



โครงการคณิตศาสตร์  
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส<sup>†</sup>  
ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุด  
ไฟกัสของพาราโบลา

จัดทำโดย

กัณฑ์อเนก

เตชะเกียรตินันท์

จรุณวิทย์

แซ่ตัง

เศรษฐีศรุต

กตคุณเพศាល

หลักสูตรส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ (Gifted Maths)

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

กรกฎาคม 2568





## โครงการคณิตศาสตร์

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส<sup>จุดไฟกัส</sup>  
ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุด  
ไฟกัสของพาราโบลา

จัดทำโดย

กัณฑ์อเนก

เตชะเกียรตินันท์

จรุบวิทย์

แซ่ตัง

เศรษฐีศรุต

กตคุณเพศาล

หลักสูตรส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ (Gifted Maths)

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

กรกฎาคม 2568

ชื่อโครงงาน ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

ผู้จัดทำ	นายกัณฑ์อเนก	เตชะเกียรตินันท์
	นายจรุญวิทย์	แซ่ตั้ง
	นายเศรษฐีศรุต	กตคุณไพศาล
ที่ปรึกษา	นางสาวอังคณา	พลศักดิ์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย		

---

## บทคัดย่อ

โครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา คณะผู้จัดทำมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถความสัมพันธ์ระหว่างความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงบนระบบพิกัดฉาก และระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัสของพาราโบลา โดยกำหนดให้แหล่งกำเนิดเสียงต้องอยู่ภายใต้พาราโบลาหมายที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิด และมีการสูญเสียพลังงานเมื่อเกิดการสะท้อนบนพื้นผิวพาราโบลาเพียงเท่านั้น และเมื่อทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ จะได้สมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\beta = 10 \log \left\{ \left[ \left( \frac{P(1-\alpha)}{4\pi [0.35 + |0.1 - y| + ((4c-1)0.25)]^2} \right) + \left( \frac{P}{4\pi [x^2 + (y-c)^2]} \right) \right] \times 10^{12} \right\}$$

เมื่อ  $\beta$  แทนระดับความเข้มเสียง (dB)

$P$  แทนกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง (W)

$y$  แทนพิกัดในแนวแกน  $Y$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$x$  แทนพิกัดในแนวแกน  $X$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$\alpha$  แทนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

และ  $c$  แทนความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

**Project Title:** The Relationship Between the Sound Intensity Level at the Focus, the Position of the Sound Source and the Distance from the Vertex to the Focus of a Parabola

**Project Members** Mr. Kananake Techakeattinun  
 Mr. Charunwit Sae-tang  
 Mr. Sethsarut Katakhunpaisarn

**Project Advisor** Miss Angkana Palasak

**Grade 12 Suankularb Wittayalai School**

---

## Abstract

The Relationship Between the Sound Intensity Level at the Focus, the Position of the Sound Source, and the Distance from the Vertex to the Focus of a Parabola

The objective of this project is to study and derive an equation that describes the relationship between the distance from the vertex to the focus of a parabola, the position of the sound source on a Cartesian plane, and the sound intensity level at the focus of the parabola.

The study assumes that the sound source is located within an upward-facing parabola whose vertex is at the origin, and that energy loss occurs only due to reflection on the surface of the parabola. After conducting the study to determine this relationship, the following equation was obtained

$$\beta = 10 \log \left\{ \left[ \frac{P(1-\alpha)}{4\pi [0.35 + |0.1 - y| + ((4c-1)0.25)]^2} \right] + \left( \frac{P}{4\pi [x^2 + (y-c)^2]} \right) \right\} \times 10^{12}$$

Let  $\beta$  be the sound intensity level at the focus ( $dB$ ),

$P$  be the power of the sound source ( $W$ ),

$y$  be the y-coordinate of the sound source,

$x$  be the x-coordinate of the sound source,

$\alpha$  be the sound absorption coefficient,

And  $c$  be the distance from the vertex to the focus of the parabola.

## กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา ประจำปีการศึกษา 2567 โดยโครงการคณิตศาสตร์นี้จัดทำขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะในด้านคณิตศาสตร์ และการทำโครงการคณิตศาสตร์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากคุณครูอังคณา พลศักดิ์ ครูที่ปรึกษาโครงการ กราบขอบพระคุณคุณครูในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง 3 (ค32211) ทุกท่านที่ให้คำแนะนำตลอดจนให้คำปรึกษาคณะผู้จัดทำ จนทำให้โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และหวังว่าจะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจต่อไป

นายกัมธรรมเอก	เตชะเกียรตินันท์
นายจรุญวิทย์	แซ่ตัง
นายเศรษฐ์ศรุต	กตคุณไพบูล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	๑
Abstract	๒
กิตติกรรมประกาศ	๓
สารบัญ	๔
สารบัญภาพ	๕
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	๑
วัตถุประสงค์	๑
ขอบเขตโครงการ	๑
ประโยชน์ของโครงการ	๑
นิยามศัพท์เฉพาะ	๒
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
พาราโบลา	๓
คลื่นเสียง	๓
ความเข้มเสียง	๔
การสะท้อน	๔
ระดับความเข้มเสียง	๕
ลำดับเลขณิต	๕
ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง	๖
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	๗
บทที่ 4 ผลการศึกษา	๘
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	๑๗
เอกสารอ้างอิง	๑๙
ภาคผนวก	๒๐

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 4.1 แสดงการจำลองดังหัวข้อ 4.1.1 , 4.1.2 และ 4.1.4	9
ภาพที่ 4.2 แสดงระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดฟอกสของพาราโบลาโดยตรง	14

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

พาราโบลา เป็นหนึ่งในบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย และมีความเป็นไปได้ในการนำไปต่อยอดในระดับที่สูงขึ้น อีกทั้งพาราโบลาอย่างถูกนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยจะพบอยู่ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ที่มักจะมีลักษณะเป็นพาราโบลา คือจานดาวเทียม ที่เกิดจากการนำสมบัติการสะท้อนของรูปทรงพาราโบลามาประยุกต์ใช้ ขณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สมบัตินี้ในรูปแบบอื่น ๆ จึงคิดค้นโครงการนี้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา ที่นำสมบัติการสะท้อนของพาราโบลามาใช้กับคลื่นเสียง

#### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงบนระนาบพิกัดฉากร และระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัสของพาราโบลา

#### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 กำหนดให้แหล่งกำเนิดเสียงอยู่ภายในพาราโบลา และพาราโบลาเป็นพาราโบลาหางายที่มีจุดกำเนิดอยู่ที่พิกัด  $(0,0)$

1.3.2 กำหนดให้มีการสูญเสียพลังงานของเสียงเมื่อก่อการสะท้อนบนพื้นผิวเพียงเท่านั้น

#### 1.4 ประโยชน์ของโครงการ

1.4.1 ทราบถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เช่น พาราโบลา ลำดับเลขคณิต ระยะห่าง-ระหว่างจุด เป็นต้น

## 1.5 นิยามคัพท์เฉพาะ

1.5.1  $I_0$  หมายถึง ความเข้มเสียงต่ำที่สุดที่มนุษย์จะรู้สึกถึงเสียงได้ มีค่า  $10^{-12} \text{ W/m}^2$

1.5.2  $\beta$  หมายถึง ระดับความเข้มเสียงในหน่วย เดซิเบล ( $dB$ )

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาโครงการงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา คณะผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 พาราโบลา
- 2.2 คลื่นเสียง
- 2.3 ความเข้มเสียง
- 2.4 การสะท้อน
- 2.5 ระดับความเข้มเสียง
- 2.6 ลำดับเลขคณิต
- 2.7 สัมประสิทธิ์การคูดซับเสียง

#### 2.1 พาราโบลา

2.1.1 พาราโบลา เป็นรูปทรงเรขาคณิตแบบหนึ่งที่เป็นส่วนหนึ่งของกรวย สามารถนิยามได้ว่า เป็นเซตของจุดในระบบที่อยู่ห่างจากจุดที่เรียกว่า “โฟกัส” (Focus) และเส้นตรงที่เรียกว่า “ไดเรกทริกซ์” (Directrix) เป็นระยะทางเท่ากัน สมการทั่วไปของพาราโบลาในระบบพิกัดคาร์ที-เชียนคือ  $y = ax^2 + bx + c$  หรือในกรณีทั่วไปอีกแบบคือ  $(x - h)^2 = 4c(y - k)$  ซึ่ง  $(h, k)$  เป็นจุดยอด (vertex) ของพาราโบลา และ  $c$  เป็นระยะทางจากจุดยอดไปยังโฟกัส

##### 2.1.2 องค์ประกอบของพาราโบลา

1) จุดยอด (Vertex) จุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดของพาราโบลา ขึ้นอยู่กับว่าพาราโบลานั้น เปิดขึ้นหรือลง

2) โฟกัส (Focus): จุดที่อยู่ภายนอกพาราโบลาและอยู่บนแกนสมมาตร ซึ่งทุกจุดบนพาราโบลาก็จะอยู่ห่างจากจุดนี้และเส้นไดเรกทริกซ์เท่ากัน

3) ไดเรกทริกซ์ (Directrix): เส้นตรงที่ไม่สัมผัสนับพาราโบลา ซึ่งทุกจุดบนพาราโบลาก็จะอยู่ห่างจากเส้นนี้และโฟกัสเท่ากัน

4) แกนสมมาตร (Axis of Symmetry): เส้นตรงที่แบ่งพาราโบลาออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน และผ่านจุดยอดและโฟกัส

5) จุดตัดแกน (Intercepts): จุดที่พาราโบลาตัดแกน X และแกน Y

## 2.2 คลื่นเสียง

2.2.1 คลื่นเสียง (Sound Waves) เป็นการสั่นสะเทือนที่เดินทางผ่านตัวกลาง (เช่น อากาศ น้ำ หรือของแข็ง) และสามารถได้ยินได้เมื่อถึงหูมนุษย์ คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว (Longitudinal Waves) ซึ่งหมายความว่าอนุภาคของตัวกลางสั่นไปมาในทิศทางเดียวกับการเดินทางของคลื่น

### 2.2.2 องค์ประกอบของคลื่นเสียง

1) ความถี่ (Frequency): จำนวนรอบของการสั่นที่เกิดขึ้นในหนึ่งวินาที มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz) ความถี่จะกำหนดเสียงสูงหรือต่ำ

2) ความยาวคลื่น (Wavelength): ระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่อยู่ในเฟสเดียวกัน เช่น ระยะทางระหว่างการอัดสองครั้งหรือการขยายสองครั้ง มีหน่วยเป็นเมตร

3) แอมเพลจูด (Amplitude): ขนาดของการสั่นสะเทือน ซึ่งเป็นตัวกำหนดความดังของเสียง

4) ความเร็วของเสียง (Speed of Sound): ความเร็วที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลาง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง เช่น ความหนาแน่นและอุณหภูมิ ในอากาศที่มีอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ความเร็วของเสียงประมาณ 343 เมตรต่อวินาที (m/s)

## 2.3 ความเข้มเสียง

ความเข้มเสียง ( $I$ ) หมายถึงพลังงานของเสียงที่เดินทางผ่านพื้นที่หน่วยหนึ่งในหนึ่งหน่วยเวลา หรือสามารถกล่าวได้ว่าเป็นปริมาณพลังงานเสียงที่กระจายออกไปในทิศทางเฉพาะเจาะจงต่อหนึ่ง หน่วยพื้นที่ หน่วยของความเข้มเสียงในระบบ SI คือ วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W/m}^2$ )

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

## 2.4 การสะท้อน

2.4.1 การสะท้อน คือการเปลี่ยนแปลงทิศทางของหน้าคลื่นที่รอยต่อของตัวกลางสองชนิดและ ทำให้หน้าคลื่นหันกลับไปยังฝั่งของตัวกลางชนิดแรก โดยอยู่ภายใต้ กฎการสะท้อน ที่กล่าวว่า ที่ พื้นผิวใด ๆ มุมตัดกระทะ จะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน ณ จุดที่เกิดการสะท้อนนั้น

### 2.4.2 ผลของการสะท้อนของคลื่นเสียง

1) ความถี่ของคลื่นเสียงที่หักมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นตัดกระทะ

2) อัตราเร็ว และความยาวคลื่นของคลื่นเสียงที่หักมีค่าเท่ากับคลื่นตัดกระทะ

3) หากการสะท้อนไม่สูญเสียพลังงาน แอมเพลจูดของคลื่นเสียงที่หักมีค่าเท่ากับคลื่นตัดกระทะ

#### 2.4.3 สมบัติการสะท้อนของเสียง

- 1) การสะท้อนของเสียงจะเกิดขึ้นได้มีอัตราสหัส率มากกว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่น
- 2) สำหรับมนุษย์สามารถรับเสียงสะท้อนได้ก็ต่อเมื่อเวลาที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดเสียง กับเวลาที่เสียงสะท้อนกลับมาอย่างแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังต่างกันอย่างน้อย  $1/10$  วินาที หรือคิดเป็น ระยะทางประมาณ 17 เมตร

### 2.5 ระดับความเข้มเสียง

ระดับความเข้มเสียง ( $\beta$ ) คือ ปริมาณที่จะบอกความดังของเสียงที่ได้ยิน หน่วยคือ เดซิเบล (dB)

$$\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

### 2.6 ลำดับเลขคณิต

ลำดับเลขคณิต (Arithmetic Sequence) คือ ลำดับของตัวเลขที่ผลต่างซึ่งได้จากพจน์สองพจน์ ที่อยู่ติดกัน มีค่าคงตัวเป็นค่าเดียวกัน โดยเราเรียกค่าคงตัวนั้นว่า ผลต่างร่วม (Common Difference) เขียนแทนด้วย  $d$  โดยมีพจน์ทั่วไปเป็น

$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

เมื่อ  $a_n$  แทนพจน์ลำดับที่  $n$

$a_1$  แทนพจน์ลำดับที่ 1

$n$  แทนจำนวนพจน์ในลำดับนั้นทั้งหมด

และ  $d$  แทนผลต่างร่วม

## 2.7 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

เมื่อเสียงตกกระทบวัสดุ จะมีบางส่วนสะท้อนกลับมา และบางส่วนถูกดูดซับเสียงไปในเนื้อวัสดุ หากมีวัสดุในอุดมคติที่สามารถดูดซับเสียงได้ 100% เมื่อเสียงตกกระทบแล้วไม่สะท้อนกลับมา ค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงของวัสดุดังกล่าวจะมีค่าเท่ากับ 1.00 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงนั้น จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ประเภทของวัสดุดูดซับเสียง ความหนาแน่น และความหนา

$$\alpha = \frac{I_a}{I}$$

เมื่อ  $\alpha$  แทนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

$I_a$  แทนความเข้มเสียงที่ถูกพื้นผิวดูดซับ

$I_i$  แทนความเข้มเสียงที่ตกกระทบพื้นผิว

$$\text{จะได้ว่า} \quad 1 - \alpha = \frac{I_e}{I}$$

เมื่อ  $I_e$  คือ ความเข้มเสียงที่หลงเหลือจากการดูดซับ

$$\text{ดังนั้น} \quad I_e = I(1 - \alpha)$$

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาโครงการนักคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงบนระนาบพิกัดฉาก และระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัสของพาราโบลา โดยมี ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- 3.1.1 โปรแกรม Geogebra คือ โปรแกรมที่เกี่ยวกับความรู้และองค์ประกอบต่างๆ เชิงคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ กราฟ ฯลฯ
- 3.1.2 โปรแกรมเดสมอส คือ เครื่องคิดเลขกราฟขั้นสูงในรูปของโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกเขียนด้วย TypeScript JavaScript และ Desmos. ประเภท เครื่องคิดเลขกราฟออนไลน์

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 3.2.1 จำลองตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง บนระนาบพิกัดฉากในโปรแกรม Geogebra
- 3.2.2 กำหนดสมการพาราโบลา และจำลองลงในโปรแกรม Geogebra
- 3.2.3 หาจุดไฟกัสของพาราโบลา
- 3.2.4 ใช้สมบัติการสะท้อนของพาราโบลา จำลองลักษณะการเดินทางของคลื่นเสียง
- 3.2.5 หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะที่หันไปที่จุดไฟกัสของพาราโบลา กับความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา
- 3.2.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง กับระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะที่หันไปที่จุดไฟกัสของพาราโบลา
- 3.2.7 หาสูตรการหาความเข้มเสียงบนจุดไฟกัสของพาราโบลา
- 3.2.8 หาสูตรการหาระดับความเข้มเสียงบนจุดไฟกัสของพาราโบลา
- 3.2.9 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการศึกษาโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงบนระนาบพิกัดฉาก และระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัสของพาราโบลา มีผลการศึกษา ดังนี้

#### 4.1 จำลองตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง , พาราโบลา และลักษณะการเดินทางของคลื่นเสียงลงบนโปรแกรม Geogebra

4.1.1 กำหนดตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงที่พิกัดใด ๆ บนระนาบพิกัดฉาก โดยกำหนดให้เป็นจุด  $A_1(-0.1, 0.1)$

4.1.2 กำหนดสมการพาราโบลา  $p_1$  โดยกำหนดให้เป็นสมการ  $x^2 = y$

4.1.3 หาจุดโฟกัสของพาราโบลา จากสมการพาราโบลา  $x^2 = y$

1) จากรูปของพาราโบลาที่ว่า พาราโบลา คือ เขตของจุดทุกจุดบนระนาบ ซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่ง (จุดโฟกัส) และอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง (เส้นไดเรกต์rix) เป็นระยะทางเท่ากันเสมอ นั่นก็คือ พิกัดของจุดโฟกัสของพาราโบลาจะเท่ากับ  $(0, c)$  เมื่อสมการพาราโบลอูในรูป

$$x^2 = 4cy$$

2) จัดรูปสมการพาราโบลา  $x^2 = y$  ให้อยู่ในรูป  $x^2 = 4cy$  จะได้

$$x^2 = y$$

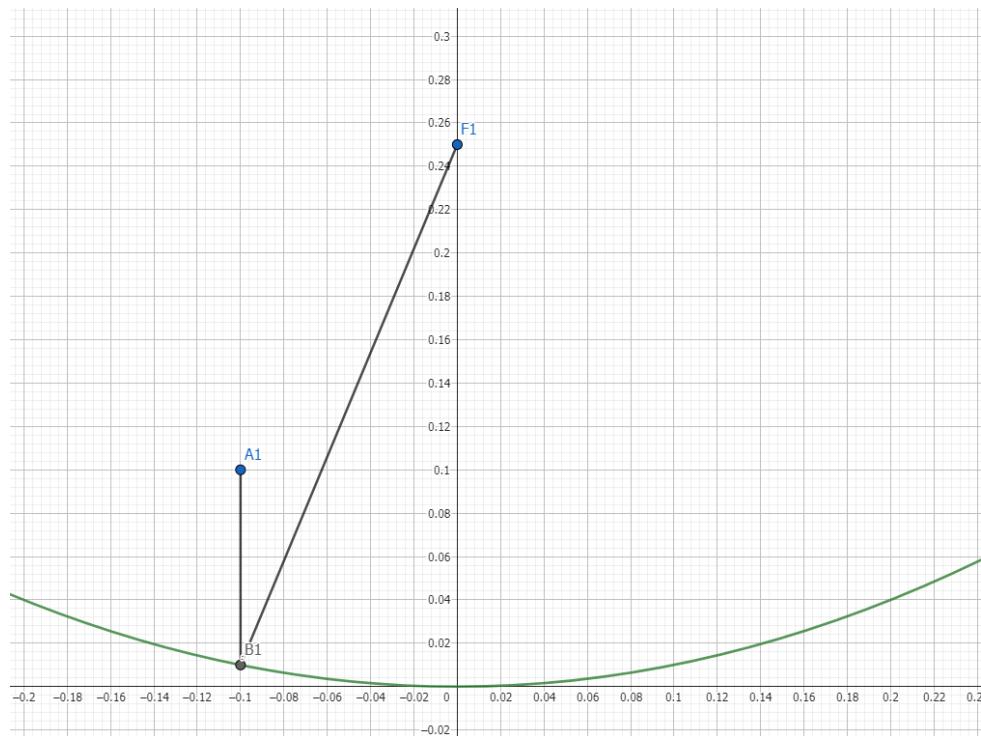
$$x^2 = \frac{4}{4} \times y$$

$$x^2 = 4\left(\frac{1}{4}\right)y$$

3) สรุปได้ว่า  $c$  ของพาราโบลานี้คือ  $\frac{1}{4}$  ทำให้จุดโฟกัสมีพิกัดเป็น  $F_1(0, \frac{1}{4})$

4.1.4 จำลองจุดโฟกัส และลักษณะการเดินทางของคลื่นเสียง ลงในโปรแกรม Geogebra โดยใช้สมบัติการสะท้อนของพาราโบลา สะท้อนไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา

4.1.5 จำลอง 4.1.1 และ 4.1.2 ลงในโปรแกรม Geogebra ดังรูป



ภาพที่ 4.1 แสดงการจำลองดังหัวข้อ 4.1.1 , 4.1.2 และ 4.1.4

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และสะท้อนไปที่จุดโฟกัสของพาราโบลา กับความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา

4.2.1 หาพิกัด  $B_1$  เมื่อ  $B_1$  คือจุดที่คลื่นเสียงตกรอบพาราโบลาโดย  $A_1$  มีพิกัดเป็น  $A_1(-0.1, 0.1)$  เมื่อกำหนดให้แหล่งกำเนิดเสียงปล่อยคลื่นเสียงเป็นแนวนานกับแกนสมมาตรของพาราโบลา และ  $B_1$  คือจุดที่คลื่นเสียงตกรอบพาราโบลา ทำให้  $B_1$  มีพิกัดในแนวแกน  $X$  เท่ากับ  $A_1$  นั่นคือ  $B_1(-0.1, y)$  และเมื่อ  $B_1$  เป็นจุดตัดของพาราโบลาที่มีสมการ  $x^2 = y$  และ  $\overline{A_1B_1}$  ที่มีพิกัดในแนวแกน  $X$  เท่ากับ  $-0.1$  เมื่อนำลงไปแทนค่าในสมการ  $x^2 = y$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned}x^2 &= y \\(-0.1)^2 &= y \\y &= 0.01\end{aligned}$$

ดังนั้น  $B_1$  จะมีพิกัดเป็น  $B_1(-0.1, 0.01)$

#### 4.2.2 หาความยาว $\overline{A_1B_1}$

จากสูตรการหาระยะห่างระหว่างจุด  $PQ = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

จะได้

$$|A_1B_1| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$|A_1B_1| = \sqrt{[(-0.1) - (-0.1)]^2 + (0.1 - 0.01)^2}$$

$$|A_1B_1| = \sqrt{[0]^2 + (0.09)^2}$$

$$|A_1B_1| = \sqrt{(0.09)^2}$$

$$|A_1B_1| = 0.09$$

#### 4.2.3 หาความยาว $\overline{B_1F_1}$ โดย $B_1$ และ $F_1$ มีพิกัดเป็น $B_1(-0.1, 0.01)$ และ $F_1(0, \frac{1}{4})$ หรือ $F_1(0, 0.25)$

$F_1(0, 0.25)$

จากสูตรการหาระยะห่างระหว่างจุด  $PQ = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

จะได้

$$|B_1F_1| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$|B_1F_1| = \sqrt{[(-0.1) - 0]^2 + (0.01 - 0.25)^2}$$

$$|B_1F_1| = \sqrt{(-0.1)^2 + (-0.24)^2}$$

$$|B_1F_1| = \sqrt{0.01 + 0.0576}$$

$$|B_1F_1| = 0.26$$

#### 4.2.4 ให้ $R_1$ แทนระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และสะท้อนไป

ที่จุดโพกสของพาราโบลา

จะได้

$$R_1 = |A_1B_1| + |B_1F_1|$$

$$R_1 = 0.09 + 0.26$$

$$R_1 = 0.35$$

4.2.5 กำหนดสมการพาราโบลาใหม่ แทนด้วย  $p_2$  และ  $p_3$  เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะที่หันไปที่จุดโฟกัสของพาราโบลา กับความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา โดยกำหนดให้  $p_2$  แทนสมการ  $x^2 = 2y$  และ  $p_3$  แทนสมการ  $x^2 = 3y$

4.2.6 ทำข้อต่อข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.5 ด้วยสมการ  $p_2$  และ  $p_3$

จะได้

$$R_2 = 0.6$$

และ

$$R_3 = 0.85$$

พบว่า  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  ต่างกันอยู่ครึ่งละ 0.25

4.2.7 หาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะที่หันไปที่จุดโฟกัสของพาราโบลา กับความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา โดยจัดรูป  $p_2$  และ  $p_3$  ให้อยู่ในรูป  $x^2 = 4cy$  จะได้

$p_2$ ;

$$x^2 = 2y$$

$$x^2 = 2 \times y$$

$$x^2 = \frac{8}{4} \times y$$

$$x^2 = 4\left(\frac{2}{4}\right)y$$

$$x^2 = 4\left(\frac{1}{2}\right)y$$

ดังนั้น

$$c_2 = \frac{1}{2}$$

และ

$$4c_2 = 2$$

$p_3$ ;

$$x^2 = 3y$$

$$x^2 = 3 \times y$$

$$x^2 = \frac{12}{4} \times y$$

$$x^2 = 4\left(\frac{3}{4}\right)y$$

ดังนั้น

$$c_3 = \frac{3}{4}$$

และ

$$4c_3 = 3$$

เมื่อเทียบกับ  $p_1$  ที่มีสมการ

$$x^2 = 4\left(\frac{1}{4}\right)y$$

และ

$$4c_1 = 1$$

พบว่า  $4c_1$ ,  $4c_2$  และ  $4c_3$  ต่างกันอยู่ครึ่งละ 1 และเมื่อนำมารวมกับข้อสรุปในข้อ 4.2.6 ที่ว่า  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  ต่างกันอยู่ครึ่งละ 0.25 จึงสามารถเขียนความสัมพันธ์ในรูปลำดับเลขคณิตได้ว่า

จาก

$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

เมื่อ

$$a_n \text{ แทน พจน์ลำดับที่ } n$$

$$a_1 \text{ แทน พจน์ลำดับที่ } 1$$

$$n \text{ แทน จำนวนพจน์ในลำดับนั้นทั้งหมด}$$

และ

$$d \text{ แทน ผลต่างร่วม}$$

จะได้ว่า

$$R_n = R_1 + (n-1)d$$

$$R_n = 0.35 + (4c-1)0.25$$

4.2.8 หาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง กับระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะที่เสียงเดินทางจากแนวพาราโบลา ตามที่กำหนดในรูปที่ 4.2.4 ;  $p_1$  ที่มีสมการเป็น  $x^2 = y$  และมี  $R_1 = 0.35$  เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง จะทำให้  $R$  เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยหากความสัมพันธ์ได้ดังนี้

- 1) กรณีที่ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง เปลี่ยนแปลงแค่พิกัดในแนวแกน  $X$  ให้  $A_2$  แทนแหล่งกำเนิดเสียงจุดที่ 2 และ  $A_3$  แทนแหล่งกำเนิดเสียงจุดที่ 3 สมมุติให้  $A_2$  มีพิกัด  $A_2(-0.2, 0.1)$  ที่อยู่ในสมการพาราโบลา  $p_1$  นั่นคือ  $x^2 = y$

และ  $A_3$  มีพิกัด  $A_3(-0.3, 0.1)$  และอยู่ในสมการพาราโบลา  $p_1$  เช่นเดียวกัน

ทำซ้ำดังข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.5 ด้วยจุด  $A_2$  และ  $A_3$  จะได้

$$R_2 = 0.35$$

และ  $R_3 = 0.35$

จากการพิจารณาจะได้ว่า การเปลี่ยนแปลงพิกัดของเหลล่ำกำเนิดเสียงในแนวแกน  $X$  ไม่มีผลต่อระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะห้องไปที่จุดโพกส์ของพาราโบลา

2) กรณีที่ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง เปลี่ยนแปลงแค่พิกัดในแนวแกน  $Y$

ให้  $A_4$  แทนแหล่งกำเนิดเสียงจุดที่ 2 และ  $A_5$  แทนแหล่งกำเนิดเสียงจุดที่ 3

สมมุติให้  $A_4$  มีพิกัด  $A_4(-0.1, 0.2)$  ที่อยู่ในสมการพาราโบลา  $p_1$  นั่นคือ  $x^2 = y$

และ  $A_5$  มีพิกัด  $A_5(-0.1, 0.3)$  และอยู่ในสมการพาราโบลา  $p_1$  เช่นเดียวกัน

ทำซ้ำดังข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.5 ด้วยจุด  $A_4$  และ  $A_5$  จะได้

$$R_4 = 0.45$$

และ  $R_5 = 0.55$

เมื่อเทียบกับ  $R_1 = 0.35$

จากการพิจารณาจะได้ว่า  $R_1, R_4$  และ  $R_5$  ห่างกันอยู่ครึ่งละ 0.1 เมื่อพิกัดในแนวแกน  $Y$  เปลี่ยนไป 0.1 เช่นกัน

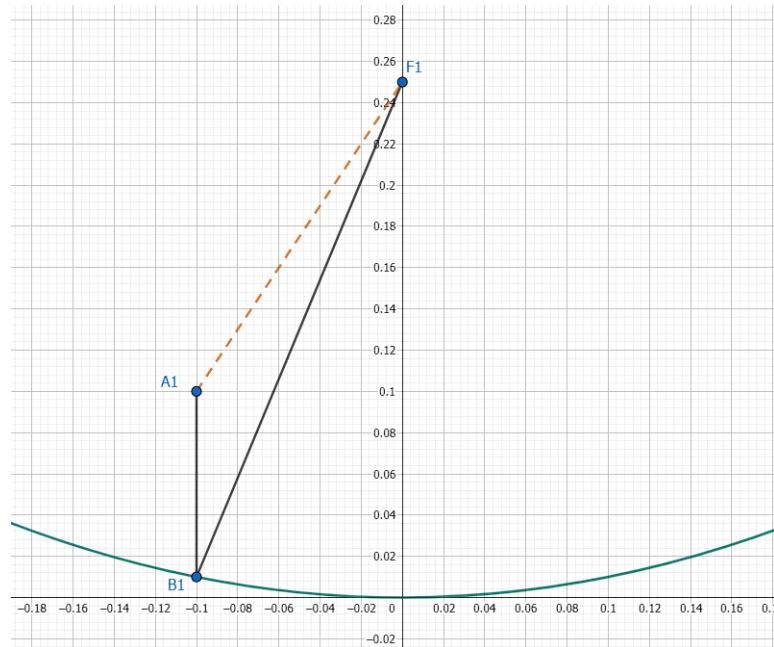
4.2.9 หากความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และระยะห้องไปที่จุดโพกส์ของพาราโบลา , ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโพกส์ของพาราโบลา

จากข้อสรุปในข้อ 4.2.7 ที่ว่า  $R_n = 0.35 + (4c - 1)0.25$

เมื่อนำมารวมกับข้อสรุปในข้อ 4.2.8 จะได้  $R_n = 0.35 + |0.1 - y| + [(4c - 1)0.25]$

### 4.3 ระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลาโดยไม่ผ่านการสะท้อน

เมื่อปล่อยเสียงออกจากแหล่งกำเนิดเสียง จะแบ่งการเดินทางของเสียงได้ 2 กรณี คือ กรณีที่เสียงเดินทางไปยังพาราโบลา และสะท้อนกลับมาที่จุดไฟกัส ดังข้อ 4.1 และ 4.2 และในอีกรายนึงคือ เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดไฟกัส โดยไม่ตกรอบที่พาราโบลา ดังรูป



ภาพที่ 4.2 แสดงระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลาโดยตรง

$$\text{จากสูตรการหาระยะห่างระหว่างจุด } PQ = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$R' = \sqrt{(x - 0)^2 + (y - c)^2}$$

$$\text{จะได้ว่า } R' = \sqrt{x^2 + (y - c)^2}$$

เมื่อ  $R'$  แทนระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดเสียง และจุดไฟกัสของพาราโบลา

$x$  แทนพิกัดในแนวแกน  $X$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$y$  แทนพิกัดในแนวแกน  $Y$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$c$  แทนความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

#### 4.4 สูตรการหาความเข้มเสียง

จากสูตรการหาความเข้มเสียง  $I = \frac{P}{A}$

เมื่อ  $I$  แทนความเข้มเสียง ( $W / m^2$ )

$P$  แทนกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ( $W$ )

และ  $A$  แทนพื้นที่ที่คลื่นเสียงไปกระทบในแนวตั้งจาก ( $m^2$ )

คลื่นเสียงเดินทางเป็นทรงกลม จะได้ว่า  $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

เมื่อ  $R$  แทนรัศมีของทรงกลม หรือคือระยะที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และสะท้อนไปที่จุดโฟกัสของพาราโบลา

ให้  $I_1$  แทนความเข้มเสียงในกรณีที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังแนวพาราโบลา และสะท้อนไปที่จุดโฟกัสของพาราโบลา

$I_2$  แทนความเข้มเสียงในกรณีที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา โดยตรง

#### 4.5 การดูดซับเสียง

เมื่อเสียงเกิดการตกกระทบที่พื้นผิวใด ๆ พื้นผิวนั้นจะเกิดการดูดซับเสียง ทำให้ความเข้มเสียงที่ถูกสะท้อนออกมาก ลดลงน้อยกว่าความเข้มเสียงที่ตกกระทบบนพื้นผิว โดยความเข้มเสียงที่ถูกดูดซับจะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับของแต่ละพื้นผิว

จากสูตรการหาสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

$$\alpha = \frac{I_a}{I}$$

เมื่อ  $\alpha$  แทนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

$I_a$  แทนความเข้มเสียงที่ถูกพื้นผิวดูดซับ

$I_i$  แทนความเข้มเสียงที่ตกกระทบพื้นผิว

จะได้ว่า  $1 - \alpha = \frac{I_e}{I}$

เมื่อ  $I_e$  คือ ความเข้มเสียงที่หลงเหลือจากการดูดซับ

ดังนั้น

$$I_e = I(1 - \alpha)$$

ในกรณีมีเพียง  $I_1$  ที่ถูกพื้นผิวพาราโบลาดูดซับ จึงจะได้ว่า

$$I_e = I_1(1 - \alpha)$$

ดังนั้น

$$I = I_e + I_2$$

หรือ

$$I = I_1(1 - \alpha) + I_2$$

#### 4.6 สูตรการหาระดับความเข้มเสียง

$$\text{จากสูตรการหาระดับความเข้มเสียง} \quad \beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

เมื่อ  $\beta$  แทนระดับความเข้มเสียง (dB)

$$I \text{ แทนความเข้มเสียง } (W/m^2)$$

และ  $I_0$  แทนความเข้มเสียงที่น้อยที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน ( $1 \times 10^{-12} W/m^2$ )

$$\text{เมื่อนำข้อสรุปจากข้อ 4.4 และ 4.5 มาแทนค่า จะได้} \quad \beta = 10 \log\left[\frac{\left[\frac{P(1-\alpha)}{4\pi R^2}\right] + \left(\frac{P}{4\pi R'^2}\right)}{I_0}\right]$$

$$\beta = 10 \log\left[\frac{\left[\frac{P(1-\alpha)}{4\pi R^2}\right] + \left(\frac{P}{4\pi R'^2}\right)}{10^{-12}}\right]$$

$$\text{จะได้} \quad \beta = 10 \log\left\{\left[\left[\frac{P(1-\alpha)}{4\pi R^2}\right] + \left(\frac{P}{4\pi R'^2}\right)\right] \times 10^{12}\right\}$$

4.7 สร้างสมการความล้มพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดโฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดโฟกัสของพาราโบลา

จากข้อสรุปในข้อ 4.6 ที่ว่า

$$\beta = 10 \log \left\{ \left[ \frac{P(1-\alpha)}{4\pi R^2} \right] + \left( \frac{P}{4\pi R^2} \right) \right\} \times 10^{12}$$

และข้อสรุปในข้อ 4.2.9 ที่ว่า

$$R_n = 0.35 + |0.1 - y| + [(4c - 1)0.25]$$

และข้อสรุปในข้อ 4.3 ที่ว่า

$$R' = \sqrt{x^2 + (y - c)^2}$$

เมื่อนำค่า  $R$  ในข้อ 4.2.9 ไปแทนค่าในข้อ 4.4 จะได้

$$\beta = 10 \log \left\{ \left[ \left[ \frac{P(1-\alpha)}{4\pi [0.35 + |0.1 - y| + [(4c - 1)0.25]]^2} \right] + \left( \frac{P}{4\pi [x^2 + (y - c)^2]} \right) \right\} \times 10^{12} \right\}$$

## บทที่ 5

### สรุป อภิรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ของระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลาสามารถนำไปสู่ข้อสรุปของโครงงานได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง และความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา จะได้ความสัมพันธ์ที่ว่า

$$\beta = 10 \log \left\{ \left[ \left( \frac{P(1-\alpha)}{4\pi [0.35 + |0.1 - y| + ((4c-1)0.25)]^2} \right) + \left( \frac{P}{4\pi [x^2 + (y-c)^2]} \right) \right] \times 10^{12} \right\}$$

เมื่อ  $\beta$  แทนระดับความเข้มเสียง (dB)

$P$  แทนกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ( $W$ )

$y$  แทนพิกัดในแนวแกน  $Y$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$x$  แทนพิกัดในแนวแกน  $X$  ของแหล่งกำเนิดเสียง

$\alpha$  แทนสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

และ  $c$  แทนความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

#### 5.2 อภิรายผล

จากการศึกษาสามารถความสัมพันธ์ระหว่างความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงบนระนาบพิกัดฉาก และระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัสของพาราโบลา นั้นสังเกตได้ว่า การเปลี่ยนแปลงพิกัดในแนวแกน  $X$  และแกน  $Y$  ของแหล่งกำเนิดเสียงส่งผลให้ระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัสเปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัส ของพาราโบลา ก็ส่งผลต่อระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัสเช่นกัน โดยระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส จะแปรผกผันกับความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา เนื่องจากเป็นการเพิ่มระยะทางในการเดินทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา

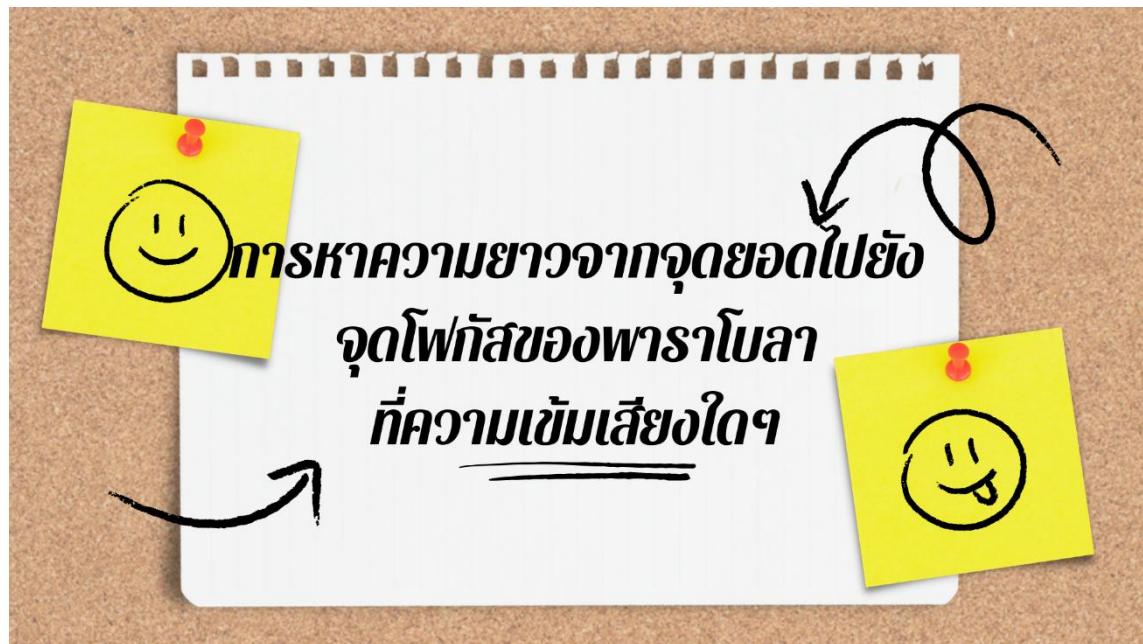
### 5.3 ข้อเสนอแนะ

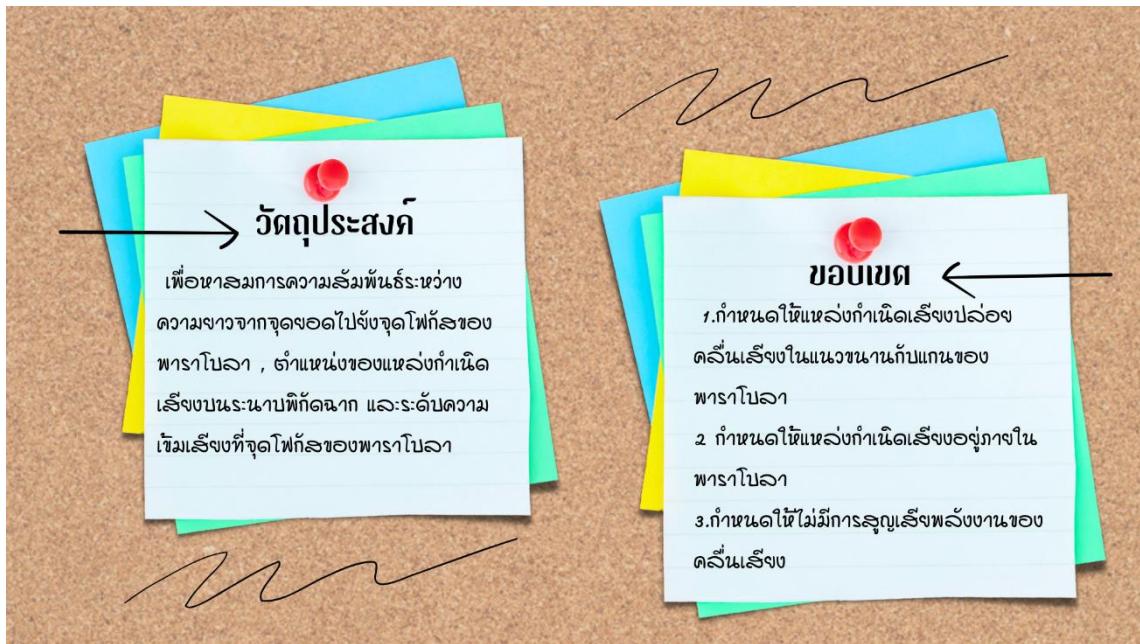
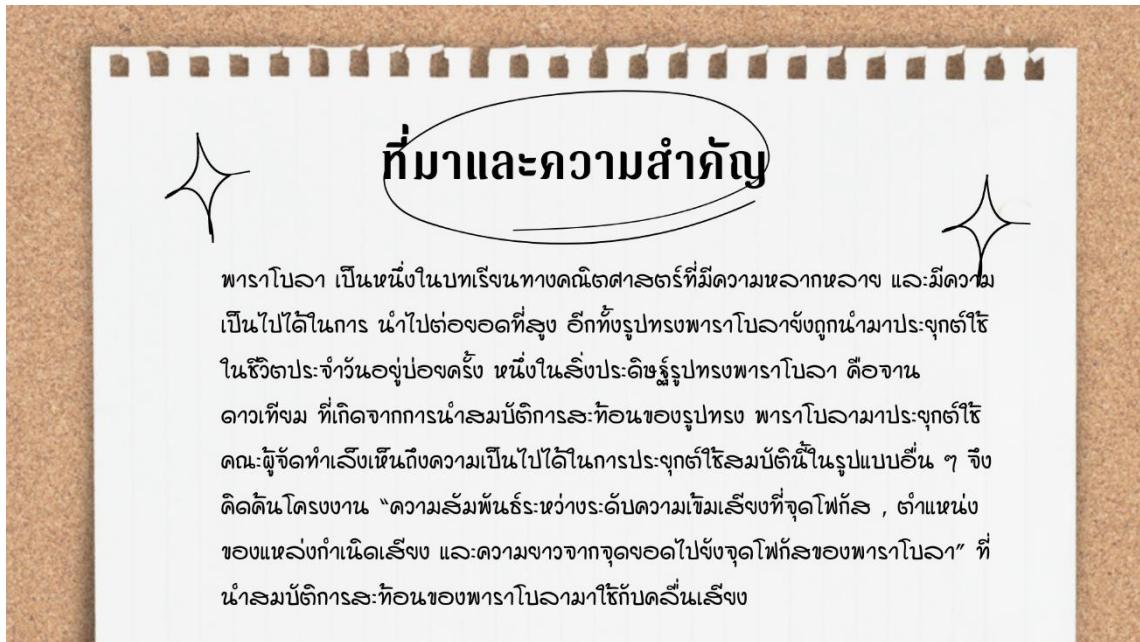
1. ใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการคำนวณหาความสัมพันธ์
2. เพิ่มกรณีโดยการเปลี่ยนจุดยอดของพาราโบลา

## เอกสารอ้างอิง

- Aathometh. (2565). สรุปพื้นฐานพาราโบลาเบื้องต้น. (ออนไลน์). สืบค้นจาก:  
<https://www.athometh.com/math/parabolic/> [20 สิงหาคม 2567]
- Chulatutor. (2565). คลื่นเสียง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก  
<https://www.scimath.org/lesson-physics/item/> [20 สิงหาคม 2567]
- Panyasociety. (ม.ป.น.). ความดังของเสียง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก:  
<https://panyasociety.com/pages/%E0%B8%9F%E0%B8%B4%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%A2/>  
[20 สิงหาคม 2567]
- Zen-acoustic. (2565, 1 ธันวาคม). ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก:  
<https://www.zen-acoustic.com/what-is-sound-absorption-coefficient>  
[14 กันยายน 2567].

ภาคผนวก







## นิยามศัพท์เฉพาะ

**พาราโบลา**

หมายถึง เซตของจุดทุกจุดบนระนาบ ซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่ง (จุดโฟกัส) และอยู่ห่างจากเส้นตรง คงที่สัมผัสนั่น (เส้นไดเรกตริกซ์) เป็น ระยะทางเท่ากันเสมอ

**ไฟฟ้า**

หมายถึง จุดที่อยู่ภายใต้ไฟฟ้าในพาราโบลา และอยู่บนแกนสมมาตร ซึ่งทุกจุด บน พาราโบลา จะอยู่ห่างจากจุดนี้ และเส้นไดเรกตริกซ์เท่ากัน

# นิยามศัพท์เฉพาะ

## ความเข้มเสียง

หมายถึง พลังงานของเสียงที่เดินทางผ่านพื้นที่หน่วยหนึ่งในหน่วยเวลา

## ระนาบพิกัด声

- หมายถึง ระนาบที่เกิดจากเสียง
- จำนวนจริงสองเส้นตัดกันเป็นมุมฉาก
- โดยที่เส้นหนึ่งอยู่ในแนวอนุรูป เรียกว่า แกน X และอีกเส้นหนึ่งอยู่ในแนวตั้ง เรียกว่า แกน Y จุดที่เส้นตรงกันส่องตัดกัน เรียกว่า จุดกำเนิด

## ความเข้มเสียง

หมายถึง พลังงานของเสียงที่เดินทางผ่านพื้นที่หน่วยหนึ่งในหน่วยเวลา หรือสามารถกล่าวได้ว่าเป็นปริมาณพลังงานเสียงที่กระ加以ดออกไปในทิศทางเฉพาะจะจะต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หน่วยของความเข้มเสียงในระบบ SI คือ วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W/m}^2$ )

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

## ระดับความเข้มเสียง

หมายถึง ปริมาณที่จะบอกความต่างของเสียงที่ได้ยินหน่วยคือ เดซิเบล (dB)

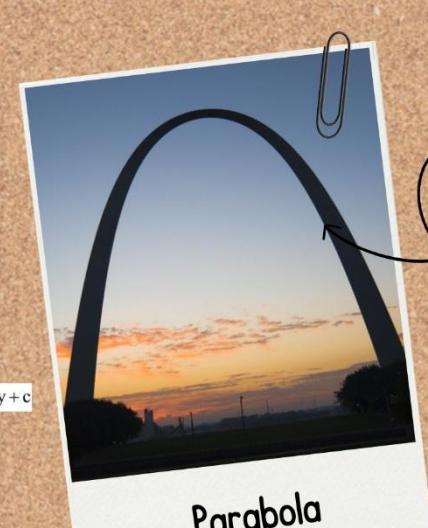
$$\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

## ลำดับเลขคณิต

หมายถึง ลำดับของตัวเลขที่ผลต่างซึ่งได้จากพจน์สองพจน์ที่อยู่ติดกัน มีค่าคงตัวเป็นค่าเดียวกัน โดยเราเรียกค่าคงตัวนั้นว่า ผลต่างร่วม เชียนแกน ด้วย  $d$

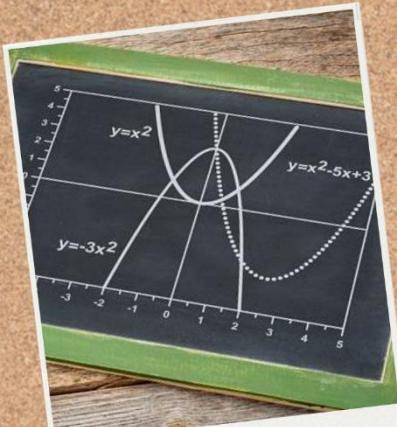
$$a_n = a_1 + (n-1)d$$

**เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง**



พาราโบลา เป็นรูปทรงเรขาคณิตแบบหนึ่งที่เป็นลักษณะนี้ของกรวย สามารถนิยามได้ว่าเป็นเซตของจุดในรูปะนวนที่อยู่ห่างจากจุดที่เรียกว่า “โฟกัส” และเส้นตรงที่เรียกว่า “ไดเรกท์rix” เป็นระยะทางเท่ากัน สมการที่ว่าไปของพาราโบลาในระบบพิกัดคาร์ที-เชียน ดัง  $(x-h)^2 = 4c(y-k)$  หรือ  $y = ax^2 + bx + c$  ซึ่ง  $(h,k)$  เป็นจุดยอดของพาราโบลา และ  $c$  เป็นระยะทางจากจุดยอดไปยังโฟกัส

Parabola



**เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง**

องค์ประกอบของพาราโบลา

- จุดยอด: จุดสูงสุดหรือต่ำสุดของพาราโบลา ซึ่งอยู่กับว่าพาราโบลานั้น เปิดขึ้นหรือลง
- โฟกัส: จุดที่อยู่ภายใต้พาราโบลาและอยู่บนแกนสมมาตร ซึ่งทุกจุดบนพาราโบลาจะอยู่ห่างจากจุดนี้และเล็กน้อย
- ไดเรกท์rix: เส้นตรงที่ไม่สัมผัสถูกพาราโบลา ซึ่งทุกจุดบนพาราโบลาจะอยู่ห่างจากเส้นนี้และโฟกัสเท่ากัน
- แกนสมมาตร: เส้นตรงที่แบ่งพาราโบลาออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน และผ่านจุดยอดและโฟกัส
- จุดตัดแกน: จุดที่พาราโบลาตัดแกน  $x$  และแกน  $y$

Parabola



**เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง**

องค์ประกอบของคลื่นเสียง

- ความถี่: จำนวนรอบของการลับที่เกิดขึ้น ในหนึ่งวินาที มีหน่วยเป็นเอเรตซ์ ความถี่จะกำหนดเสียงสูงหรือต่ำ
- ความยาวคลื่น: ระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่อยู่ในเฟลเดียร์ มีหน่วยเป็นเมตร
- แอมพลิญดู: ขนาดของการลับสะเทือน ซึ่งเป็นตัวกำหนดความดังของเสียง
- ความเร็วของเสียง: ความเร็วที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลาง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวกลาง

**เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง**

ระยะทางระหว่างจุดสองจุด

ระยะทางระหว่างจุด  $P(x_1, y_1)$  กับจุด  $Q(x_2, y_2)$  สามารถคำนวณได้จาก勾股定理  $d = \sqrt{PQ^2 + QR^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

$$d = PQ = \sqrt{PR^2 + QR^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

# เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

## 1 การสะท้อน

การสะท้อน คือการเปรียบเทียบและประเมินตนเองที่ต้องการให้เป็นอย่างไร จึงจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผ่านการสำรวจความคิดเห็นของตนเอง รวมถึงการฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ในการตัดสินใจ ทำให้เราสามารถปรับเปลี่ยนตัวเองให้ดีขึ้น

## 2 ผลของการสะท้อน

### ของคลื่นเสียง

- 1) ความมีชีวิตของคลื่นเสียง: หัวนมมีค่าเท่ากับความตื่นของคลื่นเสียง
- 2) อัตราเรืองแสง: ความยาวคลื่นของคลื่นเสียง
- 3) ขนาดของคลื่นเสียง: ความกว้างของคลื่นเสียง

## 3 สมบัติการสะท้อน

### ของเสียง

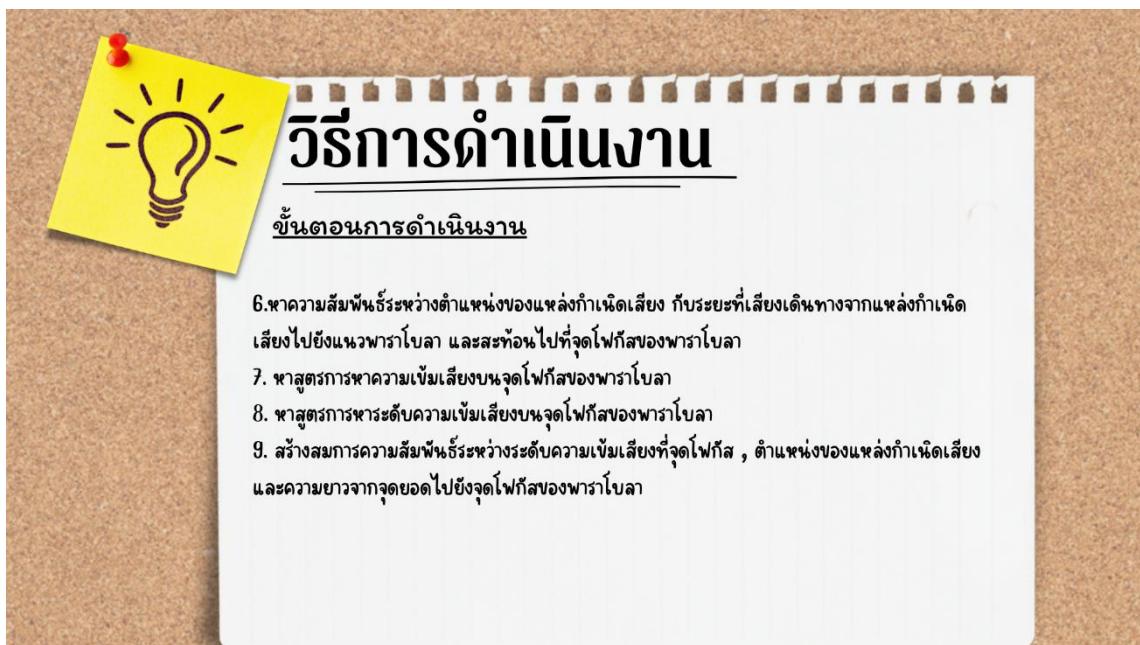
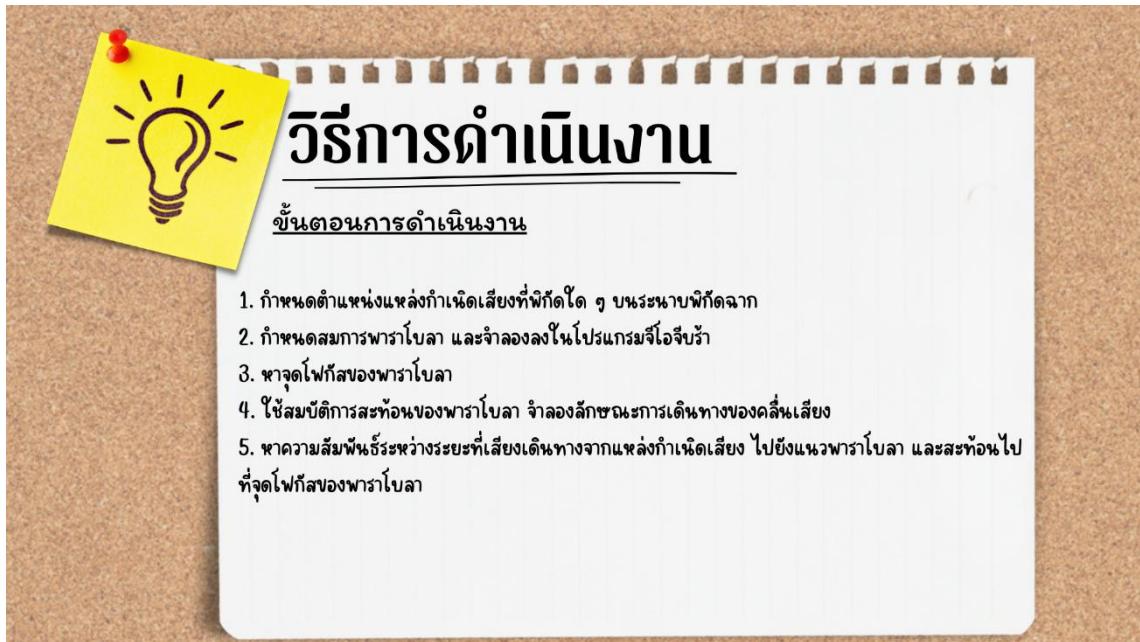
- 1) การสะท้อนของเสียง: เก็บรักษาไว้เมื่อตัวหัวนมมีรากไม้ใหญ่ก่อให้เกิดเสียง
- 2) ลักษณะของเสียง: หัวนมมีค่าเท่ากับอัตราเรืองแสง
- 3) ขนาดของเสียง: ความกว้างของคลื่นเสียง

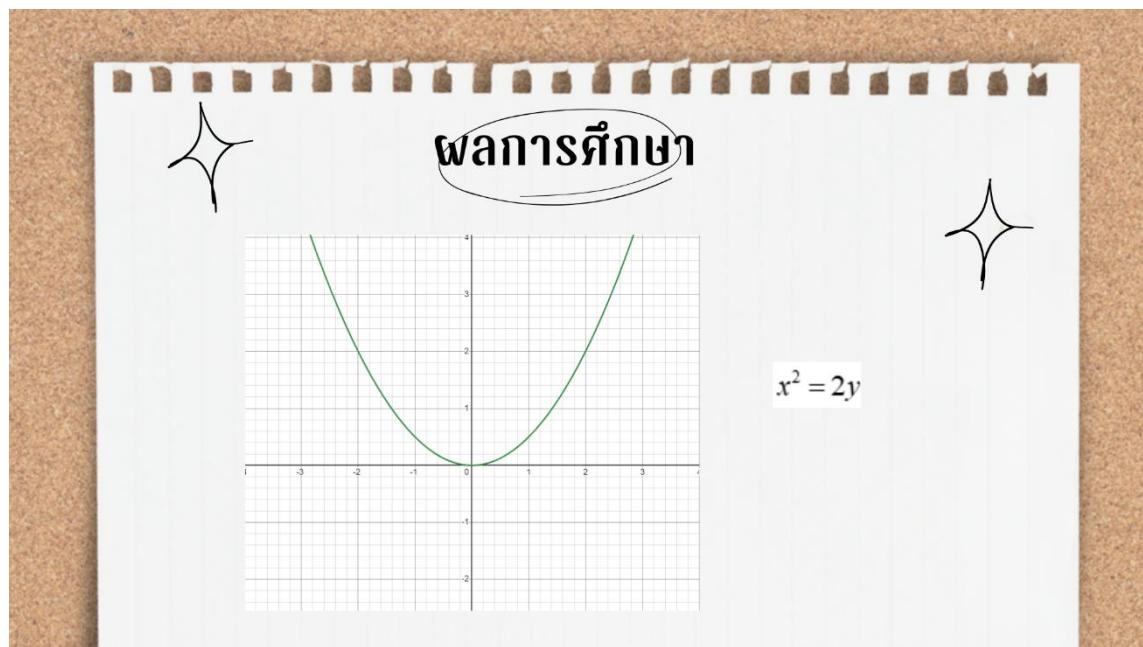
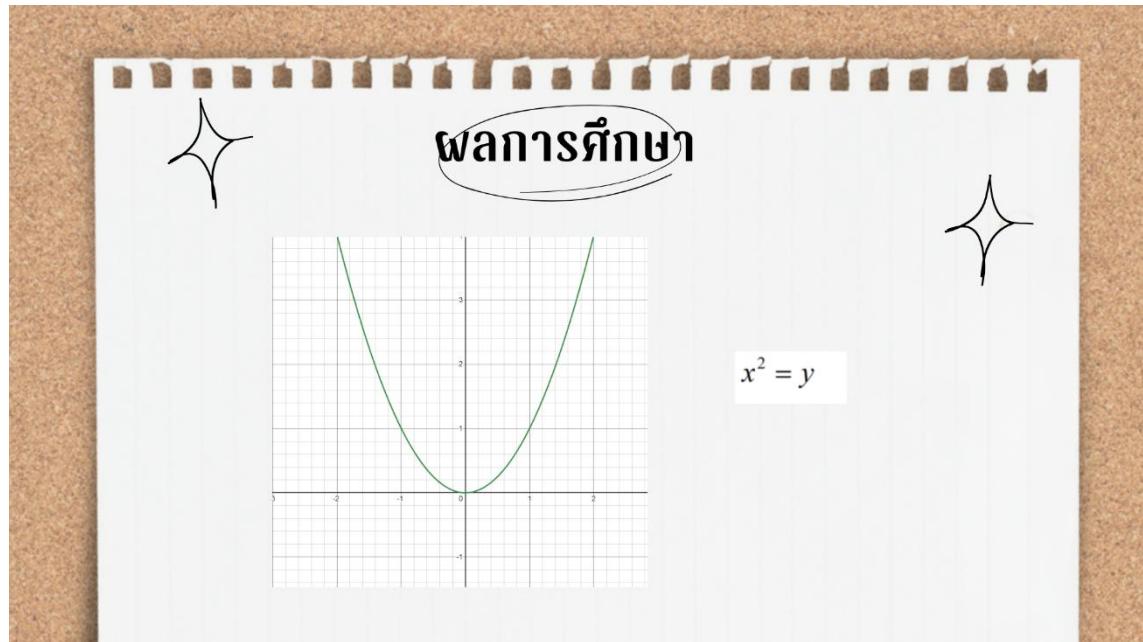


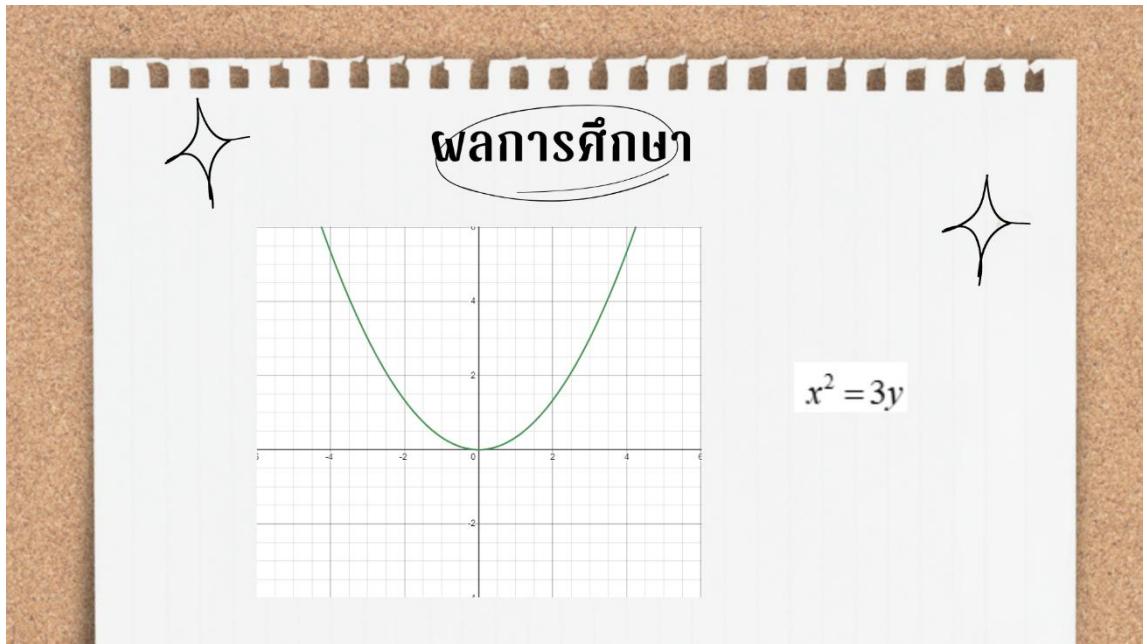
## วิธีการดำเนินงาน

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. โปรแกรมจัดทำแบบสำรวจที่เกี่ยวกับความรู้และองค์ประกอบต่างๆ เช่น คลิ๊กคลาสส์แท็บ ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ Excel หรือ Google Sheets ภาพ สิ่ติ แคลคูลัส รวมถึงการ ใช้สูตรคำนวณทางค่าต่างๆ และกระบวนการประยุกต์ ประยุกต์ใช้ของคณิตศาสตร์ที่สรุปแบบต่างๆ
2. โปรแกรมเดโมล็อก เป็นเครื่องคิดเลขกราฟขั้นสูงที่มีรูปของโปรแกรมประยุกต์ บนเว็บและแอป พลีเดชันมีอีกที่เป็นด้วย TypeScript และ JavaScript. Desmos. ประเภท เครื่องคิดเลขกราฟออนไลน์







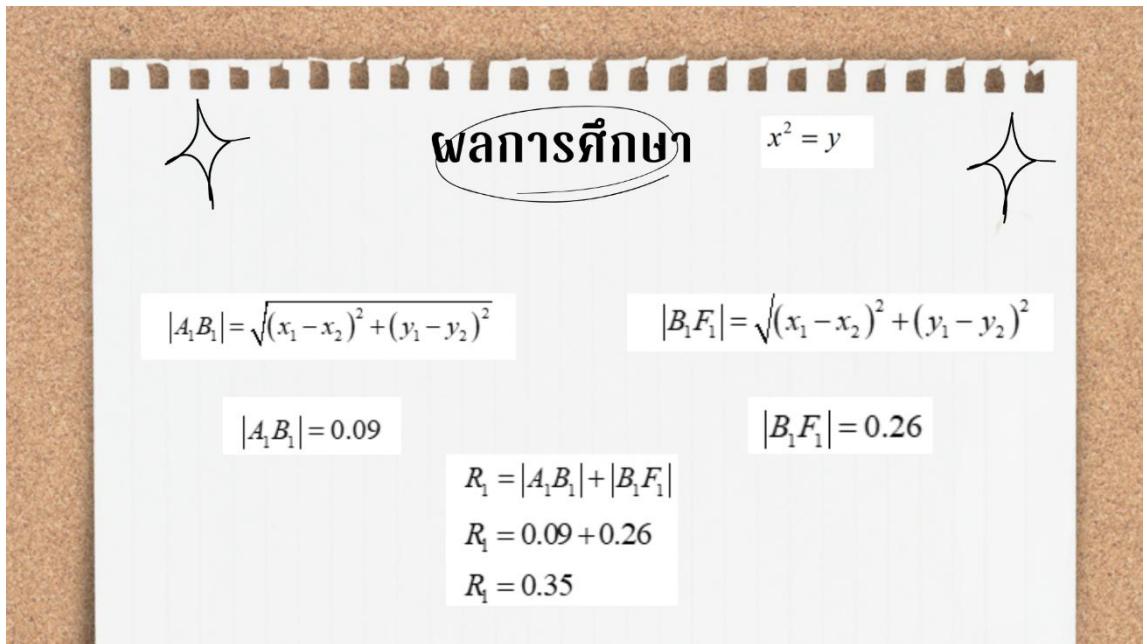
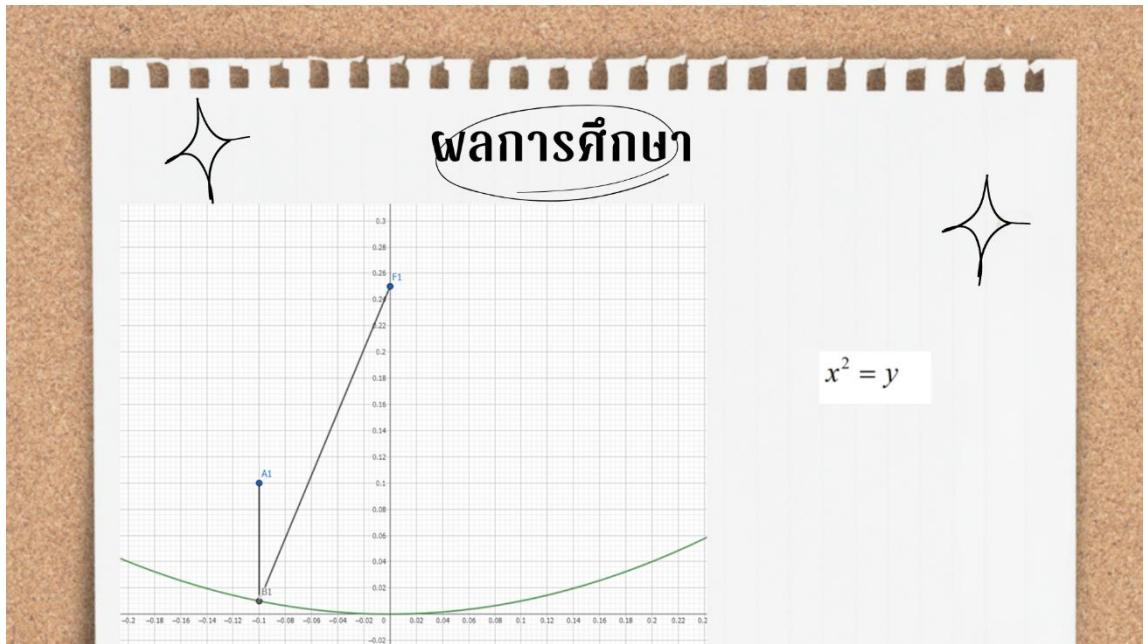
4.2.1 หากกัด  $B_1$  เมื่อ  $B_1$  คือจุดที่ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นตรงที่เป็นเส้นสัมผัสของพาราโบลาโดย  $A_1$  มีพิกัดเป็น  $A_1(-0.1, 0.1)$  เมื่อกำหนดให้แหล่งกำเนิดเสียงปล่อยคลื่นเสียงเป็นแนวทแยงๆ กับแกนสมมาตรของพาราโบลา และ  $B_1$  คือจุดที่ค่าสัมประสิทธิ์ของเส้นตรงที่เป็นเส้นสัมผัสของพาราโบลา ทำให้  $B_1$  มีพิกัดในแนวแกน  $x$  เท่ากับ  $A_1$  นั่นคือ  $B_1(-0.1, y)$  และเมื่อ  $B_1$  เป็นจุดตัดของพาราโบลาที่มีสมการ  $x^2 = y$  และ  $\overline{A_1B_1}$  ที่มีพิกัดในแนวแกน  $x$  เท่ากับ  $-0.1$  เมื่อนำลิไปแทนค่าในสมการ  $x^2 = y$  จะได้ว่า

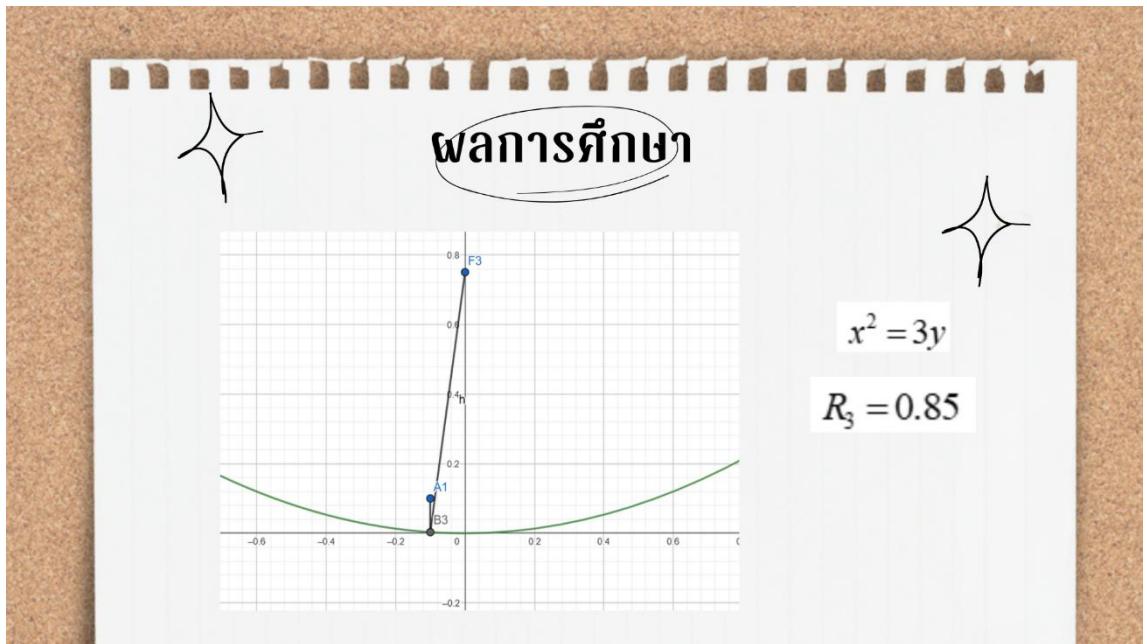
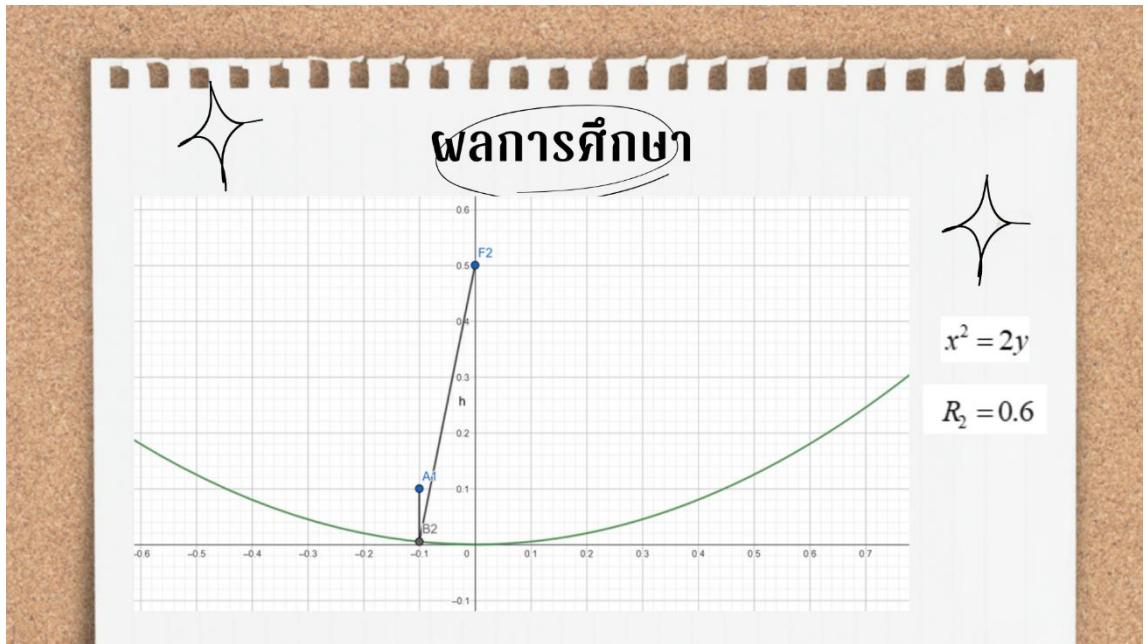
$$x^2 = y$$

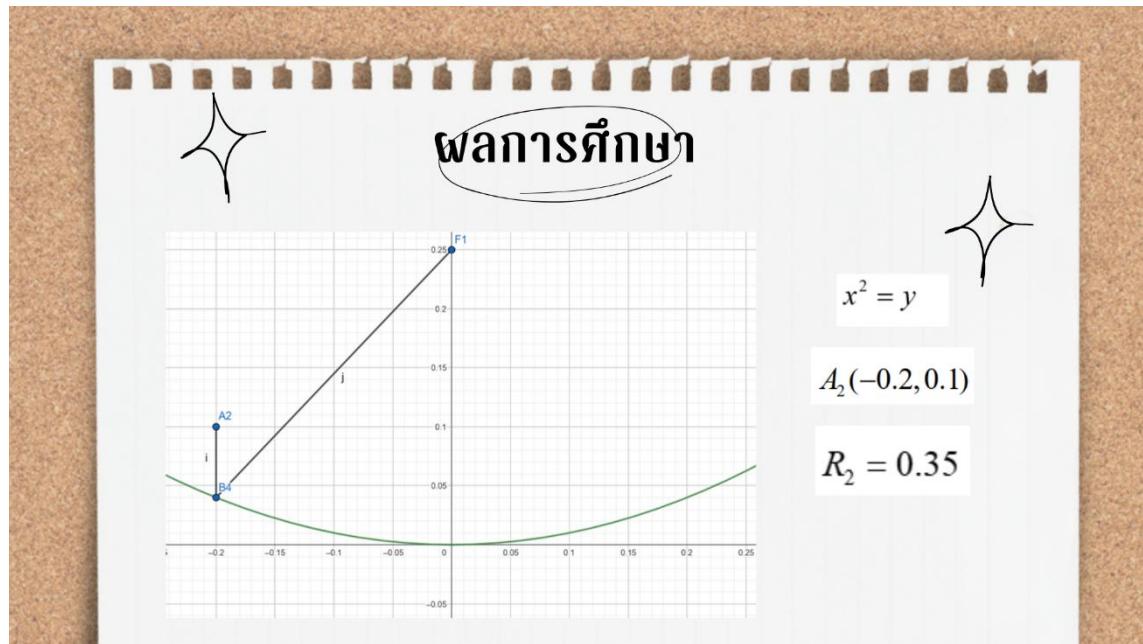
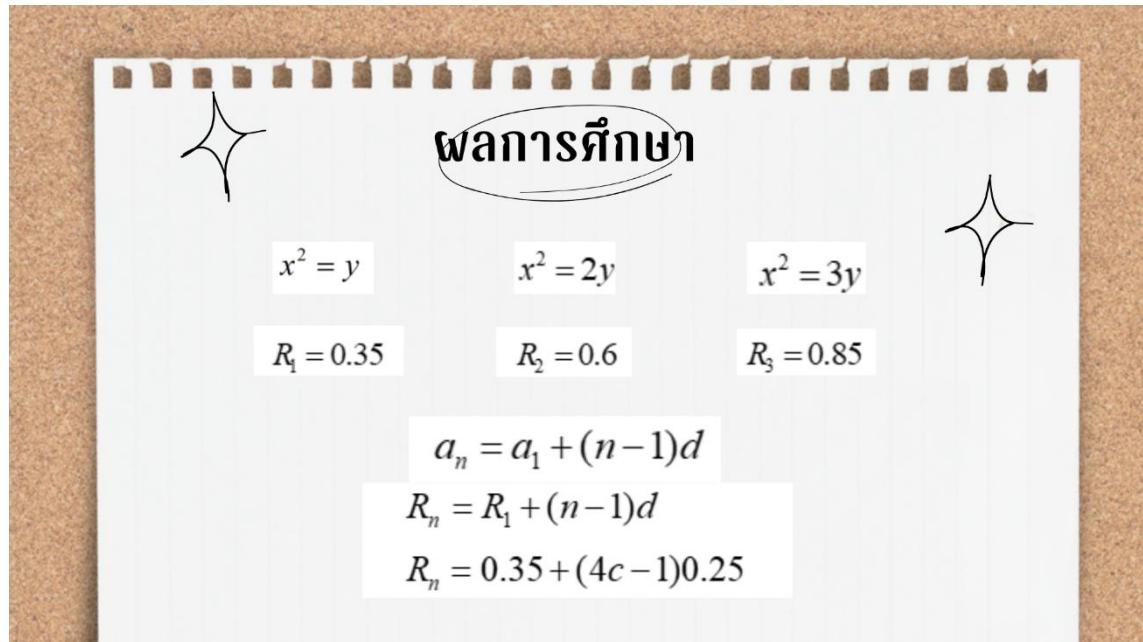
$$(-0.1)^2 = y$$

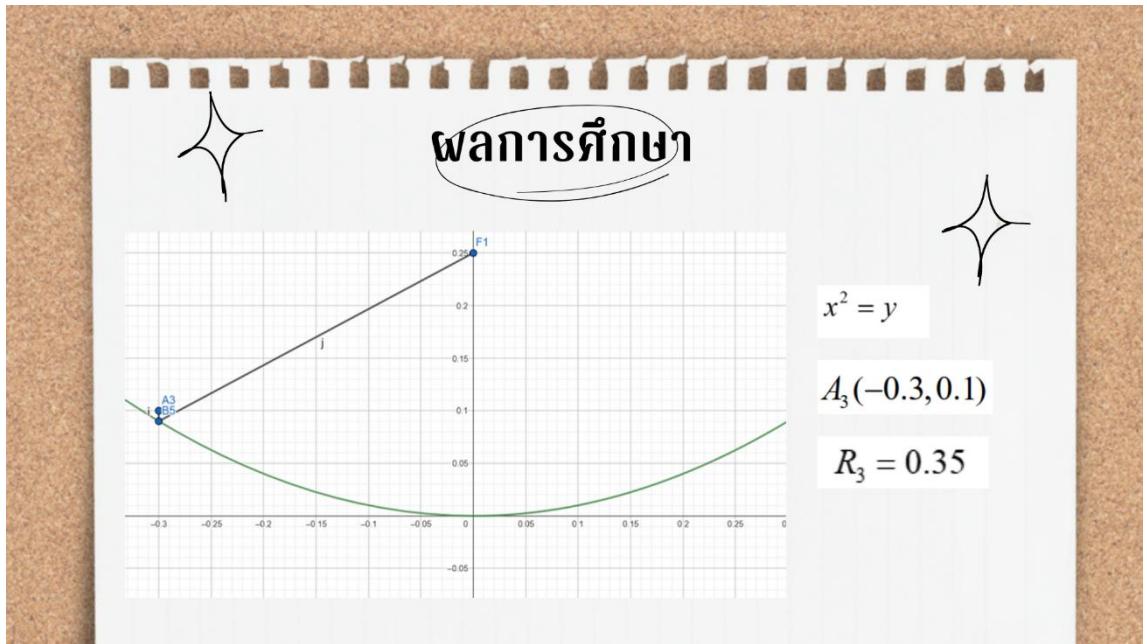
$$y = 0.01$$

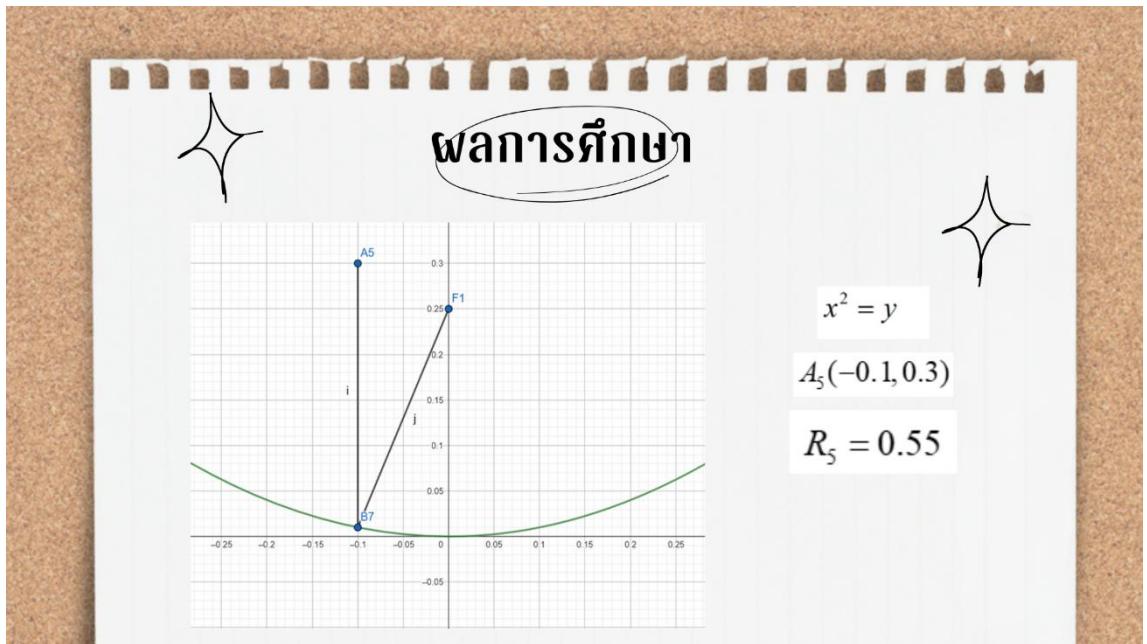
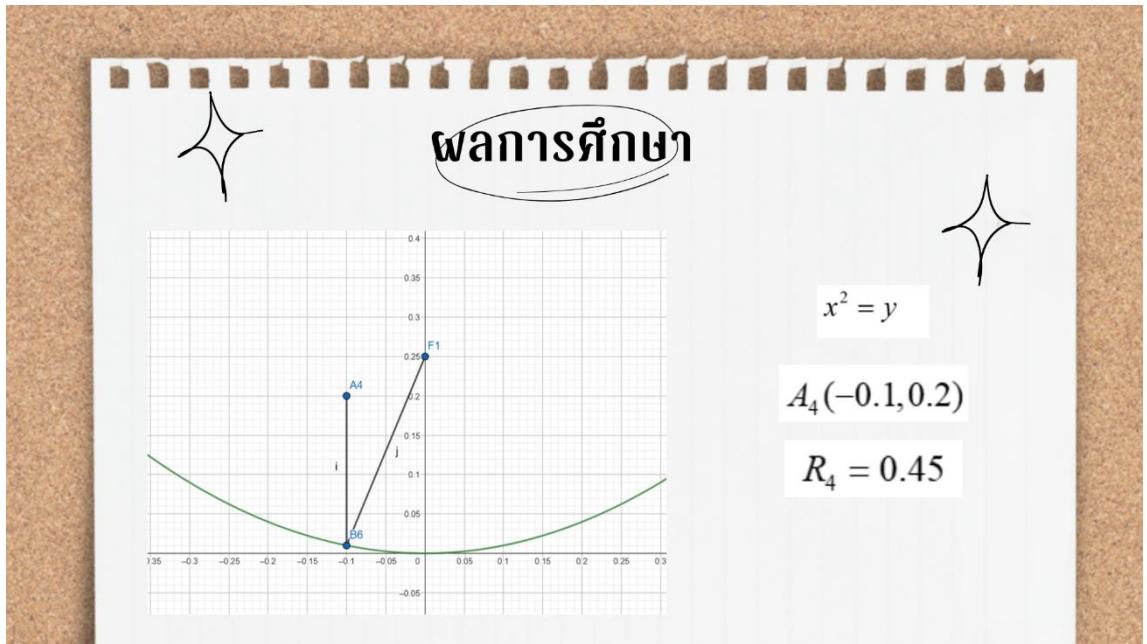
ดังนั้น  $B_1$  จะมีพิกัดเป็น  $B_1(-0.1, 0.01)$

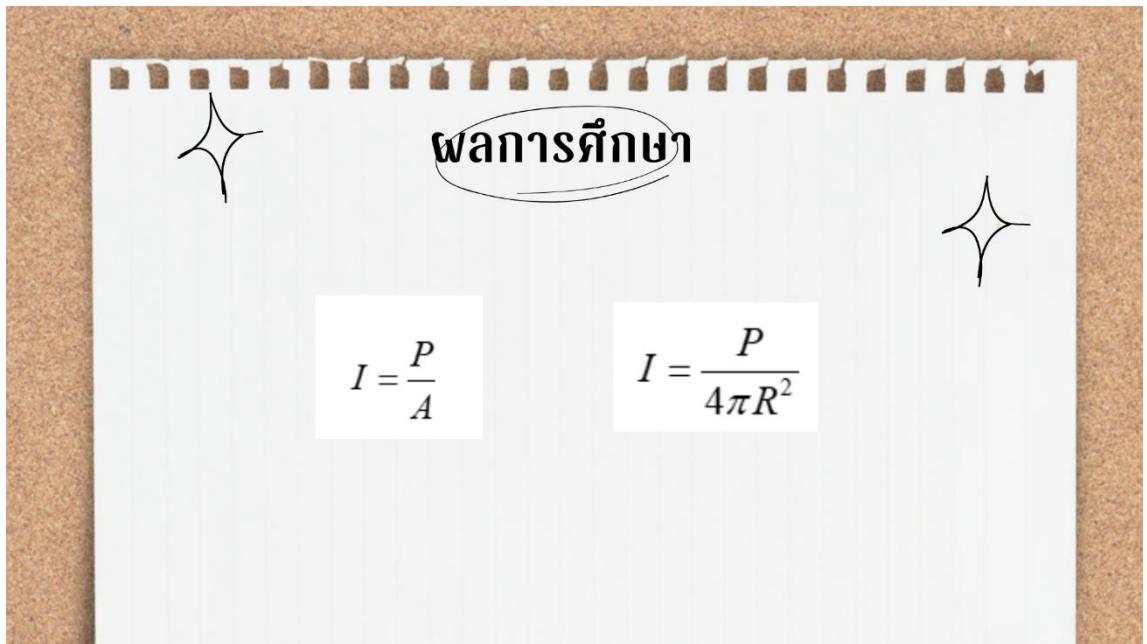
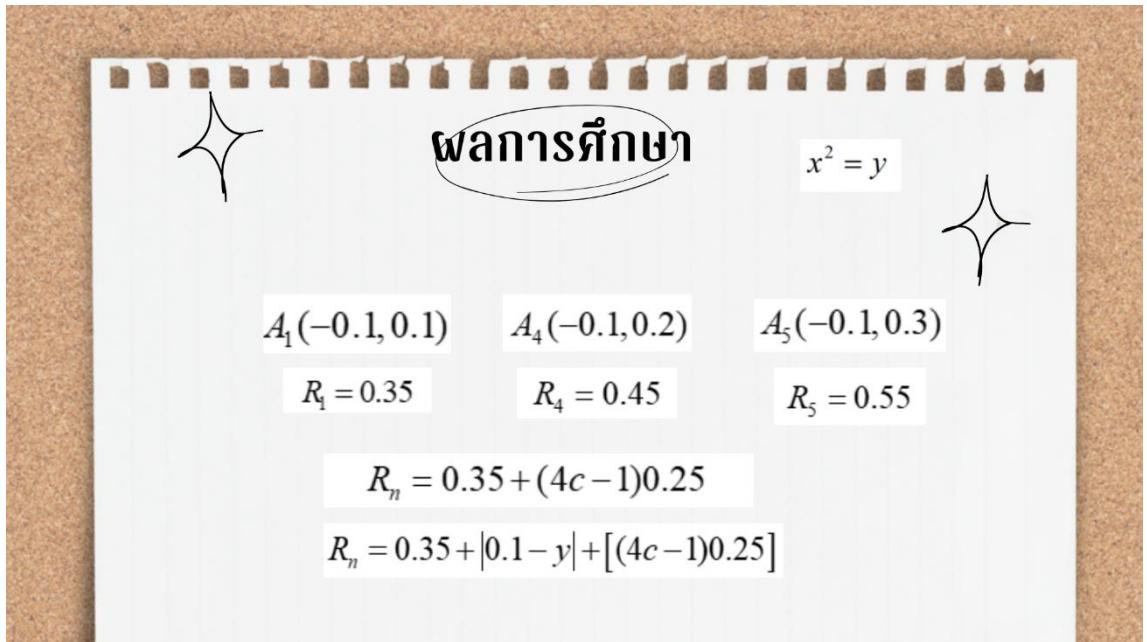


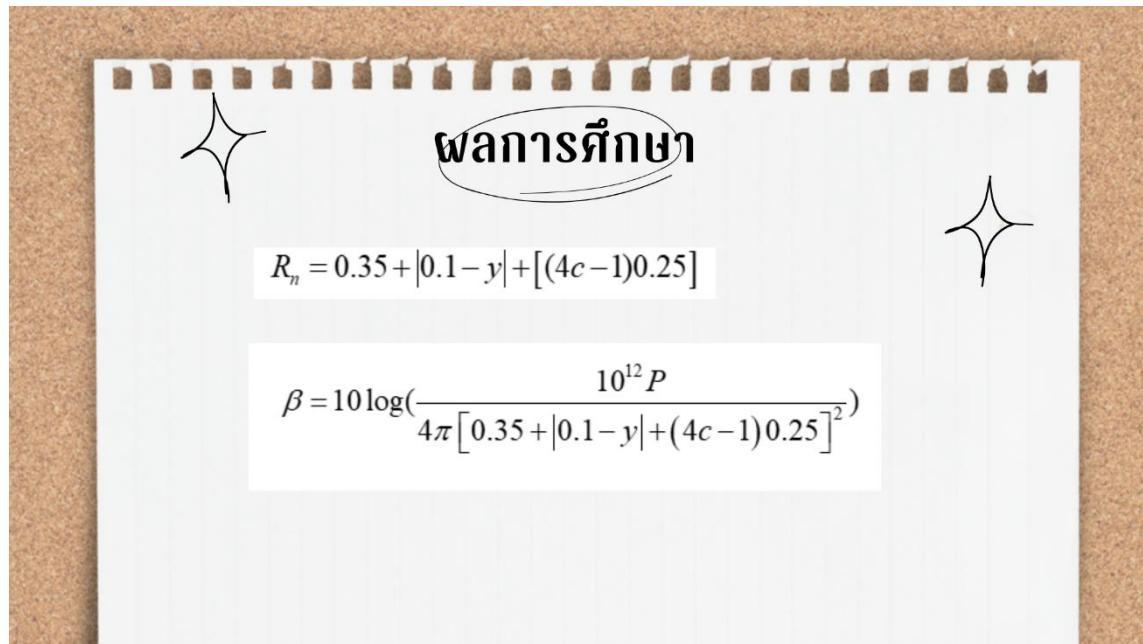
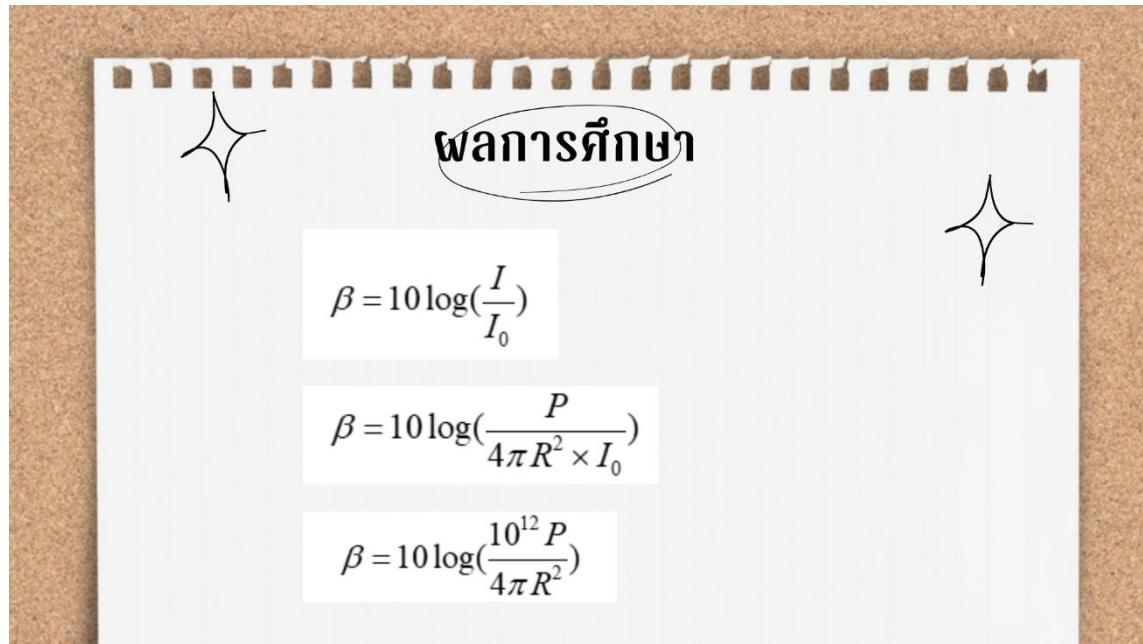














## สรุปผล

จากการพิจารณาความล้มเหลวที่จะห่วงระดับความเข้มเสียงที่จุดไฟกัส, ตำแหน่งของแหล่งเสียงและความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลาจะได้ความล้มเหลวที่ว่า

$$\beta = 10 \log\left(\frac{10^{12} P}{4\pi [0.35 + |0.1 - y| + (4c - 1)0.25]^2}\right)$$

เมื่อ  $\beta$  แทนระดับความเข้มเสียง ( $dB$ )  
 $P$  แทนกำลังของแหล่งกำเนิดเสียง ( $W$ )  
 $y$  แทนพิกัดในแนวแกน  $y$  ของแหล่งกำเนิดเสียง  
 และ  $c$  แทนความยาวจากจุดยอดไปยังจุดไฟกัสของพาราโบลา



## อภิปรายผล

ผลกระทบของการศึกษาโครงการนี้ ได้คิดค้นสมการที่แสดงความล้มเหลวที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยได้ใช้กฎที่สามของคลินิกศาสตร์ที่หลักหลาลัยเข้ามาร่วมไว้ ด้วยกัน เช่น เรขาคณิตวิเคราะห์, ภาคตัดกรวย และลำดับเลขคณิต เป็นต้น

