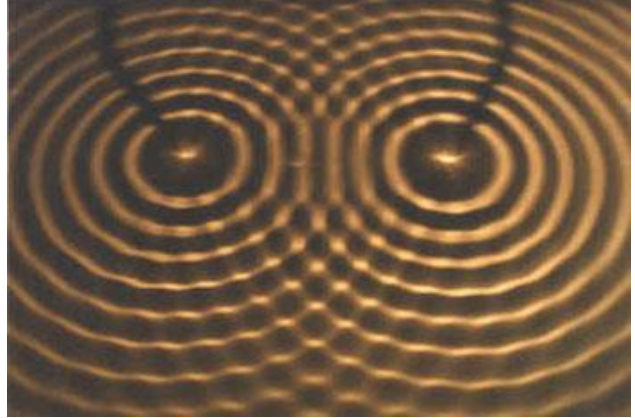
#### 9.3. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Kaynaklar, aynı anda suya batacak şekilde hareket ederlerse, aynı fazda çalışıyorlar demektir. Kaynaklardan biri diğerinden  $t$  kadar zaman geç dalga üretiyorsa, aralarında  $p = t / T$  kadar bir faz farkı olur.

Faz farkı ayarlanabilen dalga üreticinde, plâstik iki silindir, motor milinin iki tarafına dış merkezli olarak takılmıştır.

Plâstik parçalan tutturulan vidaların ikisi de

aynı anda üst tarafta olursa, kaynaklar aynı fazda çalışır. Vidaların biri üstte iken, diğeri altta ise, kaynaklar arasındaki faz farkı  $1/2$  olur. Vidaların durumları değiştirilerek, başka faz farkları da elde edilebilir.



Şekil 9.1.

- Vidaları ayarlayarak, kaynakları aynı fazda çalışacak duruma getiriniz. Motoru çalıştırarak, dalga desenini elde ediniz. Kaç düğüm çizgisi oluştu? Şimdi; faz farkını azar azar değiştirerek, düğüm çizgilerinin doğrultularının nasıl değiştiğini inceleyiniz. Bunlar hangi kaynağa doğru kaymaktadır?

- b. Faz farkını  $1/2$  yapınız. Birinci düğüm çizgisinin yeni konumu ne oldu (Şekil 9.1)? Desende şimdi kaç düğüm çizgisi görülmektedir? Faz farkını 0'dan 1'e kadar değiştirerek desendeki değişimleri inceleyiniz. Desenin biçimi ve düğüm çizgilerinin sayıları, nasıl değişmektedir?
- c. Kaynağı durdurmadan, faz farkını sürekli değiştirebilseydiniz, desende nasıl bir değişme beklerdiniz? Bu değişme, çok hızlı olursa, desende ne gibi değişiklikler olur?

## DENEY 10

### DALGA LEĞENİ DENEYLERİ IV

#### (Hareketli Bir Ortam İçinde Dalgalar)

##### 10.1. DENEYİN AMACI

Hareketli bir su ortamında (belli bir doğrultuda ve yönde akış halinde) dalgaların özellikle yayılması ve girişimi incelemek; ortamın hareketinin etkisini gözleyerek belirlemek.

##### 10.2. ÖNBİLGİLER VE DENEYİN YAPILIŞI

Bu deney iki bölümde yapılacaktır. Birinci bölümde tek nokta kaynaktan çıkan dairesel dalgaların yayılmasına ortamın hareketli oluşunun etkisi incelenecektir. İkinci bölümde aynı fazlı özdeş çift kaynak girişiminde; ortamın hareketli oluşunun etkisi iki özel durumu için incelenecektir.

**1. Bölüm:** Periyodik hareket eden bir tek nokta kaynaktan çıkan dairesel dalga deseni, akan su tarafından nasıl bozulmuştur? Ortam hareketsiz iken dalgaların frekans, periyot, dalga boyu ve dalgaların yayılma hızı ( $\vec{v}$ ) ölçülür. Sonra ayarlanan suyun akışı; leğene konulan kağıt parçacığının belirli bir uzaklığı gitme zamanı ölçülerek ( $\vec{u}$ ) belirlenir.

- Akıntı, aşağı ve yukarı ve de dik doğrultularda frekans, periyot, dalga boyu ve dalga hızı nasıldır?
- $\vec{u} \rightarrow \vec{v}$  yaklaşırken ( $\lambda_y/\lambda_A$ ) oranını ( $\vec{u}/\vec{v}$ )'ye göre inceleyerek grafiğini çiziniz.

**2. Bölüm:** Noktasal iki kaynaktan çıkan (özdeş ve aynı fazlı) dalgaların girişim deseninin suyun hareketinden etkilenmesi incelenecektir. Desen üzerinde yapılacak çalışma ile dalga boyu hesaplanacaktır.

- Suyun akış doğrultusunun kaynaktan orta dikmesi doğrultusunda (kaynaklar doğrultusuna dik) yani;  $\vec{u} \perp S_1S_2$  olması durumu için inceleyiniz.
- Suyun akış doğrultusunun kaynaklar doğrultusunda olması (kaynaklar doğrultusuna paralel)  $\vec{u} // S_1S_2$  olması durumu için inceleyiniz.
- a ve b'de elde edilen girişim desenleri üzerinde çizimle çalışarak kullanılan ( $\lambda$ ) dalga boyu hesabı yapınız.