ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**ภาพ**

**ตราโรงเรียน**

**ขนาด 1.5 นิ้ว X 1.5 นิ้ว**

TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**โครงงานวิทยาศาสตร์ / คณิตศาสตร์ / คอมพิวเตอร์**

**เรื่อง...................(ไทย).........................**

**...................(English)……………**

โดย

.............................................................

ขนาด 18 จุด ตัวปกติ

.............................................................

.............................................................

ขนาด 18 จุด ตัวปกติ

โรงเรียน ................................ อำเภอเมือง ................... จังหวัด.................

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์/เทคโนโลยี

ขนาด
18 จุด ตัวปกติ

ตามหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สสวท.

ในการประชุมวิชาการนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ฯ ครั้งที่ 8

กลุ่มเครือข่ายภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

ณ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**ภาพ**

**ตราโรงเรียน**

**ขนาด 1.5 นิ้ว X 1.5 นิ้ว**

TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**โครงงานวิทยาศาสตร์ / คณิตศาสตร์ / คอมพิวเตอร์**

**เรื่อง............................................**

**...................(English)……………**

โดย

.............................................................

ขนาด 18 จุด ตัวปกติ

.............................................................

.............................................................

ครูที่ปรึกษา

.............................................................

ขนาด 18 จุด ตัวปกติ

.............................................................

อาจารย์ที่ปรึกษาจากมหาวิทยาลัย / หน่วยงาน / ที่ปรึกษาพิเศษ

ขนาด 18 จุด ตัวปกติ

ศ. / รศ. / ผศ. ............................................................

โรงเรียน ................................ อำเภอเมือง ................... จังหวัด.................

 รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์/เทคโนโลยี

ขนาด
18 จุด ตัวปกติ

ตามหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สสวท.

ในการประชุมวิชาการนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ฯ ครั้งที่ 8 ประจำปี 2559

กลุ่มเครือข่ายภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

ณ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

**กิตติกรรมประกาศ**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

โครงงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก คุณครูศรีธร มูลมณี และคุณครูกุลธิดา ไชยยงค์ คุณครูที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา และให้ข้อมูลต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคุณครูจตุพร นามบุปผา คุณครูหัวหน้าโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทำโครงงาน

 ขอขอบพระคุณ นายรัฐสิทธิ์ บุญโชติ ศิษย์เก่าโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ซึ่งสละเวลาในการแนะแนวทาง และให้ความรู้ในการทำโครงงาน

 อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องและขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดจนเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ สำหรับ

คณะผู้จัดทำ

**บทคัดย่อ**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

โครงงานเรื่องยานลอยตัวจัดทำขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาในการลอยตัวในสภาพเสียดทานต่ำของยานลอยตัวจำลองได้นานที่สุด (2) เพื่อที่จะสามารถนำโครงงานนี้ไปปรับปรุง และพัฒนายานลอยตัวขนาดใหญ่ที่ใช้ในการโดยสาร และขนส่งสิ่งของให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

 ในการทดลองนี้คณะผู้จัดทำได้ใช้อุปกรณ์ในการวัดความดันและขนาดของลูกโป่งจากอุปกรณ์ที่มีชื่อว่าลูกโป่ง 2 ใบ จากโครงงานเรื่องการศึกษาการแพร่ของอากาศโดยลูกโป่ง 2 ใบ โดยประกอบด้วย (1) วาล์วเชื่อมระหว่างลูกโป่ง (2) ที่ใส่ลูกโป่ง (3) ตำแหน่งที่สูบลม (4) วาล์วกั้นระหว่างลูกโป่งกับแมนอมิเตอร์ (5) แมนอมิเตอร์ และอุปกรณ์ที่ คณะผู้จัดทำโครงงานประดิษฐ์ คือ
ยานลอยตัวซึ่งประกอบขึ้นจากแผ่นซีดีสำหรับเป็นฐานของยานลอยตัว ท่อพีวีซีสำหรับเป็นที่ปล่อยลม และแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อกำหนดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลม โดยใช้ลูกโป่งเป็นวัสดุที่เป็นแหล่งให้กำเนิดลมเนื่องจากเป็นวัสดุที่สามารถควบคุมปริมาตรและความดันได้ง่าย มีการทดลองทั้งหมด 5 การทดลองคือ (1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลม (2) ขนาดลูกโป่ง (3) ความดันภายในลูกโป่ง (4) น้ำหนักยานลอยตัว (5) สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้น
 จากการบันทึกผลการทดลองทั้งหมด พบว่าถ้าหากเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลมมีขนาดเล็กขนาดลูกโป่งใหญ่ ความดันภายในลูกโป่งน้อย น้ำหนักของยานลอยตัวมาก ส่งผลให้ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำได้นาน และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นนั้นมีผลน้อยกับเวลา

 **Abstract**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

The purpose of project to study (1) the factors that affect the time to float in a low friction floating replica of the ship as long as possible in order. (2) To bring this project to improve and development of a large ship floating in the cabin, and transporting goods to the highest efficiency.
 In this experiment, the organizers could be use the device to measure the pressure and the size of the balloon device called a bump 2 leaves. This project studies the spread of the air by balloons 2 consists of (1) the valve connecting the balloons. (2) equipment to put balloons (3) equipment to pump bellows (4) valve between the balloons with manometer (5) Manometer and the second piece of invented vehicles floating up from a CD for a hovercraft. Vehicle PVC pipe for the deflates and aluminum plate to determine the size of the hole. Using balloons as a source material for wind generators due to a material that can control the volume and pressure. There were a total of five experiments: (1) diameter holes that let air (2) Size of the balloon (3) the pressure inside the balloon (4) Weight of hovercraft (5) coefficient of friction on the floor.
 The results of all the trials. If the diameter of the balloon is deflates a smaller ,the size of balloon is bigger. The pressure inside of balloon is less .The weight of the aircraft is very buoyant The ship floating adrift in a low friction for longer. and the coefficient of friction on the floor is less effective with time.

**สารบัญ**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

|  |  |
| --- | --- |
| เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด  | **หน้า** |
|  |  |
| บทคัดย่อ | ก |
| Abstract | ข |
| กิตติกรรมประกาศ  | ค |
| สารบัญสาร | ง |
| สารบัญตาราง | จ |
| สารบัญภาพ  | ฉ |
| สารบัญกราฟ | ช |
| อธิบายสัญลักษณ์  | ซ |
| บทที่ 1 บทนำ บทนำ  |  |
|  ที่มาและความสำคัญ | 1 |
|  วัตถุประสงค์ | 2 |
|  ขอบเขตการศึกษา | 2 |
|  สมมติฐาน | 2 |
|  ตัวแปรที่ศึกษา | 2 |
|  นิยาเชิงปฏิบัติการ | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง  | 6 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง  | 10 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง  | 14 |
| บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง  | 22 |
| เอกสารอ้างอิง | 24 |
| ภาคผนวก | 25 |
|  **ก**  |  |
|  **ข** |  |

**สารบัญตาราง**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

|  |  |
| --- | --- |
| **ตารางที่**เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด  | **หน้า** |
|  |  |
| 4.1 ทดลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นโต๊ะ | 15 |
| 4.2 ทดลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นยาง | 16 |
| 4.3 เปรียบเทียบสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นโต๊ะ (0.256479) และพื้นยาง (0.287680) | 17 |
| 4.4 เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่ปล่อยลมกับเวลาโดยกำหนดให้ลูกโป่งมีขนาด  20.00 เซนติเมตร ความต่างระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร  | 17 |
| 4.5 เปรียบเทียบขนาดของลูกโป่งกับเวลาโดยกำหนดให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลม  คือ 5.24 มิลลิเมตร ความต่างของระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร  | 18 |
| 4.6 เปรียบเทียบความดันของลูกโป่งกับเวลาโดยกำหนดให้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลม  คือ 5.24 มิลลิเมตรขนาดลูกโป่ง 20.00 เซนติเมตร  | 19 |
| 4.7 เปรียบเทียบน้ำหนักของยานลอยตัวกับเวลา โดยกำหนดให้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรู  ที่ปล่อยลม คือ 5.24 มิลลิเมตรขนาดลูกโป่ง 20.00 เซนติเมตร  ความดัน 1.0156×105 นิวตันต่อตารางเมตร | 20 |

**สารบัญภาพ**

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

|  |  |
| --- | --- |
| **ภาพที่**เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด  | **หน้า** |
|  |  |
| ภาพที่ 1 จำลองการปล่อยแผ่นซีดีเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดแทน  | 14 |
| ภาพที่ 2 แรงที่กระทำกับยานลอยตัว  | 21 |
| ภาพที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและวัดขนาดของลูกโป่ง  | 26 |
| ภาพที่ 4 วาล์วเชื่อมระหว่างลูกโป่ง  | 26 |
| ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่สูบลม  | 26 |
| ภาพที่ 6 แมนอมิเตอร์  | 27 |
| ภาพที่ 7 วาล์วกั้นระหว่างแมนอมิเตอร์กับลูกโป่ง  | 27 |
| ภาพที่ 8 ที่ใส่ลูกโป่ง  | 27 |
| ภาพที่ 9 แรงที่กระทำกับยานลอยตัว  | 28 |
| ภาพที่ 10 ตัวอย่างแผ่นซีดี  | 29 |
| ภาพที่ 11 ยานลอยตัวที่ประกอบขึ้นจากแผ่นซีดี แผ่นอะลูมิเนียม และท่อพีวีซี  | 30 |
| ภาพที่ 12 ยานลอยตัวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.24 มิลลิเมตร  | 30 |
| ภาพที่ 13 ยานลอยตัวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.24 มิลลิเมตร  | 30 |

**สารบัญกราฟ**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

|  |  |
| --- | --- |
| **กราฟที่**เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด  | **หน้า** |
|  |  |
| 4.1 ทดลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นโต๊ะ  | 15 |
| 4.2 ทดลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นยาง  | 16 |

**บทที่ 1**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**บทนำ**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**1.1 ที่มาและความสำคัญ**

 ในปัจจุบันนี้ การเดินทาง และการขนส่งมีสิ่งที่ช่วยให้ชีวิตประจำวันของเราสะดวกและรวดเร็ว ด้วยยานพาหนะไม่ว่าจะเป็น ทางบก ทางน้ำ หรือแม้กระทั่งทางอากาศ ยานพาหนะที่ใช้โดยสาร และขนส่งสิ่งของอยู่หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น รถยนต์ เครื่องบิน เรือ ยานพาหนะรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ยานพาหนะ ที่มีการเคลื่อนที่โดยอาศัยแรงดันของอากาศในการเคลื่อนที่ มีชื่อเรียกว่า เบาะอากาศ หรือ โฮเวอร์คราฟท์
 ในปี 1877 จอร์น ทอร์นี่ครอฟท์ นักออกแบบเรือผู้ปราดเปรื่องชาวอังกฤษ เสนอว่า การที่มีช่องอากาศใต้ท้องเรืออาจช่วยลดแรงเสียดสีได้ ได้ทำการทดสอบแนวคิดนี้กับแบบจำลองเรือท้องแบนด้วยการเจาะเป็นช่องใต้เรือ อากาศจะถูกกักอยู่ในนั้นและช่วยยกให้เรือขึ้นพ้นน้ำ ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น ต่อมาได้สร้างแบบจำลองที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นโดยใช้กลไกนาฬิกาเชื่อมต่อกับเครื่องเป่าลม เครื่องเป่าลมจะสูบอากาศลงไปใต้ท้องเรือ เมื่อมันผ่านน้ำ อากาศจะทำหน้าที่หล่อลื่น ลดแรงเสียดสีของเรือและเพิ่มความเร็วขึ้น
 ต่อมา นักออกแบบได้พัฒนาโฮเวอร์คราฟท์ใหม่สำหรับใช้ทางทหารโดยเฉพาะ ซึ่งมันเป็นที่ต้องการของกองกำลังทั่วโลก ด้วยความสามารถในการสะเทินน้ำสะเทินบก การอำพรางตัวเพราะมีพลังงานแม่เหล็กต่ำจนโซน่าร์ไม่สามารถตรวจจับได้ นอกจากนั้นโฮเวอร์คราฟท์ยังมีความพิเศษในการเหินข้ามกับระเบิดโดยไม่ไปสัมผัส ซึ่งถึงแม้ว่ามันจะระเบิดขึ้น แต่โฮเวอร์คราฟท์ก็ยังทนต่อการระเบิดได้ทั้งบนบกและใต้น้ำ แรงดันบนพื้นเพียงน้อยนิดทำให้พวกมันปลอดภัยโดยสิ้นเชิง
 คณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาหลักการทำงานของเบาะอากาศ และนำผลการศึกษาที่ได้มาลองประดิษฐ์ยานลอยตัวจำลองขึ้น ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับการทำงานของเบาะอากาศ เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เบาะอากาศลอยตัวในสภาพแรงเสียดทานต่ำได้ โดยใช้แผ่นซีดี มาสร้างเป็นฐานของยานลอยตัว ท่อพีวีซีมาสร้างเป็นฐานปล่อยลม และใช้ลูกโป่งเป็นแหล่งปล่อยลม เพราะลูกโป่งในแต่ละขนาดมีค่าความยืดหยุ่นที่แตกต่างกันซึ่งทำให้สามารถกำหนดขนาด

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

และความดันของลูกโป่งได้ คือ ขนาดต่างความดันเท่า หรือขนาดเท่าความดันต่างได้ นำวัสดุทั้งหมดนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะได้เป็นยานลอยตัวจำลองซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกับเบาะอากาศ
 จากเหตุการณ์ข้างต้น เป็นผลให้เกิดโครงงานเรื่อง ยานลอยตัว เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาในการลอยตัวในสภาพเสียดทานต่ำของยานลอยตัวจำลอง ที่ทำให้ยานลอยตัวได้นานที่สุด

**1.2 วัตถุประสงค์** 1.2.1 เพื่อประดิษฐ์ยานลอยตัวจำลองจากแผ่นซีดี และท่อพีวีซี
 1.2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีผลต่อเวลาในสภาพเสียดทานต่ำ

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

1.3.1ศึกษาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ต่างกัน คือ พื้นโต๊ะ และพื้นยาง
 1.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่ปล่อยลม 4 รู คือ 5.24 มิลลิเมตร, 7.24 มิลลิเมตร, 9.24 มิลลิเมตร และ 11.50 มิลลิเมตร
 1.3.3 ขนาดของลูกโป่ง 3 ขนาด คือ 20.00 เซนติเมตร, 23.33 เซนติเมตร
และ 25.53 เซนติเมตร
 1.3.4 ผลต่างของระดับน้ำ (เทียบเคียงความดัน) 15.96 เซนติเมตร , 18.63 เซนติเมตร และ23.60 เซนติเมตร
 1.3.5 น้ำหนักของยานลอยตัว คือ 14.38 กรัม, 35.13 กรัม และ45.51 กรัม

**1.4 สมมุติฐานการทดลอง**

 1.8.1 สามารถประดิษฐ์ยานลอยตัวจากที่มีหลักการทำงานคล้ายกับเบาะอากาศจากแผ่นซีดี แผ่นอะลูมิเนียม และท่อพีวีซีได้
1.4.2สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมีผลน้อยต่อเวลาในการลอยตัวในสภาพเสียดทานต่ำของยานลอยตัว ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลมมีขนาดเล็ก ลูกโป่งขนาดใหญ่ ความดันภายในลูกโป่งน้อย น้ำหนักของยานลอยตัวมาก ส่งผลให้เวลาในการลอยตัวในสภาพเสียดทานต่ำ ของยานลอยตัวลอยอยู่ ได้นาน

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**1.5 ตัวแปรที่ศึกษา** 1.5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการลอยตัวของยานโดยเปลี่ยนสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
 1.5.1.1 ตัวแปรต้น
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
 1.5.1.2 ตัวแปรตาม
 - เวลาที่ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำ
 1.5.1.3 ตัวแปรควบคุม
 - ความดัน (ความต่างของระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร)
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูปล่อยลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.24 มิลลิเมตร)
 - ขนาดของลูกโป่ง (ขนาด 20.00 เซนติเมตร)
 - น้ำหนักของยานลอยตัว (14.38 กรัม)
 1.5.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการลอยตัวของยานจากขนาดของรูที่ปล่อยลม
 1.5.2.1 ตัวแปรต้น
 - ขนาดของรูที่ปล่อยลม
 1.5.2.2 ตัวแปรตาม
 - เวลาที่ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำ
 1.5.2.3 ตัวแปรควบคุม
 - ขนาดของลูกโป่ง (ขนาด 20.00 เซนติเมตร)
 - ความดัน (ความต่างของระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร)
 - น้ำหนักของยานลอยตัว (14.38 กรัม)
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (พื้นโต๊ะ 0.256479)
 1.5.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาการลอยตัวของยานจากขนาดของลูกโป่ง
 1.5.3.1 ตัวแปรต้น
 - ขนาดลูกโป่ง
 1.5.3.2 ตัวแปรตาม
 - เวลาที่ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำ
 1.5.3.3 ตัวแปรควบคุม
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูปล่อยลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.24 มิลลิเมตร)
 - ความดัน (ความต่างของระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร)
 - น้ำหนักของยานลอยตัว (14.38 กรัม)
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (พื้นโต๊ะ 0.256479)
1.5.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาการลอยตัวของยานจากความดันของลูกโป่ง
1.5.4.1 ตัวแปรต้น
 - ความดัน (ความต่างของระดับน้ำ)
1.5.4.2 ตัวแปรตาม
 - เวลาที่ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำ
 1.5.4.3 ตัวแปรควบคุม
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูปล่อยลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.24 มิลลิเมตร)
 - ขนาดของลูกโป่ง (ขนาด 20.00 เซนติเมตร)
 - น้ำหนักของยานลอยตัว (14.38 กรัม)
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (พื้นโต๊ะ 0.256479)
 1.5.5 การทดลองที่ 5 ศึกษาการลอยตัวของยานจากน้ำหนักของยานลอยตัวจำลอง
 1..5.1 ตัวแปรต้น
 - น้ำหนักของยานลอยตัว
1.5.5.2 ตัวแปรตาม
 - เวลาที่ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำ
1.5.5.3 ตัวแปรควบคุม
 - ความดัน (ความต่างของระดับน้ำ 23.60 เซนติเมตร)
 - ขนาดของลูกโป่ง (ขนาด 20.00 เซนติเมตร)
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (พื้นโต๊ะ 0.256479)
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูปล่อยลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.24 มิลลิเมตร)

**1.6 นิยามเชิงปฏิบัติการ**

 ยานลอยตัว คือ อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจากแผ่นซีดี แผ่นอะลูมิเนียม และท่อพีวีซีเชื่อมเข้าด้วยกัน

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**บทที่ 2**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**ควรมีข้อความเกริ่นเพื่อนำไปสู่ที่มา และความสำคัญของเรื่องที่ศึกษา**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

 2.1.1 สมการแบร์นูลลี กับ แรงยกใต้ปีก พลศาสตร์ของของไหลเป็นการศึกษาของไหลที่มีการเคลื่อนที่โดยสมมติให้ของไหลเป็นของไหลอุดมคติ พฤติกรรมของของไหลอุดมคติอธิบายได้ด้วยสมการความต่อเนื่อง สมการของ
แบร์นูลลีและหลักของแบร์นูลลี ความรู้เกี่ยวกับหลักการของแบร์นูลลีนำไปใช้อธิบายการทำงานของอุปกรณ์บางอย่าง เช่น เครื่องพ่นสี การทำงานของปีกเครื่องบิน เป็นต้นรวมทั้งใช้อธิบายปรากฏการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวัน

 2.1.1.1 (หัวข้อย่อยของ 2.1.1)

 1) หัวข้อย่อยของ 2.1.1.1

**บทที่ 3**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**วิธีดำเนินการทดลอง**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

**3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ**

 3.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือหลักที่ต้องใช้

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

 **ชนิดอุปกรณ์ จำนวน**

 เครื่องสูบลูกโป่งและวัดความดัน 1 เครื่อง

 เครื่องชั่งดิจิทอล 1 เครื่อง

 เวอร์เนี่ยร์ 1 อัน

 แผ่นเหล็กฉากบาง 2 แผ่น

 เหล็กกั้น 4 แท่ง

 ที่จับหลอดทดลอง(test tube holder) 1 อัน

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

 3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องจัดหา
 **ชนิดอุปกรณ์ จำนวน**

 ลูกโป่ง 15 ลูก

 แผ่นซีดี 6 แผ่น

 ท่อพีวีซี 3 ท่อน (เส้นผ่านศูนย์กลาง

 1.80เซนติเมตร สูง 3.00 เซนติเมตร)

**บทที่ 4**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**ผลการทดลอง**

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาการลอยตัวของยานจากความดันของลูกโป่ง**

 4.1.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง ศึกษาการลอยตัวของยานโดยเปลี่ยนสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานทดลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาการลอยตัวของยานจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่ปล่อยลม**

**บทที่ 5**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

**สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง**

 **(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**5.1 สรุปผลการทดลอง**

 จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.3 พบว่า สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมีผลน้อยกับเวลา

จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.4 พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลม มีผลต่อเวลาในการลอยตัวของยานลอยตัว เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลมที่มีขนาดเล็ก เวลาในการลอยตัวจะนานกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลมที่มีขนาดใหญ่

จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.5 พบว่า ขนาดของลูกโป่ง มีผลต่อเวลาในการลอยตัวของยานลอยตัวเมื่อลูกโป่งที่มีขนาดใหญ่กว่าจะลอยตัวได้นานกว่าลูกโป่งที่มีขนาดเล็กกว่า

จากตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.6 พบว่า จากการทดลองความดันของลูกโป่ง(ความต่างของระดับน้ำ) มีผลต่อเวลาในการลอยตัวของยานลอยตัว เมื่อลูกโป่งที่มีความดันน้อยกว่าจะลอยตัวได้นานกว่าลูกโป่งที่มีความดันมากกว่า

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

**5.2 อภิปรายผลการทดลอง** จากตารางบันทึกผลการทดลองทั้งหมด พบว่าถ้าหากสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้น มีผลน้อยกับเวลาเส้นผ่านศูนย์กลางรูที่ปล่อยลมมีขนาดเล็ก ขนาดลูกโป่งใหญ่ ความดันลูกโป่งน้อย และน้ำหนักของยานลอยตัวมาก ส่งผลให้ยานลอยตัวลอยอยู่ในสภาพแรงเสียดทานต่ำได้นาน **5.3 ข้อเสนอแนะ** ยานลอยตัวที่ศึกษาในโครงงานนี้เป็นเพียงการจำลองเพื่อให้รู้ปัจจัยที่มีผลต่อการลอยตัวของยานในสภาพเสียดทานต่ำ อยากให้ผู้ที่ศึกษาลองนำโครงงานนี้ไปต่อยอดในไปประดิษฐ์คิดค้นยานลอยตัวที่สามารถเป็นได้ทั้งยานพาหนะและขนส่งสิ่งของได้ในชีวิตประจำวันโดยนำปัจจัยที่คณะผู้จัดทำได้ศึกษาไปประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ยานลอยตัวที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

 **(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

**เอกสารอ้างอิง**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ.(2557). **พลศาสตร์ของไหล**

 **หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ 4 ว029.** (หน้า 33-34). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา
 ลาดพร้าว, 2554.

ณัฐพล ภูษาและฐิติกร คาวัง. (2555). **เรือสะเทินน้ำสะเทินบก.** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

 https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc\_upload/201303041
 65755.pdf. (วันที่สืบค้น : 13 กุมภาพันธ์ 2558).

ปิยะ พละคช. **สมการของแบร์นูลลี.**(2555). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.scimath.org/

 socialnetwork/groups/viewbulletin/1702. (วันที่สืบค้น : 14 กุมภาพันธ์ 2558).

นิรนาม. **พลศาสตร์ของไหล(Fluid Dynamics).** (ม.ป.ป). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

 http://www. atom. rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/15/9/Fluid/
 fluiddynamic.htm. (วันที่สืบค้น : 14 กุมภาพันธ์ 2558).

ยอโกะ กิตะกะมิ และคณะ. (2558). **การศึกษาการแพร่ของอากาศโดยลูกโป่งสองใบ**. วิชาระเบียบ
 วิจัย ว30291 โครงการพิเศษห้องเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ
 สิ่งแวดล้อม โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร.

สมศักดิ์ ตันติวิวัทน์. (2555). **โฮเวอร์คราฟต์ และไฮโดรฟอยล์.** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

 <http://www.rtc.ac.th/www_km/02/021/1101.pdf>. (วันที่สืบค้น :13 กุมภาพันธ์
 2558).

Brian R. (2007). **Air-layer Induced Skin-frictionDrag Reduction.**

 [homepage on the Internet]. [cited 2015 Feb.14].Available from:
 <http://sitemaker.umich.edu/>belbing/files/aldr\_rev1.pdf.

**ภาคผนวก**

**(TH Sarabun ขนาด 18 จุด ตัวหนา)**

**(TH Sarabun ขนาด 22 จุด ตัวหนา)**

ระยะห่าง 1.5 นิ้ว

เว้น 1 บรรทัด ขนาด 16 จุด

ภาคผนวกที่ 1 : อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและวัดขนาดของลูกโป่ง



**ภาพที่ 3** อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและวัดขนาดของลูกโป่ง



**ภาพที่ 4** วาล์วเชื่อมระหว่างลูกโป่ง