ผลและการวิจารณ์

การทำการทดลองเพื่อหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามเหลี่ยมมุมฉาก และสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยใช้ทฤษฎีแกนขนานด้วยชุดทดลองฟิสิกัลเพนดูลัม ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการทดลองการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ข้อมูลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

มวล (m)	421.25	กรัม	เทียบเท่ากับ	0.421	กิโลกรัม
กว้าง (A)	30.0	เซนติเมตร	เทียบเท่ากับ	0.300	เมตร
ยาว (B)	40.0	เซนติเมตร	เทียบเท่ากับ	0.400	เมตร
ค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก (g)				9.805	เมตร/วินาที^{2}

สูตรทางทฤษฎีของค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ($I_{Z_{CM}}$) : $\frac{1}{12}m\left(A^2+B^2\right)$

โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ($I_{Z_{CM}}$) ที่เกิดจากแทนค่าในสูตร 0.00877 กิโลกรัม·เมตร^2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 ผลการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
1	0.225	1	20	22.62	1.13	1.13	0.00886	0.00877	1.07
		2	20	22.65	1.13				
		3	20	22.66	1.13				
		4	20	22.69	1.13				
		5	20	22.58	1.13				
2	0.180	1	20	21.92	1.10	1.09	0.00890	0.00877	1.52
		2	20	21.84	1.09				
		3	20	21.88	1.09				
		4	20	21.87	1.09				
		5	20	21.88	1.09				
3	0.135	1	20	21.46	1.07	1.07	0.00864	0.00877	1.48
		2	20	21.49	1.07				
		3	20	21.48	1.07				
		4	20	21.50	1.08				
		5	20	21.52	1.08				

ตาราง 2 (ต่อ)

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
4	0.0900	1	20	22.62	1.13	1.13	0.00868	0.00877	1.06
		2	20	22.69	1.13				
		3	20	22.66	1.13				
		4	20	22.65	1.13				
		5	20	22.66	1.13				
5	0.0450	1	20	28.35	1.42	1.42	0.00862	0.00877	1.67
		2	20	28.37	1.42				
		3	20	28.4	1.42				
		4	20	28.36	1.42				
		5	20	28.37	1.42				

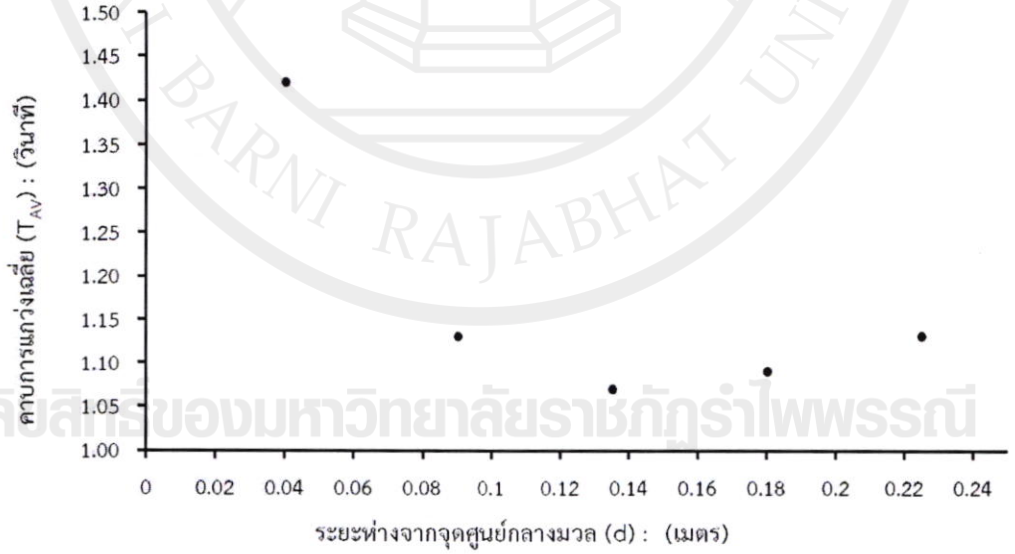
จากตาราง 2 พบว่า ตำแหน่งของจุดแขวนที่มีคาบการแกว่งต่ำสุด คือ ระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 13.5 เซนติเมตร มีค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลองเท่ากับ 0.00864 กิโลกรัม·เมตร^2 และค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎีเท่ากับ 0.00877 กิโลกรัม·เมตร^2

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง คาบเฉลี่ยในการแกว่ง กับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล โดยใช้ข้อมูลดังตาราง 3

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

จุดที่	ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล (เมตร)	คาบเฉลี่ยในการแกว่ง (วินาที)
1	0.225	1.13
2	0.180	1.09
3	0.135	1.07
4	0.0900	1.13
5	0.0450	1.42

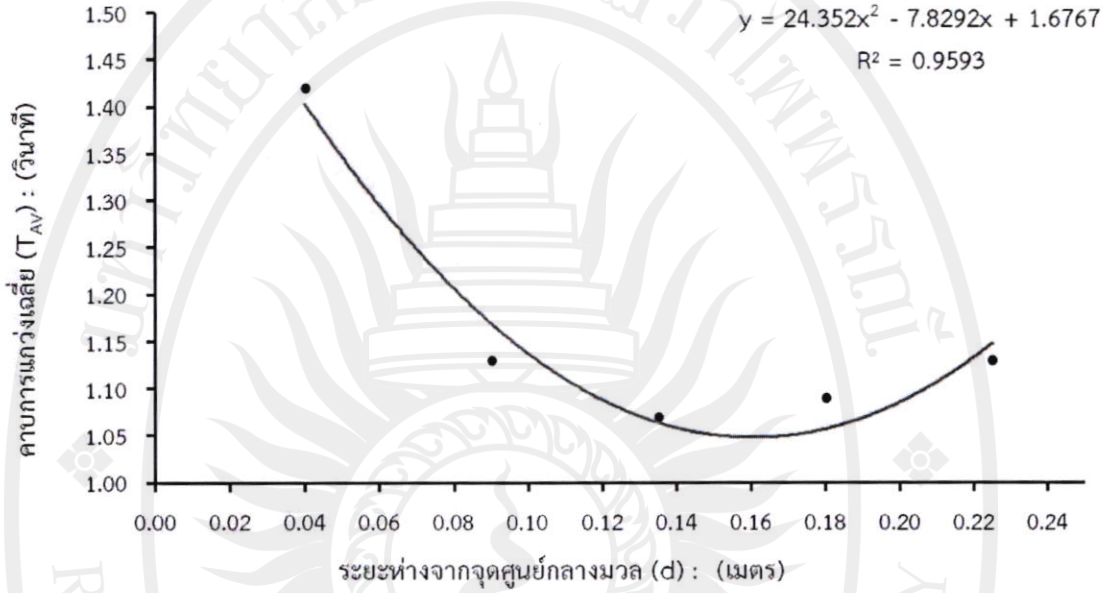
ซึ่งเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อใช้โปรแกรม Microsoft Excel หาสมการของเส้นแนวโน้ม สองระดับได้แก่ พหุนามกำลังสอง และพหุนามกำลังสี่ ให้รูปสมการ และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ซึ่งหาระยะห่างจากตำแหน่งศูนย์กลางมวลที่ทำให้คาบเฉลี่ยในการแกว่งมีค่าต่ำสุด ได้ดังภาพประกอบ 20 - 21



ภาพประกอบ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมเส้นแนวโน้มในรูปสมการพหุนามกำลังสอง

สมการพหุนามกำลังสองคือ $T = 24.352d^2 - 7.8292d + 1.6767$

โดยมีค่า $R^2 = 0.9593$

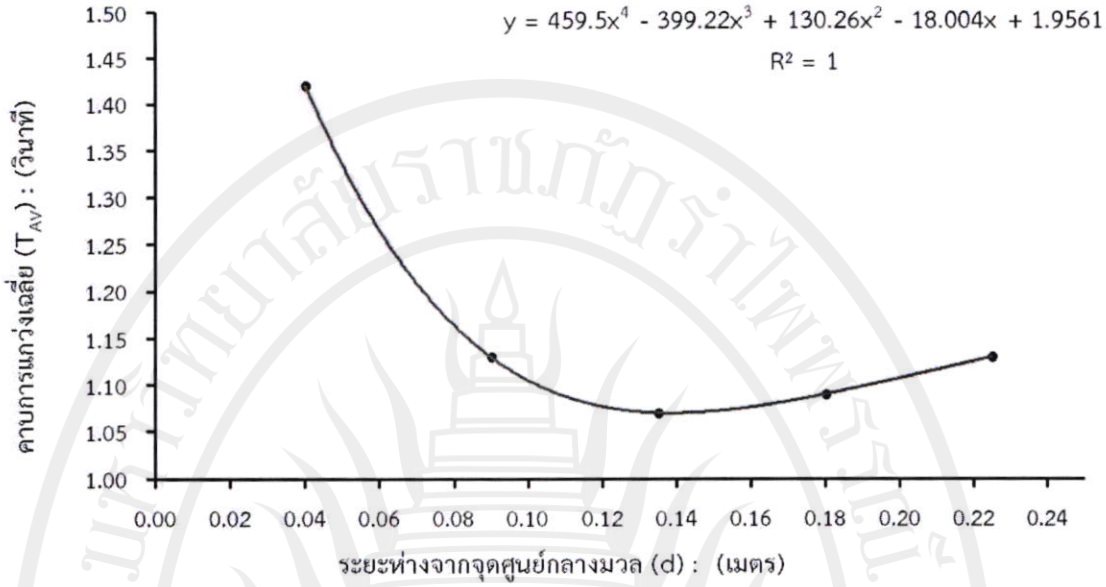
จุดวิกฤต d ที่ทำให้คาบการแกว่งต่ำสุด หาจาก

$$\frac{d}{dd}\left(24.352d^2 - 7.8292d + 1.6767\right) = 0$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

นั่นคือ $48.704d - 7.8292 = 0$

มีคำตอบคือ 0.161 เมตร หรือประมาณ 16.1 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พร้อมเส้นแนวโน้มในรูปสมการพหุนามกำลังสี่

สมการพหุนามกำลังสี่คือ $T = 459.5d^4 - 399.22d^3 + 130.26d^2 - 18.004d + 1.9561$

โดยมีค่า $R^2 = 1$

จุดวิกฤต d ที่ทำให้คาบการแกว่งต่ำสุด หาจาก

$$\frac{d}{dd}\left(459.5d^4 - 399.22d^3 + 130.26d^2 - 18.004d + 1.9561\right) = 0$$

นั่นคือ $1838d^3 - 1197.66d^2 + 260.52d - 18.004 = 0$

ให้คำตอบจำนวนสามคำตอบได้แก่

คำตอบที่ 1 0.13886948205227845

คำตอบที่ 2 0.2563704820424136 + 0.06936228570930225i

คำตอบที่ 3 0.2563704820424136 - 0.06936228570930225i

และมีคำตอบที่เป็นจำนวนจริงเพียงค่าเดียวคือ 0.139 เมตร หรือประมาณ 13.9 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ผลการทดลองการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ข้อมูลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

มวล (m)	207.30	กรัม	เทียบเท่ากับ	0.207	กิโลกรัม
กว้าง (A)	30.0	เซนติเมตร	เทียบเท่ากับ	0.300	เมตร
ยาว (B)	40.0	เซนติเมตร	เทียบเท่ากับ	0.400	เมตร
ค่าความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงของโลก (g)				9.805	เมตร/วินาที^{2}

สูตรทางทฤษฎีของค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ($I_{Z_{CM}}$) : $\frac{1}{18}m\left(A^2+B^2\right)$

โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ($I_{Z_{CM}}$) ที่เกิดจากแทนค่าในสูตร 0.00288 กิโลกรัม·เมตร^2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 4 ผลการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
1	0.250	1	20	22.11	1.11	1.11	0.00283	0.00288	1.60
		2	20	22.14	1.11				
		3	20	22.12	1.11				
		4	20	22.17	1.11				
		5	20	22.16	1.11				
2	0.200	1	20	20.89	1.04	1.04	0.00289	0.00288	0.64
		2	20	20.82	1.04				
		3	20	20.85	1.04				
		4	20	20.8	1.04				
		5	20	20.83	1.04				
3	0.150	1	20	19.82	0.99	0.99	0.00291	0.00288	1.32
		2	20	19.81	0.99				
		3	20	19.84	0.99				
		4	20	19.79	0.99				
		5	20	19.77	0.99				

ตาราง 4 (ต่อ)

ตำแหน่งที่	ระยะ d (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนรอบการแกว่ง (รอบ)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	คาบ (วินาที)	คาบเฉลี่ย (วินาที)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลอง (กิโลกรัม·เมตร^2)	ค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎี (กิโลกรัม·เมตร^2)	Error (%)
4	0.100	1	20	19.68	0.98	0.98	0.00291	0.00288	1.29
		2	20	19.63	0.98				
		3	20	19.74	0.99				
		4	20	19.65	0.98				
		5	20	19.69	0.98				
5	0.0500	1	20	22.73	1.14	1.14	0.00281	0.00288	2.38
		2	20	22.74	1.14				
		3	20	22.72	1.14				
		4	20	22.77	1.14				
		5	20	22.7	1.14				

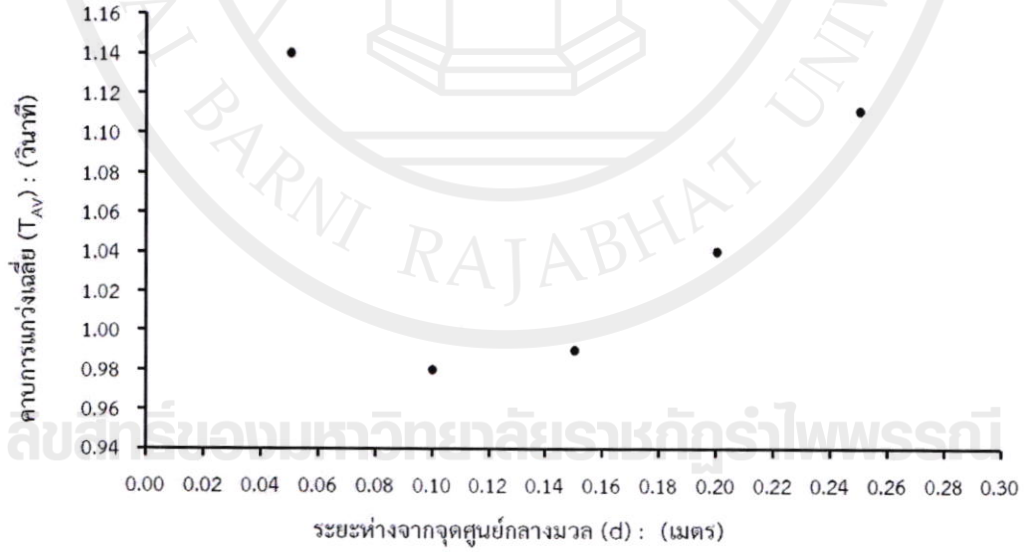
จากตาราง 4 พบว่า ตำแหน่งของจุดแขวนที่มีคาบการแกว่งต่ำสุด คือ ระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 10.0 เซนติเมตร มีค่า $I_{Z_{CM}}$ จากการทดลองเท่ากับ 0.00291 กิโลกรัม·เมตร^2 และค่า $I_{Z_{CM}}$ จากสูตรทางทฤษฎีเท่ากับ 0.00288 กิโลกรัม·เมตร^2

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง คาบเวลาเฉลี่ยในการแกว่ง กับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล โดยใช้ข้อมูล ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จุดที่	ระยะที่ห่างจากจุดศูนย์กลางมวล (เมตร)	คาบเฉลี่ยในการแกว่ง (วินาที)
1	0.250	1.11
2	0.200	1.04
3	0.150	0.99
4	0.100	0.98
5	0.050	1.14

ซึ่งเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวล และคาบเฉลี่ยในการแกว่งของวัตถุแผ่นบางรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAMPHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY