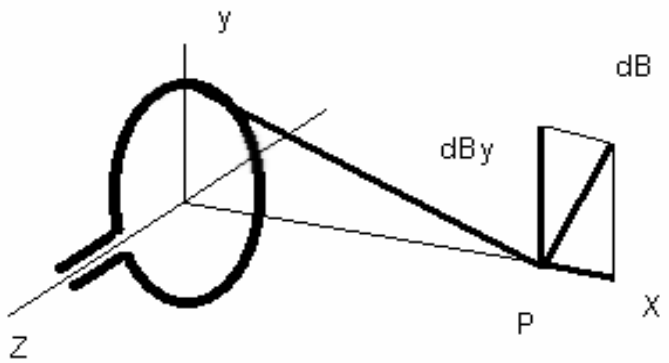
การทดลองที่ 7
การหาความเข้มของสนามแม่เหล็กโลกในแนวระดับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเข็มของสนามแม่เหล็กโลกในแนวระดับ
2. เพื่อใช้แทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์ วัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรที่กำหนดให้

ทฤษฎี

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า I เข้าไปในขดลวดวงกลม รัศมี a จะเกิดสนามแม่เหล็กที่มีค่าความเข้มสนาม $\vec{B}$ และ I สามารถแสดงได้ตาม กฎของบิโอต์และซาวาร์ต (Biot and Savart) ดังสมการที่ (1)



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\vec{r}}{r^2} \qquad (1)$$

เมื่อ μ_0 คือ สภาพซาบซึมได้ทางแม่เหล็ก(permeability)(weber/ampere)

r คือ ระยะจากขดลวดถึงจุดใดๆที่อยู่ในแนวแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางและตั้งฉากกับแนวระนาบขดลวด (m)

I คือ กระแสที่ผ่านในขดลวด (A)

B คือ ค่าสนามแม่เหล็ก (T)

ถ้าพิจารณาจุด P ใดๆตามแนวแกนตั้งฉากกับระนาบขดลวดวงกลมซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของขดลวดเป็นระยะ x จะเห็นว่า $d\vec{l}$ และ $\vec{r}$ ตั้งฉากเสมอ ทิศทางของสนามแม่เหล็กไปตาม กฎมือขวา เมื่อ $r=\sqrt{x^2+y^2}$ และ $y=a$ จะได้

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{(x^2+a^2)} \qquad (2)$$

ซึ่งแยกองค์ประกอบได้เป็น dB_x และ dB_y คือ

$$dB_x = dB\sin\alpha = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{(x^2+a^2)}\frac{a}{(x^2+a^2)^{1/2}} \qquad (3)$$

$$dB_y = dB\cos\alpha = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{(x^2+a^2)}\frac{x}{(x^2+a^2)^{1/2}} \qquad (4)$$

เนื่องจากความสมมาตรตามแนวแกน x เป็นองค์ประกอบของสนามแม่เหล็กในแนวตั้งฉากกับแกนรวมมีค่าเป็นศูนย์ สำหรับองค์ประกอบของสนามแม่เหล็กในแนวแกน x สามารถหาได้จาก อินทิเกรตสมการที่ (3)

$$B_x = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{adl}{(x^2+a^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{\mu_0 Ia}{4\pi(x^2+a^2)^{3/2}} \int dl$$

$$B_x = \frac{\mu_0 Ia^2}{2(x^2+a^2)^{3/2}} \quad \text{(Circular loop; } \int dl = 2\pi a \text{)} \qquad (5)$$

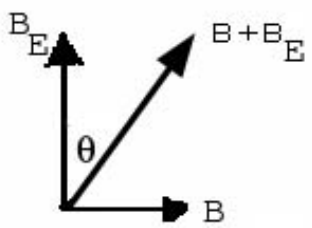
เมื่อพิจารณา ที่จุดศูนย์กลางของขดลวด ; $x = 0$ จะได้สมการ (5) เป็น

$$B_x = \frac{\mu_0 I}{2a} \quad \text{(Center of single circular loop)} \qquad (6)$$

ถ้าขดลวดมีจำนวน N รอบที่มีรัศมีเท่ากัน แต่ละรอบของขดลวดจะสามารถทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีค่าเท่ากันที่ตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นจะได้

$$B_x = \frac{\mu_0 NI}{2a} \quad (N \text{ circular loop }) \qquad (7)$$

สนามแม่เหล็กโลกที่บริเวณใกล้ๆผิวโลกจะมีทิศทางอยู่ในแนวนอนขนานกับพื้นโลกจากใต้ไปเหนือ ถ้าวางขดลวดวงกลมโดยให้ระนาบขนานกับแนวเมอริเดียนแม่เหล็กโลก แล้วว่างเข็มทิศไว้ที่จุดกึ่งกลางของขดลวดขณะที่ไม่มีกระแสไหล เข็มทิศจะชี้ตามแนวเมอริเดียน แต่ถ้าปล่อยกระแสเข้าสู่ขดลวดจะเกิดการรวมกันระหว่างสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้เข็มทิศทำมุมเบี่ยงเบนเป็นมุม θ และสามารถคำนวณสนามแม่เหล็กโลก(B_E) ได้จากการรวมกับแนวเวกเตอร์ระหว่างสนามแม่เหล็ก $\vec{B}_E$ ซึ่งจะได้



จากรูปจะได้

$$\tan\theta = \frac{B}{B_E}$$

$$= \frac{\mu_0 NI}{2aB_E}$$

$$I = \frac{2aB_E \tan\theta}{\mu_0 N} \qquad (8)$$

ถ้าให้

$$k = \frac{2aB_E}{\mu_0 N}$$

$$I = k\tan\theta$$

ความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก ณ สนามที่ทดลองจะมีค่าประมาณ $3.3\times10^{-5} - 3.5\times10^{-5}$ เทสลา

เครื่องมือวัดชนิดนี้เรียกว่า แทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์ ในการทดลองค่าที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ กรณีที่มุม θ เบี่ยงเบนไปเป็นมุม 45 องศา ดังนั้นจะพิสูจน์ให้เห็นดังนี้

$$I = k\tan\theta$$

$$dI = k\sec^2\theta d\theta$$

หรือ $$\frac{dI}{I} = \frac{2d\theta}{\sin 2\theta}$$

ปริมาณ $\frac{dI}{I}$ คือ ปริมาณที่ใช้วัดค่าความคลาดเคลื่อน จะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนนี้จะขึ้นอยู่กับค่า $\sin 2\theta$ เมื่อค่านี้มีมากที่สุด ความคลาดเคลื่อนจะน้อยที่สุด นั่นคือ $\theta = 45^\circ$

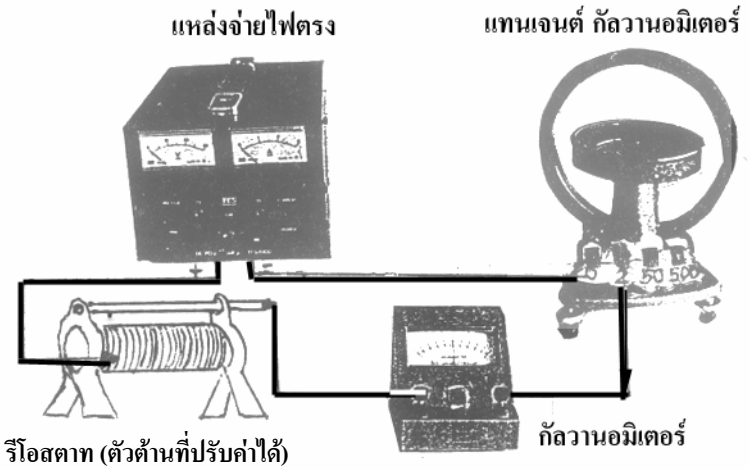
ค่า $\frac{dI}{I}$ จะมีค่าน้อยที่สุด การวัดกระแสถ้าให้เข็มทิศเบี่ยงเบนเป็นมุมระหว่าง 30° - 60° จะให้ผลดี

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองแทนเจนต์กัลวานอมิเตอร์
2. แอมมิเตอร์
3. ตัวควบคุมกระแส (Rheostat)
4. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 6-12 โวลต์
5. สายไฟ

วิธีการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูป โดยให้เข็มทิศชี้ในแนวแม่เหล็กโลก ผ่านกระแสเข้าสู่ขดลวดจำนวน น้อย (อาจเป็น 50 รอบ) ปรับกระแสโดยใช้รีโอสตาท ให้เข็มทิศเบนเป็นมุม 10,20,30,40,50,และ 60° บันทึกค่ากระแสของแต่ละมุม



2. เปลี่ยนจำนวนขดลวดเป็น มากรอบ (อาจเป็น 500 รอบ)ทำการทดลองซ้ำข้อ 1
3. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง I กับ $\tan\theta$ ทั้งกรณี ขดลวด น้อย และ มาก รอบ
3. หาค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก จากความชันของกราฟ ทั้งสองกรณี

ใบบันทึกผลการทดลอง
การทดลองที่ 7 การหาความเข้มของสนามแม่เหล็กโลกในแนวระดับ

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

μ_0 = $4\pi \times 10^{-7}$ Tesla-m/A
a = …….m.

ตอนที่ 1 ขดลวด …….…. รอบ (ขดลวดน้อยรอบ)

	มุมที่เบี่ยงเบน θ องศา	กระแส (mA)	$\tan\theta$
1	10		
2	20		
3	30		
4	40		
5	50		
6	60		

ตอนที่ 2 ขดลวด …….…. รอบ (ขดลวดมากรอบ)

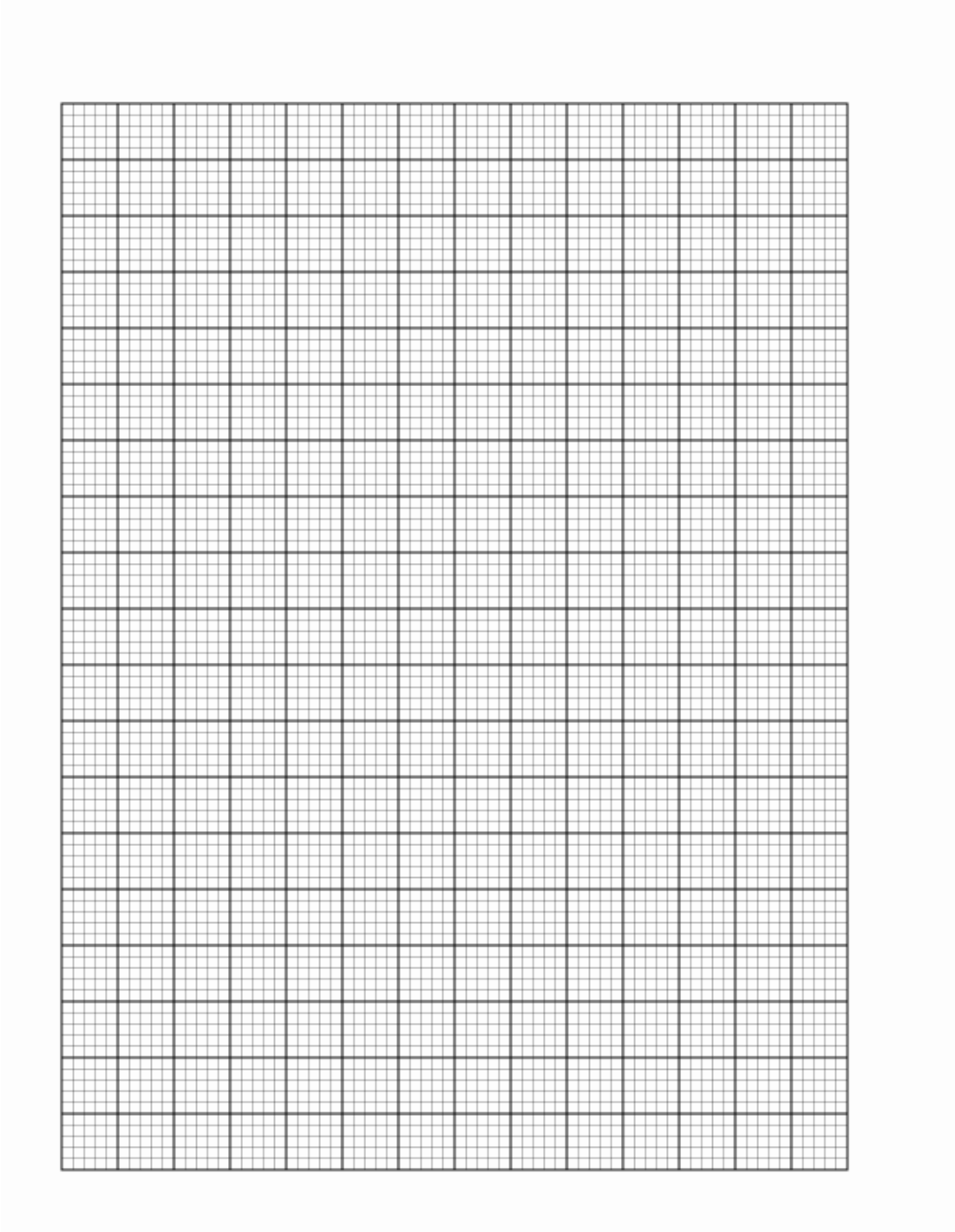
	มุมที่เบี่ยงเบน θ องศา	กระแส (mA)	$\tan\theta$
1	10		
2	20		
3	30		
4	40		
5	50		
6	60		

ลงชื่อ.....อาจารย์

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ขดลวด ..... รอบ (ขดลวดน้อยรอบ)

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแส (I) และค่า ($\tan\theta$) ขดลวดจำนวน ..... รอบ



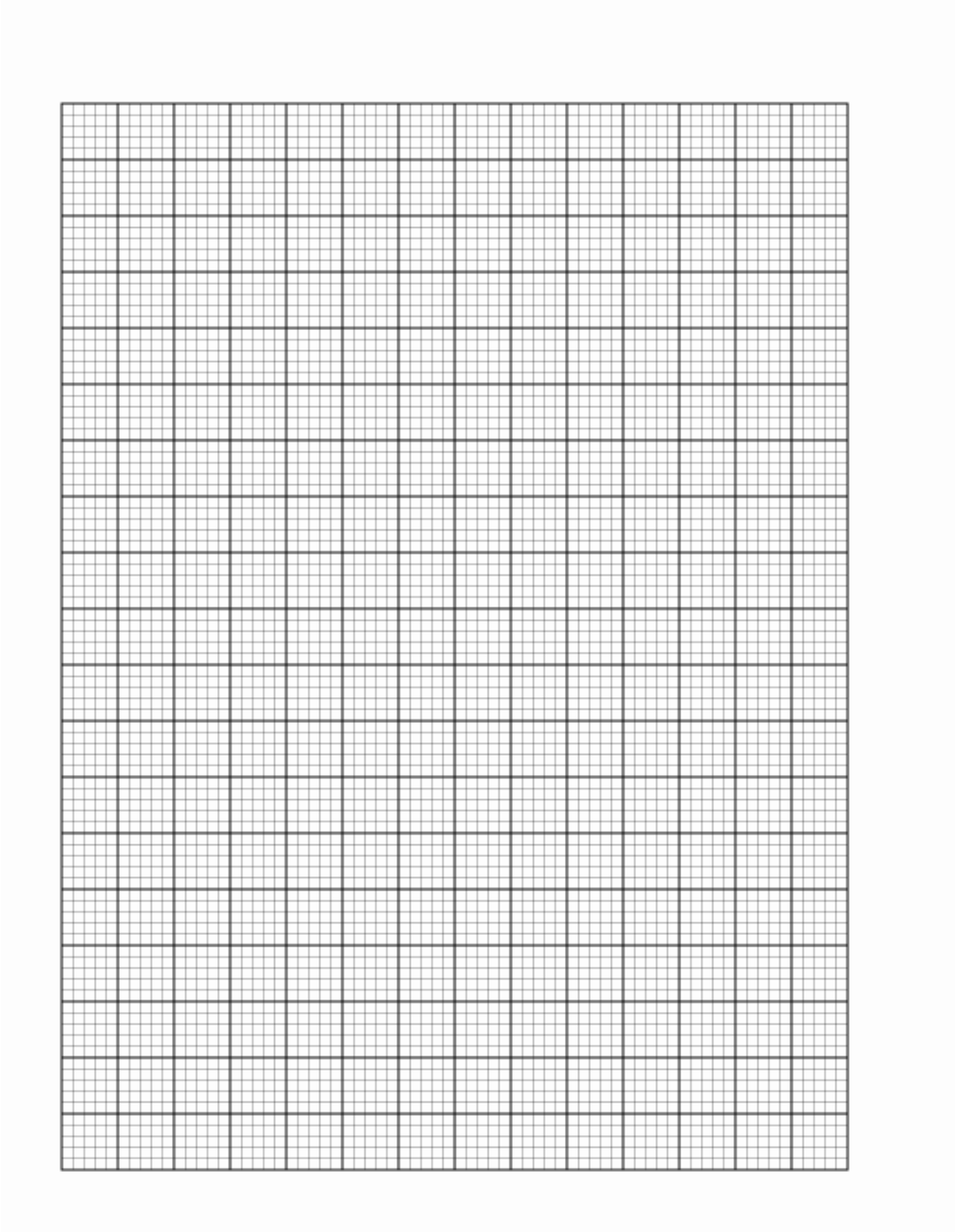
Slope = ...

เขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ = ...

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก ($\vec{B}_E$) = ...

ตอนที่ 2 ขดลวด ……..… รอบ (ขดลวดมากรอบ)

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแส (I) และค่า ($\tan\theta$) ขดลวดจำนวน ..... รอบ



Slope = ……

เขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ = ……

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก ($\vec{B}_E$) = ……

ตัวอย่างการคำนวณ

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

สรุปผลการทดลอง

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

อภิปรายผลการทดลอง

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

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

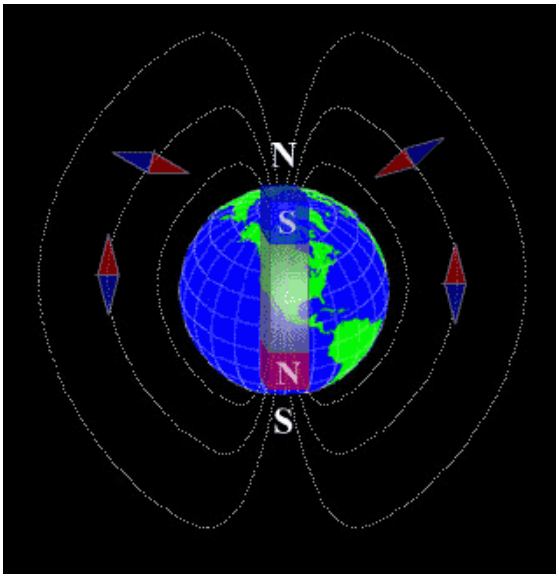
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

http://203.158.100.140/labphysics2



บทความอิเล็กทรอนิกส์เรื่องสนามแม่เหล็ก

เมื่อเราวางเข็มทิศไว้ ณ ที่ต่างๆ บนผิวโลกเข็มทิศจะวางตัวในแนวเหนือใต้ จากการสำรวจทำให้ทราบว่าแนวการเรียงตัวของเข็มทิศ จะมีทิศเปลี่ยนไปตามตำแหน่งต่าง ๆ และมีทิศพุ่งเข้าสู่ผิวโลกที่บริเวณหนึ่ง ซึ่งเป็นขั้วโลกเหนือทางภูมิศาสตร์ (แถวประเทศแคนาดา) และอีกบริเวณหนึ่งที่ขั้วโลกใต้ทางภูมิศาสตร์ (แถวประเทศออสเตรเลีย) เสมือนว่ามีแม่เหล็กที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กโลกอยู่ภายในโลก เนื่องจากเราเรียกปลายเข็มทิศที่ชี้ไปทางทิศเหนือว่า "**ขั้วเหนือ**" และเรียกปลายเข็มทิศที่ชี้ไปทางทิศใต้ว่า "**ขั้วใต้**" ฉะนั้นปลายขั้วเหนือของแม่เหล็กโลก ควรจะอยู่ในบริเวณขั้วใต้ทางภูมิศาสตร์ และปลายขั้วใต้ของแม่เหล็กโลก ควรจะอยู่ในบริเวณขั้วเหนือทางภูมิศาสตร์ <u>คลิกอ่านต่อครับ</u>

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วีดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์แของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

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

ฟิสิกส์ราชมงคล