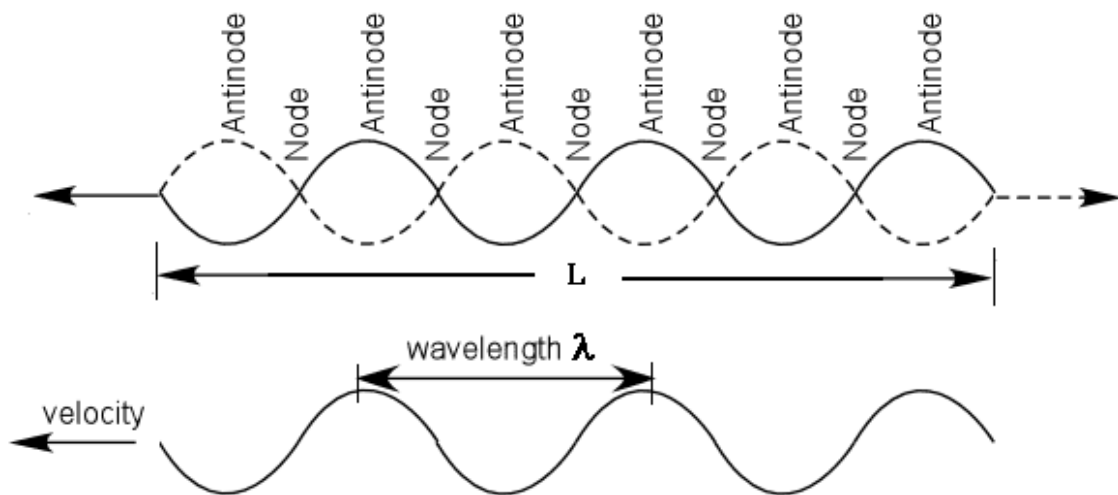


ทฤษฎี

ถ้าครึ่งปลายเชือกข้างหนึ่งไว้ คึงที่ปลายเชือกอีกข้างหนึ่งให้ตึงแล้วสะบัดจะเกิดคลื่นตามขวางเคลื่อนที่จากปลายด้านที่สะบัดไปยังจุดที่ตึงและขณะเดียวกันก็จะเกิดคลื่นสะท้อนกลับจากจุดตึงโดยที่คลื่นทั้งสองลูกมีความถี่ (frequency) แอมพลิจูด (amplitude) เท่ากัน แต่มีเฟสต่างกัน คลื่นทั้งสองลูกจะเกิดการซ้อนทับกัน ถ้าจัดความยาวและความตึงของเชือกให้พอเหมาะ คลื่นทั้งสองจะรวมกันแบบเสริมกันและเกิดเป็นคลื่นนิ่ง (standing wave) ขึ้น โดยจะเห็นเชือกสั่นเป็นส่วน ๆ ตำแหน่งที่เชือกไม่สั่นเรียกว่า บัพ (node) มีตำแหน่งคงที่บนเส้นเชือก ตำแหน่งที่เชือกสั่นแรงที่สุด เรียกว่า ปฏิบัพ (antinode) ระยะห่างระหว่างบัพหรือปฏิบัพที่อยู่ติดกัน จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น แสดงดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 แสดงคลื่นนิ่งในเส้นเชือกความยาว L และตำแหน่งของบัพและปฏิบัพ

จากรูปที่ 9.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของคลื่นนิ่ง ได้แก่

1. ตำแหน่งบัพ (Node , N) เป็นตำแหน่งที่อนุภาคตัวกลางมีการสั่นน้อยที่สุด
2. ตำแหน่งปฏิบัพ (Antinode , A) เป็นตำแหน่งที่อนุภาคตัวกลางมีการสั่นมากที่สุด เมื่อเทียบกับตำแหน่งอื่นๆ
3. ระยะห่างระหว่างตำแหน่งบัพถึงบัพที่อยู่ติดกันเท่ากับระยะห่างระหว่างตำแหน่งปฏิบัพถึงปฏิบัพที่อยู่ติดกันซึ่งมีค่าเท่ากับ  $\lambda/2$
4. เมื่อเกิดการสั่นของอนุภาคตัวกลางด้วยความถี่สูงจะเห็นรูปคลื่นนิ่งเป็นบ่วง (loop) ซึ่งระยะ 1 บ่วง (loop) =  $\lambda/2$

ถ้าให้ v แทน อัตราเร็วของคลื่น มีหน่วยเป็น m/s

T แทน แรงตึงในเส้นเชือก มีหน่วยเป็น N (มีค่าเท่ากับมวลที่แขวน)  
 $\mu$  แทน ค่าความหนาแน่นเชิงเส้นของเส้นเชือก มีหน่วยเป็น kg/m  
 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทั้งสาม จะเป็นไปตามสมการ

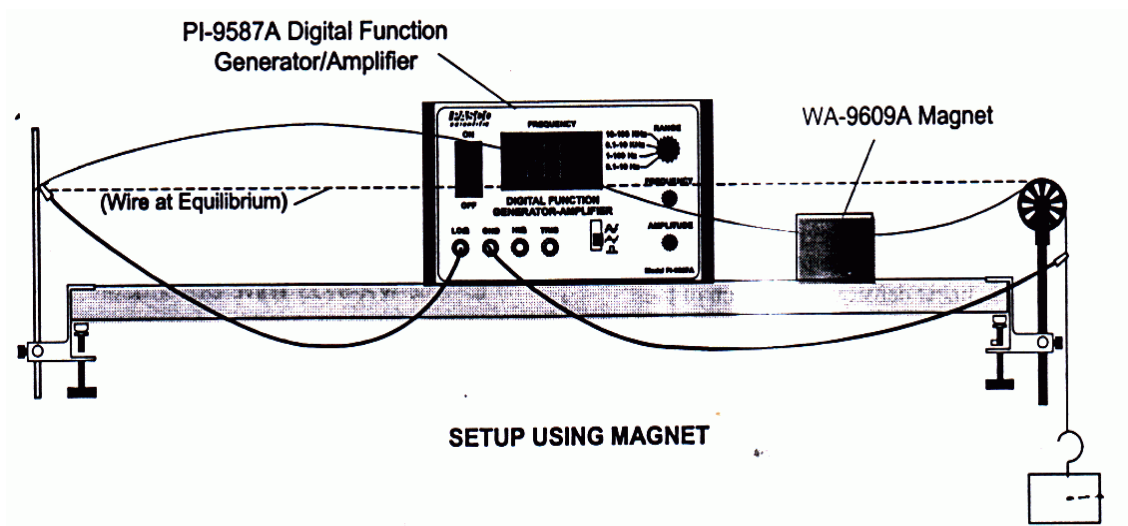
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (9.1)$$

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือก
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคลื่นกับความตึงของเส้นลวด
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นเชิงเส้นจากการทดลองกับค่าความหนาแน่นเชิงเส้นมาตรฐานเท่ากับ  $3.16 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$

### อุปกรณ์การทดลอง

- |   |   |         |
|---|---|---------|
| 1. รอกและอุปกรณ์ยึดเครื่องมือกับโต๊ะ        | 1 | ชุด     |
| 2. เครื่องกำเนิดความถี่ PI-9587A            | 1 | เครื่อง |
| 3. เส้นลวดหุ้มฉนวนสีเหลือง                  | 1 | เส้น    |
| 4. มวลที่ใช้สำหรับแขวน และตะขอสำหรับแขวนมวล | 1 | ชุด     |
| 5. แท่งแม่เหล็ก WA-9609A                    | 1 | แท่ง    |
| 6. ตลับเมตร                                 | 1 | อัน     |



รูปที่ 9.2 การติดตั้งชุดทดลองคลื่นนิ่งในเส้นเชือก

## วิธีทดลอง

1. ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองดังรูปที่ 9.2 โดยใช้ปลายเส้นลวดหุ้มฉนวนสีเหลืองที่มีความหนาแน่นเชิงเส้น  $3.16 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$  ผูกเข้ากับเสายึดที่ขอบโต๊ะ (จุดตรึง) และอีกปลายด้านหนึ่งคล้องผ่านรอกและใช้มวลแขวนคล้องถ่วงไว้ (ผลรวมของมวลที่แขวนรวมกับตะขอมีค่าเท่ากับ 200 กรัม)
2. วัดความยาว (L) ของเส้นลวดสีเหลือง 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยวัดจากจุดตรึงไปยังจุดกึ่งกลางรอกและบันทึกค่าความยาวเฉลี่ย
3. นำแท่งแม่เหล็ก WA-9609A ไปวางโดยให้เส้นลวดหุ้มฉนวนสีเหลืองอยู่ระหว่างกึ่งกลางในช่องว่างของแท่งแม่เหล็ก
4. เปิดเครื่องกำเนิดความถี่ PI-9587A ขยับให้ตำแหน่งของแท่งแม่เหล็กอยู่ตรงตำแหน่งปฏิบัติ และปรับหมุนความถี่ของเครื่องกำเนิดความถี่อย่างช้าๆ จนกระทั่งสังเกตเห็นการสั่นของเส้นลวดเกิดเป็นคลื่นนิ่งชัดเจนที่สุดจำนวน 5 บ่วง บันทึกค่าความถี่ (f) ที่ปรับได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. ทำการทดลองซ้ำเช่นเดิม แต่เปลี่ยนค่าผลรวมมวลกับตะขอมวลเป็น 300, 400 , 500 , 600 และ 700 กรัม
6. คำนวณค่าความยาวคลื่น  $\lambda$  ได้จาก  $\lambda = 2L/n$  และคำนวณค่าความเร็วของคลื่นนิ่ง  $v$  จากสมการ  $v = f\lambda$  บันทึกค่าที่ได้ในตารางบันทึกผลการทดลอง
7. คำนวณหาแรงตึงในเส้นลวด T จากสมการ  $T = mg$
8. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคลื่นกับความตึงของเส้นลวด โดยเขียนกราฟระหว่าง  $v$  กับ  $\sqrt{T}$  ในกระดาษกราฟธรรมดา
9. หาค่าความชันจากกราฟ เทียบกับสมการเชิงเส้นคือสมการที่ (9.1) เพื่อหาค่า  $\mu$
10. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่า  $\mu$  ที่ทดลองได้กับค่ามาตรฐาน ( $3.16 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$ )

## ผลการทดลอง

ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

จำนวนบ่วง  $n = \dots\dots\dots$

มวล (kg)	$L_{\text{เฉลี่ย}}$ (m)	f (Hz)	$\lambda$ (m)	v (m/s)	T (N)
0.2					
0.3					
0.4					

0.5					
0.6					
0.7					

**วิเคราะห์ข้อมูล** (คำนวณหา  $\mu$  จากกราฟและหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน)

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b> 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

