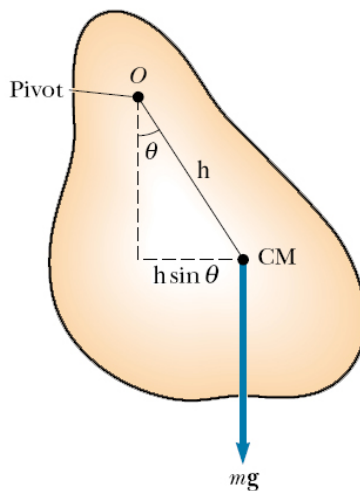


การทดลองที่ 6 ฟิสิกส์เพนดูลัมและทฤษฎีแก๊ซ

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต
2. เพื่อศึกษาหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของแท่งโลหะรอบจุดหมุนที่ไม่ใช่จุดศูนย์กลางมวล

ทฤษฎี



รูปที่ 1 ลูกตุ้มรูปร่างไม่แน่นอนเอียงทำมุม θ ใด ๆ กับแนวตั้งรอบจุดหมุน O

ฟิสิกส์เพนดูลัม ดังรูปที่ 1 เอียงทำมุม θ ใด ๆ กับแนวตั้งรอบจุดหมุน โดยไม่มีแรงเสียดทานจุดศูนย์กลางมวลอยู่ต่ำกว่าและห่างจากจุดหมุน h ให้มวลของลูกตุ้ม = m โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดหมุน = I จะได้

ทอร์คบิดกลับ

$$\Gamma = -(mg)(h \sin \theta) \tag{1}$$

หลังจากปล่อยมวล มวลจะแกว่งรอบจุดหมุน O เหมือนกับลูกตุ้มนาฬิกา ถ้าให้ θ มีขนาดเล็กมาก $\sin \theta \cong \theta$ สมการ (1) จะเปลี่ยนเป็น

$$\begin{aligned} \Gamma &= -(mgh)\theta \\ mgh &= \text{ค่าคงที่ แทนด้วย } k' \\ k' &= -\frac{\Gamma}{\theta} = mgh \end{aligned}$$

ความถี่เชิงมุม

$$\omega = \sqrt{\frac{k'}{I}} = \sqrt{\frac{mgh}{I}} \tag{2}$$

คาบ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{k'}} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgh}} \quad (3)$$

ขณะที่ทดลองเราให้ θ เล็กมาก ๆ แต่ถ้า θ มีขนาดใหญ่ขึ้น คาบเวลา T จริง ๆ จะต้องแทนด้วย

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgh}} \left(1 + \frac{1^2}{2^2} \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{1^2}{2^2} \frac{3^2}{4^2} \sin^4 \frac{\theta}{2} + \dots \right)$$

สำหรับโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ รอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล แทนด้วย I_{cm} ถ้าเราย้ายแกนหมุนไป ห่างจากจุดศูนย์กลางมวลออกไปเป็นระยะทาง (d) โดยมีแนวแกนขนานกับแนวเดิมโมเมนต์ความเฉื่อยจะมีค่าเปลี่ยนไปเป็น

$$I = I_{cm} + md^2$$

ตามทฤษฎีแกนขนาน (parallel axis theorem) และในการหาโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุ (I) อีกวิธีหนึ่ง เราอาจหาได้โดยการนำเอาวัตถุนั้นมาแขวนให้เคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก แล้วคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยได้จากสมการ

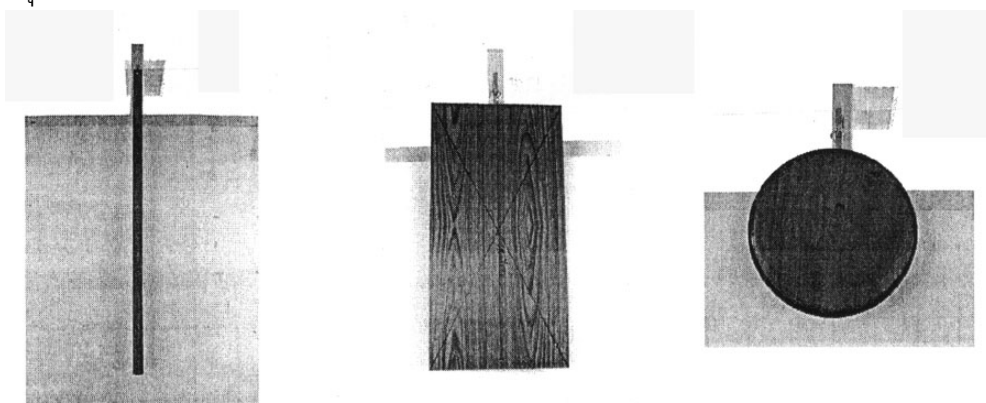
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (4)$$

(หาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากหนังสือฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย เรื่องทฤษฎีแกนขนานและฟิสิกส์เพนดูลัม)

$$\text{ดังนั้น} \quad I = \frac{mgdT^2}{4\pi^2} \quad (5)$$

อุปกรณ์การทดลอง

1. แท่งอลูมิเนียมยาว 0.60 เมตร เจาะรูทั้งสองด้าน
2. แผ่นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้า, แผ่นไม้กลม, วงแหวน
3. ชุดทดลองอเนกประสงค์ทางกลศาสตร์



รูปที่ 2 ภาพแสดงอุปกรณ์การทดลอง

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. นำเอาวัตถุรูปทรงต่างๆ ที่เตรียมไว้สำหรับใช้ทำการทดลองหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ทั้งหมดมาชั่งเพื่อหาค่ามวล (m) และวัดความสูง (l) ความกว้าง (a) ความยาว (b) หรือรัศมี (R) แล้วแต่รูปทรงของวัตถุ บันทึกค่าต่างๆ ในตารางลงบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1)
2. คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุรูปทรงต่างๆ โดยดูสูตรในการคำนวณจากตารางบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ช่องที่ 2 แล้วบันทึกค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวล (I_{cm}) ของวัตถุรูปทรงต่างๆ ทั้งหมดลงในตารางบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ช่องที่ 3
3. นำเอาแท่งอลูมิเนียมมาแขวนในที่แขวนที่กำหนดให้ บนชุดทดลองอเนกประสงค์ทางกลศาสตร์ แล้วลือคบบานพับตั้งรูปที่ 3

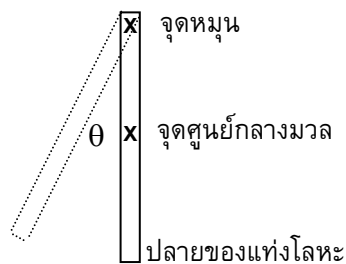


รูปที่ 3 นำวัตถุรูปทรงต่างๆ มาแขวนไว้

4. วัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางมวล (cm) กับจุดแขวนหรือจุดหมุน (d) บันทึกค่า d ในตารางบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ช่องที่ 4
5. คำนวณหาค่า md^2 แล้วบันทึกค่า md^2 ในตารางบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ช่องที่ 5
6. คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดหมุนหรือจุดแขวนโดยใช้ทฤษฎีแก๊สชานาน $I = I_{cm} + md^2$ นำค่าจากตารางบันทึกผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ช่องที่ 3 รวมกับช่องที่ 5 แล้วบันทึกค่าในช่องที่ 6
7. นำเอาแท่งอลูมิเนียม มาแขวนในที่แขวนตามจุดที่กำหนดให้ดึงแท่งอลูมิเนียมออกมาเล็กน้อย (ประมาณ 5 องศา) แล้วลือคบบานพับ

8. ปรับ Reset ให้อยู่ในตำแหน่ง 00 แล้วกดปุ่ม Start ปลดปล่อยแกว่งอลูมิเนียมแกว่งครบ 10 รอบ แล้วกดปุ่ม Stop หยุดเวลาบันทึกผลลงในตารางที่ 2 คำนวณหาคาบเวลา (T) แล้วบันทึกผลการทดลอง
9. นำเอาแกว่งอลูมิเนียมออกจากจุดแขวน แล้วนำเอาวัตถุรูปทรงอื่นๆ มาแขวนแทน (เรียงลำดับตามข้อมูลในตารางบันทึกผลการทดลอง) แล้วทำตามข้อ 7. ถึงข้อ 8.
10. คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดหมุนหรือจุดแขวน (I) ของแกว่งวัตถุโดยใช้สมการ (5) แล้วบันทึกผลการคำนวณ
11. หาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากการคำนวณในตารางที่ 1 (เป็นค่าคำนวณจากสูตร) กับโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากตารางที่ 2 (เป็นค่าคำนวณจากการแกว่ง)

ตอนที่ 2 หาโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดหมุนที่ไม่ใช่จุดศูนย์กลางมวล



1. แขวนแกว่งอลูมิเนียมกับจุดหมุนที่ตำแหน่ง 0, 5, 10, 15, 20, 25 cm จากจุดกึ่งกลางมวล แล้วแกว่งด้วยมุม θ เล็กๆ (5 องศา) ปรับ Reset ให้อยู่ในตำแหน่ง 00 แล้วกดปุ่ม Start ปลดปล่อยแกว่งอลูมิเนียมแกว่งครบ 10 รอบ แล้วกดปุ่ม Stop หยุดเวลาบันทึกผลลงในตารางที่ 3 ตอนที่ 2 ทำการทดลองซ้ำตำแหน่งละ 3 ครั้งหาค่าเวลาเฉลี่ย แล้วคำนวณหาคาบเวลา (T) บันทึกผลการทดลอง
2. คำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยจากคาบและสูตร เทียบกัน และหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 6 ฟิสิกส์เพนดูลัมและทฤษฎีแกนขนาน

ชื่อผู้ทดลอง 1. รหัส..... กลุ่ม.....
 ชื่อผู้ร่วมทดลอง 2. รหัส..... กลุ่ม.....
 3. รหัส..... กลุ่ม.....
 4. รหัส..... กลุ่ม.....
 ทำการทดลองวันที่..... เวลา.....

ผลการทดลองตอนที่ 1

แท่งอลูมิเนียม	สูง (l)เมตร	มวล (m).....กิโลกรัม
แผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	กว้าง (a).....เมตร ยาว (b).....เมตร	มวล (m).....กิโลกรัม
วงแหวน	รัศมี (R_1).....เมตร รัศมี (R_2).....เมตร	มวล (m).....กิโลกรัม
แผ่นไม้กลม	รัศมี (R).....เมตร	มวล (m).....กิโลกรัม

ตารางที่ 1 แสดงการคำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุทรงต่าง ๆ โดยใช้ทฤษฎีแกนขนาน

วัตถุที่ต้องการหา โมเมนต์ความเฉื่อย (I)	สมการของโมเมนต์ ความเฉื่อยรอบจุด ศก.มวล (I_{cm})	ค่าโมเมนต์ความ เฉื่อยรอบจุด ศูนย์กลางมวล (I_{cm})	จุดหมุนห่าง จากจุด ศก. มวล (d)	md^2	$I_{ทฤษฎีแกนขนาน}$ ($I_{cm} + md^2$)
แท่งอลูมิเนียม	$\frac{1}{12} ml^2$				
แผ่นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้า	$\frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$				
วงแหวนหนา	$\frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$				
แผ่นไม้กลม	$\frac{1}{2} mR^2$				

ลงชื่อ.....อาจารย์

ตัวอย่างการคำนวณ

.....

ตารางที่ 2 แสดงการคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้ทฤษฎีการแกว่งของฟิสิกส์เพนดูลัม

วัตถุที่ต้องการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I)	เวลาการแกว่งครบ 10 รอบ (t) (วินาที)	คาบเวลา ($T = \frac{1}{t}$) (วินาที)	ระยะห่างระหว่างจุด ศก.มวล กับจุดแขวนหรือจุดหมุน (d) (เมตร)	I ฟิสิกส์เพนดูลัม ($mgdT^2 / 4\pi^2$)	I ทฤษฎีแก๊ส (นำมาจากตารางที่ 1)	% ความแตกต่าง
แท่งอลูมิเนียม						
ไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้า						
วงแหวนหนา						
แผ่นไม้กลม						

ลงชื่อ.....อาจารย์

ผลการทดลองตอนที่ 2

m แท่งโลหะ =kg

ตารางที่ 3

h (m)	เวลาแกว่งครบ 10 รอบ (s)				คาบ T	I คาบ	I สูตร	% ความแตกต่าง
	ครั้งที่ 1 t_1	ครั้งที่ 2 t_2	ครั้งที่ 3 t_3	เวลาเฉลี่ย t				
0.00								
0.05								
0.10								
0.15								
0.20								
0.25								

ลงชื่อ.....อาจารย์

ตัวอย่างการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

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

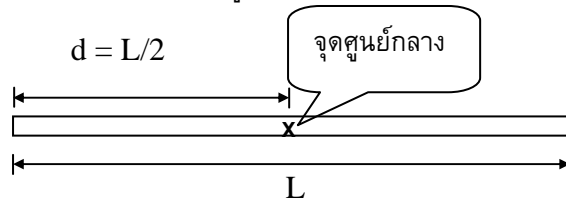
อภิปรายผลการทดลอง

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

ข้อเสนอแนะ

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

4. แขนงไม้เมตรที่ปลายข้างหนึ่ง ดังรูปที่ 1 จงหาคาบของการสั่น



.....

.....

.....

.....

.....

.....

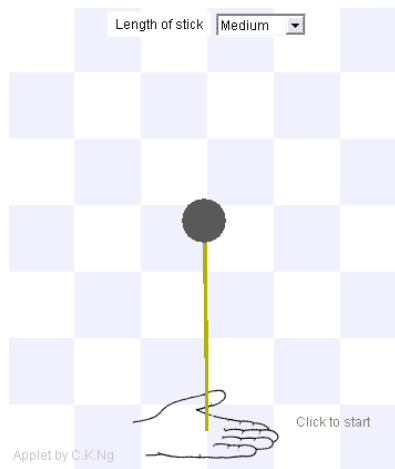
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

<http://203.158.100.140/labphysics1>



ท่านสามารถเลี้ยงแก๊สควบอยู่บนมือได้ โดยผ่านการทดลองทางอินเทอร์เน็ตอย่างน่ามหัศจรรย์ ซึ่งฟิสิกส์ราชมงคลจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อย จุดศูนย์กลางมวล ของแก๊ส ให้ท่านได้ทราบในหน้าถัดไป คลิกครับ

.....

.....

.....

.....

.....

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	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

