

חנה וחדות

ภาคผนวก ก

จุดประสงค์การเรียนรู้

การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหาบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์

แบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

วิชาฟิสิกส์ ว 021 เรื่องเวกเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
เมื่อเรียนเนื้อหาจนจบแล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายและยกตัวอย่างของปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์
2. เขียนสัญลักษณ์ และรูปแบบปริมาณเวกเตอร์
3. คำนวณหาการกระจัดลัพธ์
4. บอกความหมายและเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ที่มีทิศทางตรงกันข้าม
5. บอกความหมายและเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ศูนย์
6. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์โดยการสร้างรูป
7. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการลบเวกเตอร์โดยการสร้างรูป
8. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด
9. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด
10. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่เวกเตอร์ย่อยทั้งสองทำมุมฉากต่อกัน
11. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่เวกเตอร์ย่อยทำมุมใด ๆ ต่อกัน
12. แยกเวกเตอร์ลัพธ์ให้เป็นเวกเตอร์ย่อยสองเวกเตอร์ตั้งฉากกัน

การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหา จุดประสงค์	พฤติกรรม			รวม (ข้อ)
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	
1. บอกความหมายและยกตัวอย่างของปริมาณ สเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์และเวกเตอร์ลัพธ์	2			2
3. คำนวณหาการกระจัดลัพธ์ (การขจัดลัพธ์) เวกเตอร์ ที่มีทิศตรงกันข้าม		2	2	4
6. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป		3	1	4
7. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการลบเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป		2	2	4
8. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด		1	1	2
9. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด		1	1	2
10. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่เวกเตอร์ย่อย ทั้งสองทำมุมฉากต่อกัน		1	1	2
11. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่เวกเตอร์ย่อย ทำมุมใด ๆ ต่อกัน			4	4
12. แยกเวกเตอร์ลัพธ์ให้เป็นเวกเตอร์ย่อย สองอันตั้งฉากกัน		2	4	6
รวม (ข้อ)	2	12	16	30

เนื้อหาบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์

ปริมาณในทางฟิสิกส์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปริมาณสเกลาร์
2. ปริมาณเวกเตอร์

1. ปริมาณสเกลาร์ (Scalar quantity)

เป็นปริมาณที่ต้องการขนาดเพียงอย่างเดียว ไม่ต้องอาศัยทิศทางก็สามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน และสมบูรณ์ เช่น ระยะทาง งาน เวลา มวล ความดัน อัตราเร็ว เป็นต้น สำหรับปริมาณสเกลาร์ไม่ต้องอาศัยจุดอ้างอิง หรือแกนอ้างอิง การบวก-ลบ ปริมาณสเกลาร์ สามารถทำได้โดยใช้วิธีเลขคณิตธรรมดา

2. ปริมาณเวกเตอร์ (Vector quantity)

เป็นปริมาณที่ต้องการทั้งขนาดและทิศทาง จึงจะทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน และสมบูรณ์ เช่น แรง ความเร็ว โมเมนตัม ความเร่ง และการกระจัด เป็นต้น สำหรับปริมาณเวกเตอร์ กำหนดทิศทางโดยอาศัยจุดอ้างอิง หรือแกนอ้างอิงเสมอ การบวก-ลบ ปริมาณเวกเตอร์ สามารถทำได้โดยใช้วิธีเรขาคณิต

2.1 การเขียนสัญลักษณ์เวกเตอร์

ใช้ลูกศร แทน ปริมาณเวกเตอร์ เช่น

ทาง $\xrightarrow{\quad}$ หัว
 $\vec{A}$

หัว $\xleftarrow{\quad}$ ทาง
 $-\vec{A}$

การเขียนรูปแสดงปริมาณเวกเตอร์ โดยให้เส้นตรงมีหัวลูกศรแทนปริมาณเวกเตอร์

1. ทิศทางของเวกเตอร์ชี้ไปตามหัวลูกศร
2. ขนาดของเวกเตอร์เท่ากับความยาวของเส้นตรงที่เขียนแทนเวกเตอร์นั้น
3. ใช้อักษร มีลูกศรกำกับอยู่ข้างบน ตัวอักษรนั้นแทนชื่อของเวกเตอร์ เช่น $\vec{A}$
4. เวกเตอร์ที่เป็นลบ เช่น $-\vec{A}$ คือเวกเตอร์ที่กลับทิศไปตรงข้ามกับ $\vec{A}$
5. สัญลักษณ์ของเวกเตอร์ A เขียนแทนด้วย $\vec{A}$
6. ถ้าหากเขียนเป็นอักษรธรรมดา จะหมายถึงขนาดของเวกเตอร์เท่านั้น เช่น B หมายความว่า แทนเฉพาะขนาดของเวกเตอร์ B

2.2 การรวมเวกเตอร์โดยวิธีการเขียนรูป

1) การบวกเวกเตอร์

มีหลักดังนี้

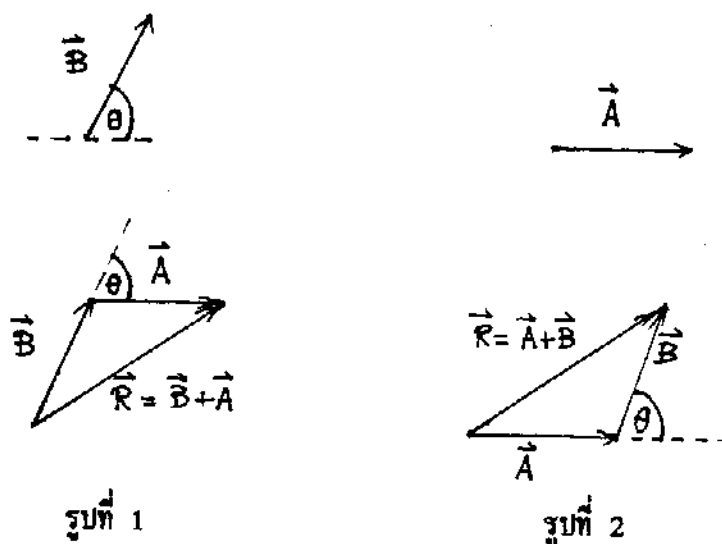
1. กำหนดจุดเริ่มต้น แล้วเลือกเวกเตอร์ใดเวกเตอร์หนึ่ง เป็นเวกเตอร์แรก เขียนแทนทั้งขนาดและทิศทางจากจุดเริ่มต้น
2. นำหางของเวกเตอร์ที่สอง มาต่อกับหัวเวกเตอร์แรก โดยแทนทั้งขนาดและทิศทาง ถ้ามีเวกเตอร์ที่ 3, 4, 5, ... ก็นำมาต่อกันไปเรื่อย ๆ
3. ลากเส้นปิดระหว่างจุดเริ่มต้นกับหัวของเวกเตอร์สุดท้าย ขนาดความยาวของเส้นตรงที่ลากจะแทนขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ โดยจะเป็นสัดส่วนกับเวกเตอร์ลัพธ์ ทิศจะพุ่งออกจากจุดเริ่มต้นไปตามเส้นตรงที่ลากปิด

2) เวกเตอร์ศูนย์

คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับศูนย์ ไม่สามารถระบุทิศได้ เขียนแทนด้วย 0 หรือ จะอนุโลมให้เขียนในสมการเวกเตอร์เป็น 0 ก็ได้ (แต่ในความหมายทั่วไปแล้ว ถ้าหากเขียน 0 ใด ๆ จะหมายถึงขนาดเพียงอย่างเดียว) ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ถ้าหากมีสมการเวกเตอร์ใดเท่ากับเวกเตอร์ศูนย์แล้ว ผู้วิจัยจะใช้สัญลักษณ์โดยอนุโลมเป็น 0

ตัวอย่าง

จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของเวกเตอร์ทั้งสอง โดยวิธีการเขียนรูป



2) การลบเวกเตอร์

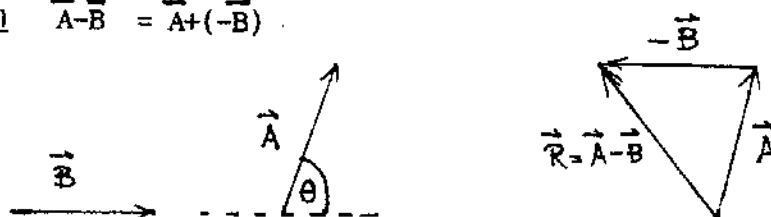
มีหลักเกณฑ์และวิธีการเหมือนกับการบวกทุกประการ โดยยึดหลักว่า $-\vec{A}$ คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ $\vec{A}$ แต่มีทิศตรงข้าม

3) เวกเตอร์ลบ

คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับเวกเตอร์บวก แต่มีทิศตรงกันข้าม

ตัวอย่าง จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ของ $\vec{A} - \vec{B}$ โดยการเขียนรูป

วิธีทำ $\vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$



การรวมเวกเตอร์โดยวิธีคำนวณ

1. พิจารณาเมื่อมีทิศทางกัน

สามารถหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ ดังนี้

ทิศทางเดียวกัน (ทำมุม 0 องศา)

เวกเตอร์ลัพธ์ = ผลบวกของเวกเตอร์ย่อย
ทิศเวกเตอร์ลัพธ์ไปตามเวกเตอร์ย่อย

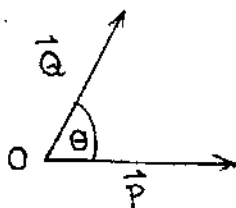
ทิศสวนกัน (ทำมุม 180 องศา)

เวกเตอร์ลัพธ์ = ผลต่างเวกเตอร์ย่อย (มาก-น้อย)
ทิศเวกเตอร์ลัพธ์ไปตามเวกเตอร์ย่อยที่มีค่ามาก

2. พิจารณาเมื่อมีทิศทำมุมกัน

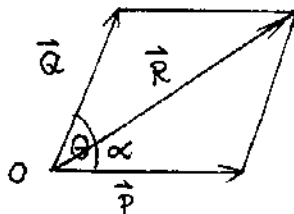
สำหรับเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ สามารถใช้ ทฤษฎีที่สัมพันธ์ด้านขนาดของเวกเตอร์

"เมื่อมีเวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ทำมุมใด ๆ กัน สามารถหาเวกเตอร์ลัพธ์โดยสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เวกเตอร์ทั้งสอง เป็นด้านประกอบมุม เส้นทแยงมุมที่ลากจากจุดที่เวกเตอร์ทั้งสอง ทำมุมกันจะแทนเวกเตอร์ลัพธ์"



รูป ก

$\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ ทำมุม θ



รูป ข

$\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$ ($\vec{R}$ = เวกเตอร์ลัพธ์)

ข้อควรระวัง ในการหาขนาดของเวกเตอร์ที่คำนวณได้จากสมการกำลังสอง เมื่อถอดรากที่สองของสมการเพื่อหาขนาดเวกเตอร์ลัพธ์ ในที่นี้จะใช้เฉพาะเครื่องหมายบวกเท่านั้น

การคำนวณ สามารถหาขนาดและทิศทางจากสมการสเกลาร์ต่อไปนี้

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\tan \alpha = Q \sin \theta / (P + Q \cos \theta) \quad \dots\dots\dots (2)$$

สมการที่ 1 ใช้ในการหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ เมื่อ θ = มุมระหว่างเวกเตอร์ทั้งสอง

สมการที่ 2 ใช้ในการหาทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ เมื่อ α = มุมที่เวกเตอร์ลัพธ์ ทำกับเวกเตอร์ P เมื่อเวกเตอร์ P เป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในด้านประจิมมุม α และเวกเตอร์ Q เป็นเวกเตอร์ที่อยู่ในด้านตรงข้ามมุม α

ตัวอย่าง จงเปรียบเทียบ ขนาด ของเวกเตอร์ลัพธ์ที่เกิดจากเวกเตอร์สองเวกเตอร์เมื่อทำมุม 0° , 90° และ 180° ซึ่งกัน และกัน

วิธีทำ สมมติให้ $\vec{P}$, $\vec{Q}$ เป็นเวกเตอร์ทำมุม $\theta = 0^\circ$, 90° และ 180°

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \theta = 0^\circ \text{ จาก } R^2 &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 0^\circ \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ(1) \quad [\cos 0^\circ = 1] \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ \\ &= (P+Q)^2 \end{aligned}$$

$$R = (P+Q)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \theta = 90^\circ \text{ จาก } R^2 &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 90^\circ \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ(0) \quad [\cos 90^\circ = 0] \\ &= P^2 + Q^2 \\ R &= \sqrt{P^2 + Q^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \theta = 180^\circ \text{ จาก } R^2 &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 180^\circ \\ &= P^2 + Q^2 + 2PQ(-1) \quad [\cos 180^\circ = -1] \\ &= P^2 + Q^2 - 2PQ \\ &= (P-Q)^2 \end{aligned}$$

$$R = P-Q \text{ หรือ } Q-P$$

นั่นคือ เวกเตอร์สองเวกเตอร์ทำมุมใด ๆ กัน จะมีค่ามากที่สุดเมื่อทำมุม 0° และน้อยที่สุดเมื่อทำมุม 180° และสามารถใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากเมื่อทำมุม 90°

หมายเหตุ จากสมการ $R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$ ถ้า $\vec{P}, \vec{Q}$ ทำมุมใด ๆ ขนาดของ $\vec{R}$ ขึ้นอยู่กับค่า $\cos \theta$ ซึ่งค่า $\cos$ จะมากที่สุดเมื่อ $\theta = 0^\circ$ และน้อยที่สุด เมื่อ $\theta = 180^\circ$

3) การแตกเวกเตอร์

การแตกเวกเตอร์ใดเวกเตอร์หนึ่ง ออกเป็นสองเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน ต้องการแตก $\vec{R}$ ออกเป็น $\vec{R}_x$ และ $\vec{R}_y$ ที่ตั้งฉากกัน โดย $\vec{R}$ ทำมุม θ กับแกน x

จากสามเหลี่ยม OX_1Y_1 : $OX_1/OY_1 = \cos \theta$

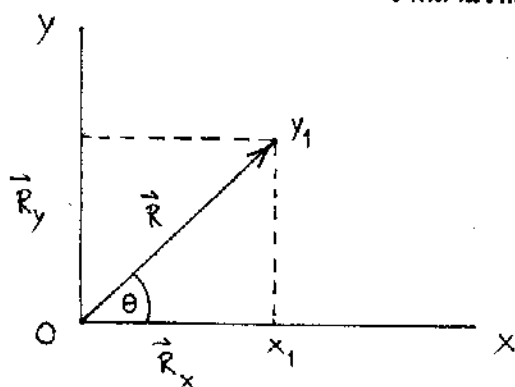
$$R_x/R = \cos \theta$$

$$R_x = R \cos \theta$$

$$XY_1/OY_1 = \sin \theta$$

$$R_y/R = \sin \theta$$

$$R_y = R \sin \theta$$



แบบทดสอบวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์

คำสั่ง จงกากบาท (X) ที่อักษรข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. การกระจัด	ค. อัตราเร็ว
ข. ระยะทาง	ง. เวลา
2. ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์

ก. ความเร็ว	ค. น้ำหนัก
ข. ความเร่ง	ง. มวล
3. นายจรรจรัลเดินทางจากหมู่บ้านไปทางทิศตะวันออกเป็นระยะทาง 300 เมตร แล้วเดินทางไปทางทิศใต้เป็นระยะทาง 400 เมตร การกระจัดลัพธ์ของนายจรรจรัลเป็นเท่าใด

ก. 300 เมตร	ค. 500 เมตร
ข. 400 เมตร	ง. 600 เมตร
4. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่ไปตามเส้นรอบวงของวงกลมรัศมี R เมื่อเคลื่อนที่ไปได้ 1 ใน 4 รอบ ขนาดของการกระจัดของอนุภาคนั้นเป็นเท่าใด

ก. $\sqrt{2}R$	ค. $2R$
ข. $\sqrt{2}R$	ง. R
5. ถ้านักเรียนวิ่งรอบสนามรูปวงกลมที่มีรัศมี 10 เมตร เมื่อนักเรียนวิ่งครบรอบพอดี การกระจัดของนักเรียนเป็นกี่เมตร

ก. 0	ค. π
ข. $\pi/2$	ง. 2π
6. กำหนดให้ค่าพิกัดของ A และ B เป็น (1,1) และ (4,5) ตามลำดับ จงหาระยะที่ B อยู่ห่างจาก A

ก. 3 หน่วย	ค. 5 หน่วย
ข. 4 หน่วย	ง. 7 หน่วย

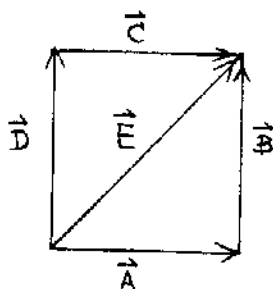
7. ความสัมพันธ์ในข้อใด ผิด

ก. $\vec{E} = \vec{A} + \vec{B}$

ข. $\vec{E} = \vec{C} + \vec{D}$

ค. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = 2\vec{E}$

ง. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = \vec{D}$



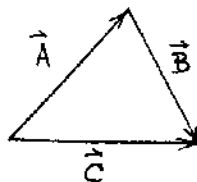
8. จากรูป แสดงความสัมพันธ์ของเวกเตอร์สามเวกเตอร์ ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$

ข. $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$

ค. $\vec{A} + \vec{C} = \vec{B}$

ง. $\vec{B} + \vec{C} = \vec{A}$



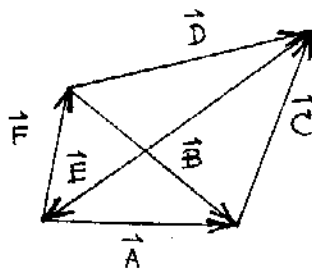
9. จากรูป $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}, \vec{E}$ และ $\vec{F}$ ต่างเป็นเวกเตอร์บอกตำแหน่ง อยากทราบว่าข้อใดให้ความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง

ก. $\vec{F} = \vec{D} + \vec{E}$

ข. $\vec{A} = \vec{B} + \vec{F}$

ค. $\vec{F} = \vec{A} + \vec{B}$

ง. $\vec{A} = \vec{C} + \vec{E}$



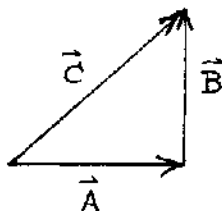
10. จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ จากการบวกเวกเตอร์ย่อยทั้งสามนี้

ก. 0

ข. $\vec{C}$

ค. $-\vec{C}$

ง. $2\vec{C}$



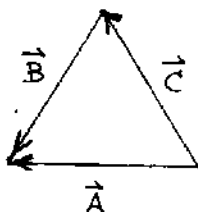
11. จากรูป ข้อใดถูกต้อง

ก. $\vec{C} - \vec{B} = \vec{A}$

ข. $\vec{C} - \vec{A} = \vec{B}$

ค. $\vec{B} - \vec{A} = \vec{C}$

ง. $\vec{A} - \vec{B} - \vec{C} = 0$



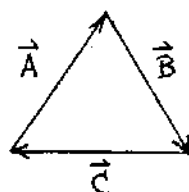
12. กำหนด $\vec{A}, \vec{B}$ และ $\vec{C}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางดังรูป ข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. $\vec{B} - \vec{C} = \vec{A}$

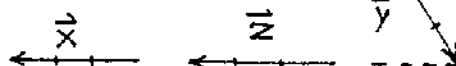
ข. $\vec{A} - \vec{C} = \vec{B}$

ค. $\vec{A} - \vec{B} = \vec{C}$

ง. $-\vec{B} - \vec{A} = \vec{C}$



13. รูปใด เป็นเวกเตอร์ลัพธ์ของ $\vec{X} - \vec{Y} - \vec{Z}$



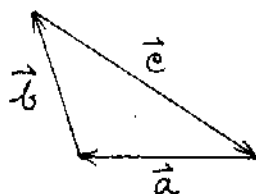
14. จากรูป ข้อใด ถูก

ก. $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 0$

ข. $\vec{a} + \vec{b} - \vec{c} = 0$

ค. $\vec{b} + \vec{c} - \vec{a} = 0$

ง. $\vec{c} + \vec{a} - \vec{b} = 0$



15. เวกเตอร์สองเวกเตอร์ มีขนาด 3 และ 4 หน่วย ถ้าต้องการให้เวกเตอร์ลัพธ์มีขนาด 1

และ 7 หน่วย เวกเตอร์ทั้งสองต้องทำมุมกันกี่องศา ตามลำดับ

ก. $0^\circ, 90^\circ$

ค. $180^\circ, 0^\circ$

ข. $45^\circ, 90^\circ$

ง. $180^\circ, 90^\circ$

16. มีเวกเตอร์สองเวกเตอร์ มีขนาด 2 หน่วย เวกเตอร์ลัพธ์ที่มากที่สุด และน้อยที่สุดเท่าใด

ก. 2 หน่วย และ 0 หน่วย

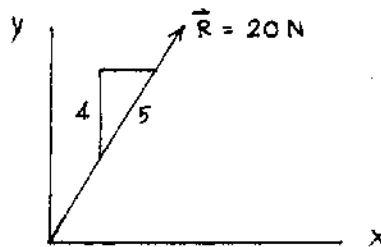
ค. 4 หน่วย และ 0 หน่วย

ข. 2 หน่วย และ 2 หน่วย

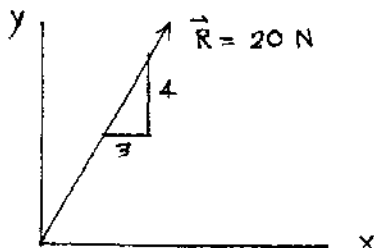
ง. 4 หน่วย และ 2 หน่วย

17. แรงสองแรง ขนาด 100 นิวตัน และ 25 นิวตัน กระทำร่วมกันต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง แรงลัพธ์ที่มีโอกาสเป็นไปได้ จะมีขนาดเท่าใด
- ก. 0 นิวตัน ค. 100 นิวตัน
ข. 50 นิวตัน ง. 150 นิวตัน
18. เวกเตอร์สองเวกเตอร์ ถ้ารวมกันจะได้เวกเตอร์ลัพธ์มากที่สุดเป็น 12 หน่วย และขนาดของเวกเตอร์น้อยที่สุดเป็น 6 หน่วย เวกเตอร์ย่อยทั้งสองมีขนาดกี่หน่วย
- ก. 6 , 6 ค. 8 , 4
ข. 7 , 5 ง. 9 , 3
19. $\vec{A}$ มีเวกเตอร์ย่อยในแกน x เท่ากับ 10 หน่วย ในแนวแกน y เท่ากับ $10\sqrt{3}$ หน่วย มุมที่ $\vec{A}$ ทำกับแกน x มีค่ากี่องศา
- ก. 30° ค. 60°
ข. 45° ง. 90°
20. แรงย่อยสองแรงทำมุมกัน 150° มีแรงลัพธ์ขนาด F ตั้งฉากกับแรงหนึ่ง จงหาแรงทั้งสองนี้
- ก. $\sqrt{3}F$, $2F$ ค. F , F
ข. $3F$, $2F$ ง. F , $2F$
21. แรงสองแรงกระทำร่วมกันเป็นมุม 60 องศา ขนาดของแรงลัพธ์มีค่าเท่ากับ $\sqrt{37}$ นิวตัน ขณะที่แรงทั้งสองทำมุมจากกันจะได้แรงลัพธ์มีค่าเท่ากับ 5 นิวตัน แรงทั้งสองมีขนาดเท่าใด
- ก. 5 นิวตัน , 3 นิวตัน ค. 2 นิวตัน , 3 นิวตัน
ข. 3 นิวตัน , 4 นิวตัน ง. 1 นิวตัน , 4 นิวตัน
22. แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน กระทำที่จุดเดียวกันด้วยมุมกึ่งองศา แรงลัพธ์ของแรงทั้งสอง มีค่าเท่ากับแรงแต่ละแรง
- ก. 30° ค. 60°
ข. 45° ง. 120°
23. แรงสองแรงกระทำที่จุดเดียวกัน เมื่อมุมระหว่างแรงทั้งสองเป็น 90 องศา แรงลัพธ์ มีค่า $\sqrt{10}$ นิวตัน แต่เมื่อมุมระหว่างแรงทั้งสองเป็น 60 องศาแรงลัพธ์ของแรงทั้งสอง มีค่า $\sqrt{13}$ นิวตัน แรงทั้งสองมีค่าเท่าใด
- ก. 1 นิวตัน , 9 นิวตัน ค. 3 นิวตัน , 7 นิวตัน
ข. 2 นิวตัน , 6 นิวตัน ง. 3 นิวตัน , 1 นิวตัน

24. การกระจัดรวมของ $\vec{A}$ และ $\vec{B}$ คู่ใด ซึ่งไม่สามารถให้การกระจัดลัพธ์มีค่าเท่ากับ 2m
- ก. $\vec{A} = 1 \text{ m}$, $\vec{B} = 1 \text{ m}$ ค. $\vec{A} = 1 \text{ m}$, $\vec{B} = 4 \text{ m}$
 ข. $\vec{A} = 1 \text{ m}$, $\vec{B} = 3 \text{ m}$ ง. $\vec{A} = 2 \text{ m}$, $\vec{B} = 2 \text{ m}$
25. แรงขนาด 10 นิวตัน เอียงทำมุม 30 องศา แรงนี้มีค่า ก็นิวตันในแนวดิ่ง
- ก. 2 ค. 5
 ข. $2\sqrt{3}$ ง. $5\sqrt{3}$
26. แรงขนาด 10 นิวตัน เอียงทำมุม 30 องศา แรงนี้มีค่า ก็นิวตันในแนวราบ
- ก. 2 ค. 5
 ข. $2\sqrt{3}$ ง. $5\sqrt{3}$
27. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วางบนพื้นราบ ถ้าออกแรงขนาด 20 นิวตัน ในทิศทำมุม 60° กับแนวราบ แรงฉุดในแนวราบมีค่าก็นิวตัน
- ก. 5 ค. 10
 ข. 8 ง. $10\sqrt{3}$
28. วัตถุมวล 2 กิโลกรัม วางบนพื้นราบ ถ้าออกแรงขนาด 20 นิวตัน ในทิศทำมุม 60° กับแนวราบ แรงฉุดในแนวดิ่งมีค่าก็นิวตัน
- ก. 5 ค. 10
 ข. 8 ง. $10\sqrt{3}$
29. จากกราฟ R_x มีขนาดเท่าใด
- ก. 12
 ข. 15
 ค. 16
 ง. 25



30. จากกราฟ R_y มีขนาดเท่าใด
- ก. 12
 ข. 15
 ค. 16
 ง. 25



ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	ค่า p	ค่า r
1	.60	.65	16	.61	.42
2	.39	.37	17	.37	.25
3	.71	.57	18	.59	.37
4	.25	.30	19	.42	.40
5	.78	.35	20	.39	.42
6	.62	.35	21	.53	.25
7	.55	.40	22	.26	.42
8	.62	.65	23	.45	.45
9	.30	.60	24	.47	.35
10	.21	.23	25	.60	.65
11	.41	.47	26	.59	.47
12	.72	.45	27	.51	.33
13	.60	.35	28	.50	.55
14	.62	.20	29	.44	.33
15	.64	.62	30	.30	.60

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง .21-.78
 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง .20-.65 และจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ
 ได้ค่าความเชื่อมั่น (K-R 20) เท่ากับ .90

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้เชี่ยวชาญ

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนนที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มทดลอง

คะแนนที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวอย่างโปรแกรมคำสั่งที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์

ผู้ประเมิน (นาย,นาง,นางสาว).....

ตำแหน่ง.....สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความเห็นของท่าน

เกณฑ์การประเมิน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

- | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. เนื้อหามีความถูกต้อง | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 2. เนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 3. บทเรียนจัดลำดับชัดเจน | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 4. บทเรียนมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 5. ตัวอักษรบนจอภาพอ่านง่ายชัดเจน | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 6. การจัดตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพเหมาะสม | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 7. ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 9. นักเรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 10. นักเรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 11. นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียน | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |
| 12. การบันทึกผลการเรียนมีความเหมาะสม | [5] | [4] | [3] | [2] | [1] |

ข้อเสนอแนะ

1.
2.
3.
4.

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่....เดือน.....พ.ศ.....

ตารางที่ 7 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	จำนวนร้อยละ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เนื้อหามีความถูกต้อง	40	60	-	-	-
2. เนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	40	60	-	-	-
3. บทเรียนจัดลำดับชัดเจน	40	40	20	-	-
4. บทเรียนมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้	40	40	20	-	-
5. ตัวอักษรบนจอภาพอ่านง่ายชัดเจน	40	60	-	-	-
6. การจัดตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพมีความเหมาะสม	60	20	20	-	-
7. ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	20	80	-	-	-
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	20	60	20	-	-
9. นักเรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้	20	60	20	-	-
10. นักเรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย	60	40	-	-	-
11. นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียน	40	40	20	-	-
12. การบันทึกผลการเรียนมีความเหมาะสม	40	40	20	-	-

จากตารางที่ 7 แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นดังนี้

1. เนื้อหามีความถูกต้อง ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับมากที่สุด
2. เนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับมากที่สุด
3. บทเรียนจัดลำดับชัดเจน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากและมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง

4. บทเรียนมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง
 5. ตัวอักษรบนจอภาพอ่านง่ายชัดเจน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับมากที่สุด
 6. การจัดตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพเหมาะสม ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับมากและปานกลาง
 7. ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับมากที่สุด
 8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับปานกลางและมากที่สุด
 9. นักเรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมาอยู่ในระดับปานกลางและมากที่สุด
 10. นักเรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับมาก
 11. นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียน ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง
 12. การบันทึกผลการเรียนมีความเหมาะสม ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด รองลงมาอยู่ในระดับปานกลาง
- นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้
1. ข้อสอบหลังเรียนในบทเรียน CAI บางข้อง่ายเกินไป
 2. ควรเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียน CAI
 3. เนื้อหาในบทเรียน CAI ควรจะย้อนกลับได้
 4. ควรจะเพิ่มปริมาณเนื้อหามากขึ้นอีก

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ส่วนประกอบ

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้

รุ่น 386 DX IBM /PC compatible มี disk drive 1 ตัว ขนาด 5.25 นิ้ว

ความจุ 360 KB ขึ้นไป

2) จอภาพที่ใช้

แบบ VGA monochrome หรือ แบบ VGA color

2. แผ่นโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แผ่นโปรแกรมต้นฉบับใช้ขนาด 5.25 นิ้ว ความจุ 360 KB สามารถเปิดเครื่องได้ ซึ่งประกอบด้วย File ต่าง ๆ ดังนี้

THAISHOW.EXE

SYMBOL.FON

TEST.DTA

MONITOR.P02

THAIS1.P02

TSHOW1.SHA

TSHOW2.SHA

CAI

CAI.BAT

3. ความรู้พื้นฐานของนักเรียน

ควรผ่านการเรียนเนื้อหาต่อไปนี้

1) ทฤษฎีบทพีธากอรัส

2) อัตราส่วนตรีโกณมิติ

3) เลขยกกำลัง

4) การแก้สมการกำลังสอง

5) การหารากที่สอง

4. เวลาและวิธีการเรียน

- 1) สามารถเรียนติดต่อกันได้ไม่เกิน 2 คาบ (100 นาที) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเพ่งหน้าจอภาพนานเกินไป
- 2) สามารถเรียนได้ทั้งแบบเป็นรายบุคคล และแบบเป็นกลุ่มย่อยสองถึงสามคน

5. การทำงานของโปรแกรม

สามารถใช้โปรแกรมบทเรียนนี้ได้ 2 ลักษณะ คือ

5.1 กรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ยังปิดอยู่

1) การเข้าโปรแกรม

- (1) ใส่แผ่น CAI ลงใน drive A
- (2) เปิดฝา disk drive ให้เรียบร้อย
- (3) เปิดสวิทช์จอภาพ และสวิทช์เครื่องคอมพิวเตอร์ตามลำดับ
- (4) รอสักครู่ เมื่อปรากฏเครื่องหมาย A:\>
- (5) พิมพ์คำสั่ง CAI แล้วกดปุ่ม Enter
- (6) เมื่อปรากฏข้อความบนจอภาพให้ปฏิบัติตามคำแนะนำนั้น ๆ

2) การออกจากโปรแกรม

- (1) เปิดฝา disk drive
- (2) เอาแผ่นโปรแกรมบทเรียน CAI ออก
- (3) ปิดสวิทช์เครื่องคอมพิวเตอร์ และสวิทช์จอภาพตามลำดับ

5.2 กรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์กำลังเปิดใช้งาน

1) การเข้าโปรแกรม

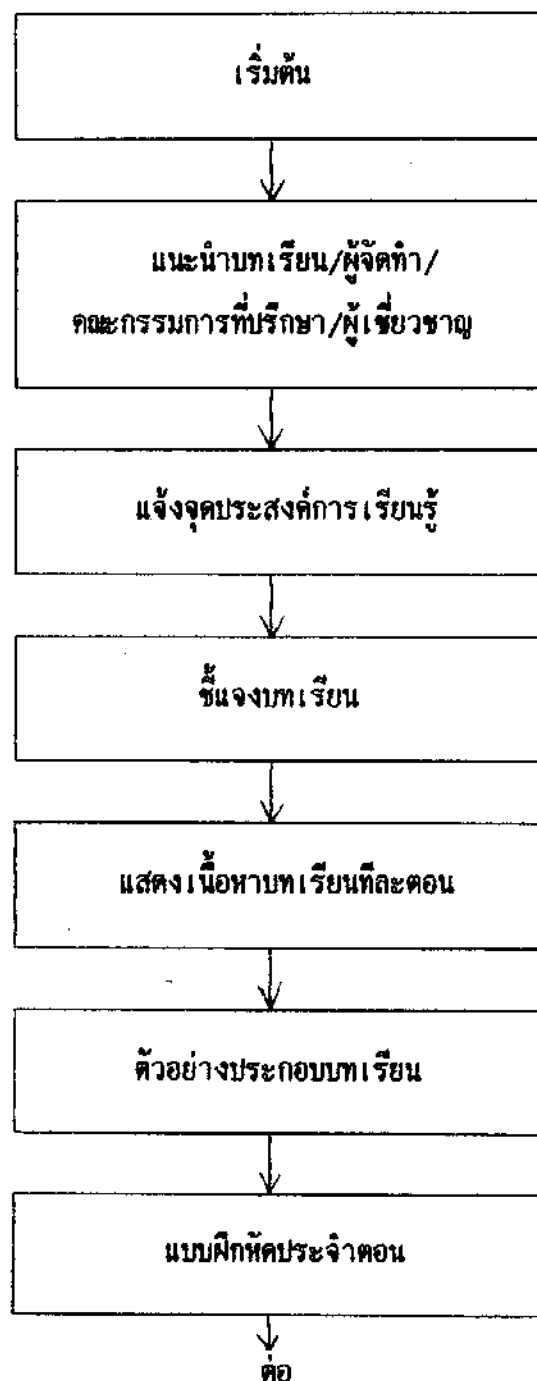
- (1) เมื่อปรากฏข้อความ A:\>
- (2) ใส่แผ่น CAI ลงใน drive A
- (3) เปิดฝา disk drive ให้เรียบร้อย
- (4) พิมพ์คำสั่ง CAI แล้วกดปุ่ม Enter
- (5) เมื่อปรากฏข้อความบนจอภาพให้ปฏิบัติตามคำแนะนำนั้น ๆ

2) การออกจากโปรแกรม

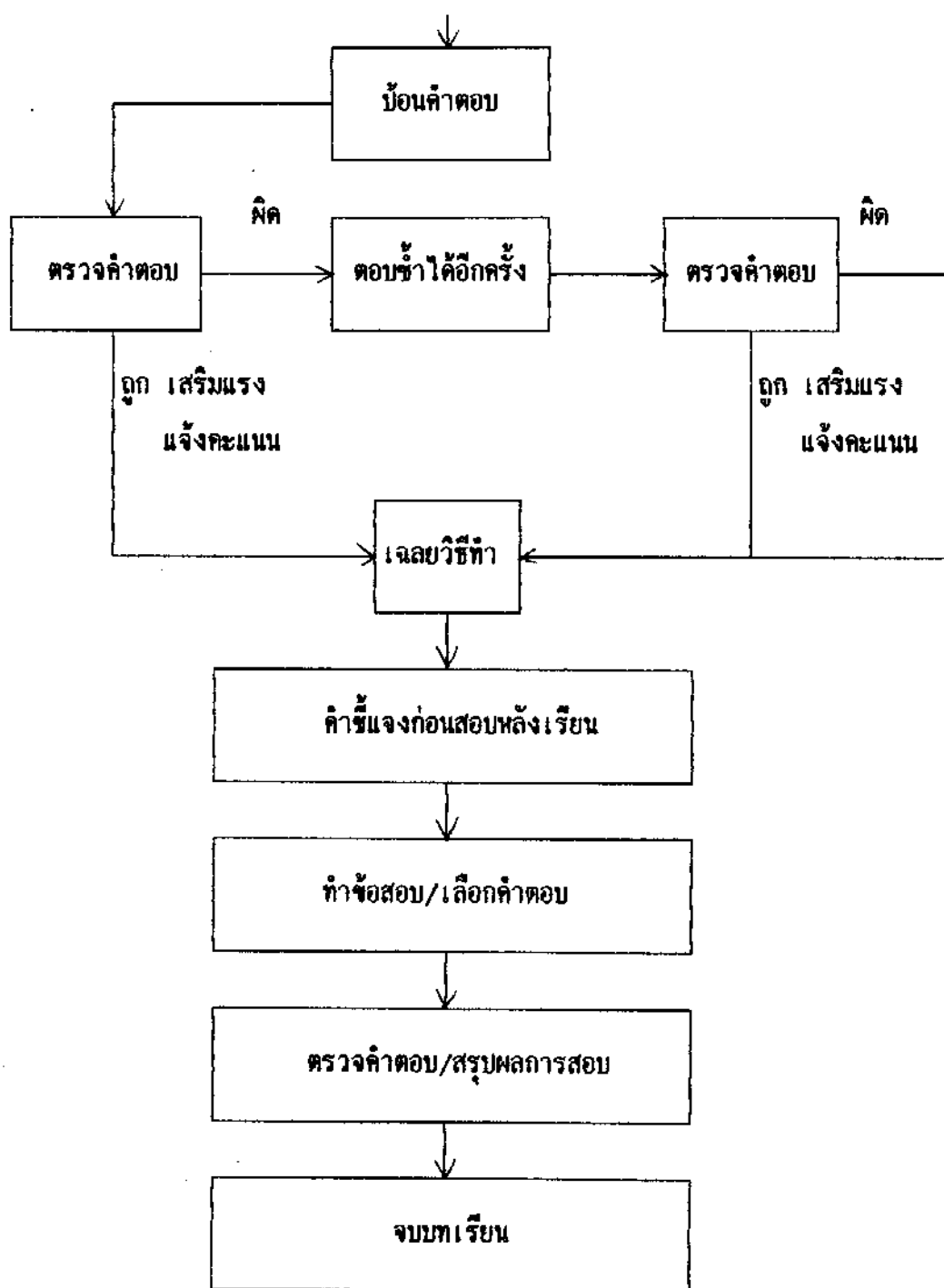
- (1) เปิดฝา disk drive แล้วเอาแผ่นโปรแกรมบทเรียน CAI ออก
- (2) ปิดสวิทช์เครื่องคอมพิวเตอร์ และสวิทช์จอภาพตามลำดับ

6. ลักษณะบทเรียน

เป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรงแบบใช้สอนเนื้อหา (Tutorial) สามารถเรียนติดต่อกันไม่เกิน 2 คาบ (100 นาที) และไม่สามารถย้อนกลับบทเรียนได้ในการทำแบบฝึกหัดในบทเรียน ถ้าทำผิดสามารถตอบซ้ำได้อีกหนึ่งครั้งการทำงานของโปรแกรม แสดงไว้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ต่อ)

ตารางที่ 8 ผลการทดลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการเรียน	ค่าที่กำหนดไว้	ค่าที่ได้จริง
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง	50/50	53.30/51.10
แบบกลุ่มย่อย	60/60	65.60/57.78
แบบภาคสนาม	70/70	83.33/72.00

ตารางที่ 9 ผลการทดลองเพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการเรียน	ค่าที่กำหนดไว้	ค่าที่ได้จริง
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง	-	.27
แบบกลุ่มย่อย	-	.35
แบบภาคสนาม	.50	.58

คะแนนที่ได้จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง
2. แบบกลุ่มย่อย
3. แบบภาคสนาม

ตารางที่ 10 คะแนนที่ได้จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	คะแนน pretest (เต็ม 30 คะแนน)	แบบฝึกหัดใน CAI (เต็ม 10 คะแนน)	คะแนน posttest (เต็ม 30 คะแนน)
1	7	7	18
2	11	5	15
3	12	4	13
รวม	30	16	46
เฉลี่ย	10.00	5.33	15.33
ร้อยละ	33.33	53.30	51.10

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ } (E_1/E_2) = 53.30/51.10$$

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล } (E.I.) = .27$$

ตารางที่ 11 คะแนนที่ได้จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบกลุ่มย่อย

คนที่	คะแนน pretest (เต็ม 30 คะแนน)	แบบฝึกหัดใน CAI (เต็ม 10 คะแนน)	คะแนน posttest (เต็ม 30 คะแนน)
1	19	8	25
2	11	8	18
3	12	4	17
4	9	7	16
5	10	9	16
6	10	4	14
7	8	4	18
8	9	9	17
9	6	6	15
รวม	94	59	156
เฉลี่ย	10.44	6.56	17.33
ร้อยละ	34.81	65.60	57.78

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ } (E_1/E_2) = 65.60/57.78$$

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = .35$$

**ตารางที่ 12 คะแนนที่ได้จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบภาคสนาม**

คนที่	คะแนน pretest (เต็ม 30 คะแนน)	แบบฝึกหัดใน CAI (เต็ม 10 คะแนน)	คะแนน posttest (เต็ม 30 คะแนน)
1	10	10	25
2	11	8	25
3	9	10	20
4	14	10	26
5	13	9	27
6	10	9	22
7	19	9	27
8	11	8	27
9	12	9	24
10	10	7	17
11	12	8	18
12	8	10	23
13	12	9	25
14	6	9	22
15	9	7	22
16	7	9	20
17	6	8	24
18	11	9	22
19	12	7	21
20	9	8	20
21	9	8	21
22	6	7	17

ตารางที่ 12 คะแนนที่ได้จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบภาคสนาม (ต่อ)

คนที่	คะแนน pretest (เต็ม 30 คะแนน)	แบบฝึกหัดใน CAI (เต็ม 10 คะแนน)	คะแนน posttest (เต็ม 30 คะแนน)
23	9	8	17
24	8	9	19
25	8	8	18
26	14	9	22
27	8	7	20
28	9	7	18
29	5	7	21
30	7	7	18
รวม	294	250	648
เฉลี่ย	9.80	8.33	21.60
ร้อยละ	32.67	83.33	72.00

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ } (E_1/E_2) = 83.33/72.00$$

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล } (E.I.) = .58$$

ตารางที่ 13 คะแนนที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3
1	83	82	81
2	75	75	74
3	73	73	70
4	70	68	68
5	65	65	65
6	64	64	63
7	62	62	62
8	62	62	61
9	61	61	61
10	61	60	60
11	58	58	58
12	57	57	57
13	56	56	56
14	56	56	55
15	55	54	54
16	54	54	54
17	53	53	53
18	53	53	53
19	53	53	53
20	53	53	52
21	51	51	51
22	51	51	51
23	51	51	51
24	51	51	51

ตารางที่ 13 คะแนนที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3
25	51	51	50
26	50	50	50
27	50	50	50
28	50	50	47
29	47	47	46
30	42	42	41

คะแนนที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 14 คะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นรายบุคคล

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
1	17	29	12
2	12	17	5
3	15	25	10
4	12	22	10
5	8	18	10
6	8	28	20
7	14	21	7
8	10	16	6
9	13	21	8
10	14	28	14
11	10	18	8
12	12	16	4
13	7	17	10
14	7	24	17
15	15	13	-2
16	10	12	2
17	11	13	2
18	13	11	-2
19	12	11	-1
20	12	11	-1
21	11	8	-3

ตารางที่ 14 คะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นรายบุคคล (ต่อ)

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
22	12	10	-2
23	9	9	0
24	6	13	7
25	9	14	5
26	15	10	-5
27	9	10	1
28	4	14	10
29	4	10	6
30	4	11	7
รวม เฉลี่ย	315 10.50	480 16.00	165 5.50

ตารางที่ 15 คะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นกลุ่มย่อยสองคน

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
1	10	23	13
2	11	28	17
3	10	16	6
4	10	22	12
5	13	23	10
6	16	29	13
7	10	21	11
8	6	11	5
9	9	11	2
10	11	20	9
11	9	15	6
12	9	20	11
13	13	21	8
14	9	17	8
15	14	29	15
16	11	19	8
17	9	12	3
18	9	12	3
19	9	12	3
20	8	9	1
21	12	11	-1
22	6	11	5
23	10	12	2

ตารางที่ 15 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นกลุ่มย่อยสองคน (ต่อ)

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
24	11	15	4
25	4	9	5
26	6	12	6
27	6	11	5
28	7	10	3
29	9	7	-2
30	11	11	0
รวม	288	479	191
เฉลี่ย	9.60	15.97	6.37

ตารางที่ 16 คะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นกลุ่มย่อยสามคน

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
1	17	28	11
2	12	22	10
3	16	30	14
4	12	29	17
5	9	19	10
6	10	17	7
7	13	24	11
8	14	22	8
9	9	20	11
10	9	14	5
11	6	19	13
12	11	14	3
13	8	18	10
14	6	13	7
15	10	23	13
16	12	17	5
17	13	12	-1
18	6	12	6
19	7	12	5
20	4	10	6
21	9	20	11
22	9	18	9
23	7	11	4

ตารางที่ 16 คะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเป็นกลุ่มย่อยสามคน (ต่อ)

คนที่	คะแนน Pretest (เต็ม 30 คะแนน)	คะแนน Posttest (เต็ม 30 คะแนน)	ผลต่างของคะแนน (Posttest-Pretest)
24	10	13	3
25	1	12	11
26	10	7	-3
27	9	11	2
28	7	12	5
29	10	12	2
30	5	13	8
รวม	281	504	223
เฉลี่ย	9.37	16.80	7.43

บทที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบ01

ยินดีต้อนรับทุกท่านเข้าสู่
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาฟิสิกส์ ว 021
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง "เวกเตอร์"

กรอบ02

จัดทำโดย
นายอนันต์ อุ่นพาง
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กรอบ03

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
อาจารย์ ดร.พิมพ์ใจ ภิมาลสุข
ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ สันศักดิ์ ภิมาลสุข
กรรมการ
อาจารย์ ดร.วชิระ อินทร์อุดม
กรรมการ

กรอบ04

ผู้เชี่ยวชาญ

อาจารย์อาจหาญ สัตยารักษ์

อาจารย์เรืองเดช สุทธิพล

อาจารย์อุคม ก้านภูเขียว

อาจารย์ชูศักดิ์ ปฐพีโชค

อาจารย์เบญจพร พลเสนา

กรอบ05

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมาย และยกตัวอย่างของปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์ และเวกเตอร์ลัพธ์
2. เขียนสัญลักษณ์ และรูปแบบปริมาณเวกเตอร์
3. คำนวณหาการกระทำลัพธ์ (การขจัดลัพธ์)
4. บอกความหมาย และเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ที่มีทิศตรงกันข้าม
5. บอกความหมาย และเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ศูนย์
6. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป

กรอบ06

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)

7. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการลบเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป
8. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด
9. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด
10. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีเวกเตอร์ย่อยทั้งสองทำมุมฉากต่อกัน
11. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีเวกเตอร์ย่อยทั้งสองทำมุมใด ๆ ต่อกัน
12. แยกเวกเตอร์ลัพธ์ให้เป็นเวกเตอร์ย่อยสองเวกเตอร์ตั้งฉากกัน

กรอบ07

คำชี้แจง

1. ถ้าหน้าจอปรากฏข้อความ "โปรดกดปุ่ม" ให้นักเรียนกดปุ่มใด ๆ 1 ปุ่ม เช่น กดปุ่มที่เป็นตัวเลขทางขวามือ 0-9 หรือ ปุ่มตัวอักษร ก-ฮ หรือ A-Z
 2. ข้อความอื่น ๆ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในหน้านั้น ๆ
 3. บทเรียนนี้ไม่สามารถดูเนื้อหาย้อนกลับได้ นอกจากจะเริ่มต้นใหม่เท่านั้น
 4. แบบฝึกหัดแต่ละข้อในบทเรียน นักเรียนสามารถพิมพ์คำตอบได้ถึง 2 ครั้ง
 5. หลังจากศึกษาบทเรียนเสร็จแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนอีก 10 ข้อ
 6. ขอให้ทุกคนมีความสุขในการเรียนนะครับ
-

กรอบ08

ปริมาณทางฟิสิกส์

ปริมาณทางฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปริมาณ คือ

1. ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity)
 2. ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity)
-

กรอบ09

ปริมาณสเกลาร์

เป็นปริมาณที่บอกเฉพาะ ขนาด เพียงอย่างเดียวไม่ต้องอาศัยทิศทาง ก็สามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน และสมบูรณ์ เช่น มวล เวลา ระยะทาง อัตราเร็ว ฯลฯ

ปริมาณสเกลาร์ไม่ต้องอาศัยจุดอ้างอิง หรือแกนอ้างอิง

การบวก-ลบ ปริมาณสเกลาร์ สามารถทำได้เลยโดยใช้ วิธีเลขคณิตธรรมดา

กรอบ10

ตัวอย่าง

1. น้ำมวล 5 กิโลกรัม รวมกับน้ำมวล 3 กิโลกรัม มีค่าเท่าไร
 2. ระยะทาง 20 เมตร เดินไป 8 เมตรเหลือระยะทางที่จะเดินต่ออยู่เท่าไร
-

กรอบ11

วิธีทำ

1. น้ำมวล 5 กิโลกรัม + น้ำมวล 3 กิโลกรัม = $5+3$
= 8 กิโลกรัม
 2. เหลือระยะทางที่จะเดินต่อ = $20-8$
= 12 เมตร
-

กรอบ12

แบบฝึกหัด

นาย ก. เดินรอบสนามฟุตบอลได้ระยะทาง 30 เมตร แล้วจึงวิ่งต่อได้ระยะทาง 50 เมตร ถามว่า นาย ก. เดินทางทั้งหมดกี่เมตร
ตอบ =

เฉลย

เดินช่วงแรก ได้ระยะทาง	= 30	เมตร
วิ่งช่วงหลัง ได้ระยะทาง	= 50	เมตร
เพราะฉะนั้นเขาเดินทางได้ระยะทางทั้งหมด	= $30+50$	เมตร
	= 80	เมตร

กรอบ13

ปริมาณเวกเตอร์

เป็นปริมาณที่บอกทั้ง ขนาด และ ทิศทาง จึงจะให้ความหมายสมบูรณ์ชัดเจน

เช่น น้ำหนัก แรง การกระจัด (หรือขจัด) ความเร็ว ความเร่ง ฯลฯ

การบวก-ลบ ปริมาณเวกเตอร์ สามารถทำได้โดยใช้ วิธีเรขาคณิต

ซึ่งจะบวก-ลบกัน ทั้งขนาดและทิศทาง ผลลัพธ์จะต้องระบุ ทั้งขนาดและทิศทาง

กรอบ14

ตัวอย่าง

นาย ข. เดินทางไปทางทิศเหนือ 20 ก้าว แล้วเดินต่อไปทางทิศเหนืออีก 40 ก้าว ถามว่า ขนาดการกระจัดที่ นาย ข. เดินได้ทั้งหมดเท่าไร

กรอบ15

วิธีทำ

ขนาดการกระจัด วัดจากจุดตั้งต้นไปยังจุดสุดท้าย

$$= 20+40$$

$$= 60 \text{ ก้าว}$$

กรอบ16

แบบฝึกหัด

นาย ค. เดินไปทางทิศตะวันออก 90 เมตร แล้วเดินถอยหลังกลับมาที่เดิม
ถามว่า การกระจัดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร

กรอบ17

เฉลย

มีค่าเป็นศูนย์ เพราะการกระจัดวัดจากจุดตั้งต้นไปยังจุดสุดท้าย
ถ้าจุดตั้งต้นและจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์

กรอบ18

การเขียนสัญลักษณ์เวกเตอร์

ใช้ความยาวของลูกศรแทน ขนาด และหัวลูกศรแทน ทิศทาง

เช่น แรง 3 N. กระทำในทิศตะวันออก เขียนแทนด้วยลูกศรเป็น



แรง 3 นิวตัน

การใช้สัญลักษณ์เวกเตอร์ จะใช้วิธีเขียนเครื่องหมายลูกศรกำกับบนตัวอักษร

เช่น เวกเตอร์ A เขียนแทนเป็น $\vec{A}$

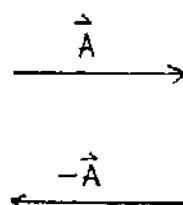
กรอบ19

สรุป

การเขียนรูปแสดงปริมาณเวกเตอร์

1. ทิศทางของเวกเตอร์ชี้ไปตามหัวลูกศร

2. ขนาดของเวกเตอร์เท่ากับความยาว
ของเส้นตรงที่เขียนแทนเวกเตอร์นั้น
3. ใช้อักษรมีลูกศรกำกับอยู่ข้างบน
ตัวอักษรนั้นแทนชื่อของเวกเตอร์
4. เวกเตอร์ที่เป็นลบ เช่น $-\vec{A}$
คือ เวกเตอร์ที่กลับทิศตรงข้ามกับ $\vec{A}$
5. สัญลักษณ์ของเวกเตอร์ A เขียนแทนด้วย $\vec{A}$



กรอบ 20

การรวมเวกเตอร์โดยวิธีการเขียนรูป

แยกพิจารณา 2 กรณี คือ

1. การบวกเวกเตอร์
2. การลบเวกเตอร์

กรอบ 21

การบวกเวกเตอร์

มีหลักดังนี้

1. กำหนดจุดเริ่มต้น แล้วเลือกเวกเตอร์ใด เวกเตอร์หนึ่งเป็นเวกเตอร์แรก
เขียนแทนทั้งขนาดและทิศทางจากจุดเริ่มต้น
2. นำหางของเวกเตอร์ที่สองมาต่อกับหัวของเวกเตอร์แรก โดยแทนทั้งขนาดและทิศทาง
ถ้ามีเวกเตอร์ ที่ 3, 4, 5, ... ก็นำมาต่อกันเรื่อย ๆ
3. ลากเส้นปิดระหว่างจุดเริ่มต้นกับหัวของเวกเตอร์สุดท้าย ขนาดความยาว
ของเส้นตรงที่ลาก จะแทนขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์ ทิศจะพุ่งออกจาก
จุดเริ่มต้นไปตามเส้นตรงที่ลากปิด

กรอบ 22

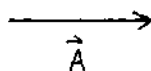
ตัวอย่างการบวกเวกเตอร์

กำหนด เวกเตอร์ A มีขนาด 8 หน่วย ทิศตะวันออก และเวกเตอร์ B
มีขนาด 6 หน่วย ทิศเหนือ จงหา $\vec{A} + \vec{B}$ โดยการเขียนรูป

กรอบ23

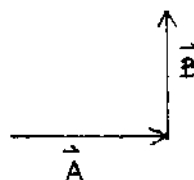
วิธีทำ

กำหนดจุดเริ่มต้น แล้วเลือกเวกเตอร์ใดเวกเตอร์หนึ่งเป็นเวกเตอร์แรกในที่นี้
เลือก $\vec{A}$ เป็นเวกเตอร์แรก



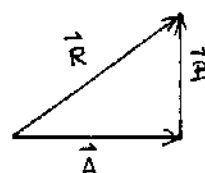
กรอบ24

นำทางเวกเตอร์ที่สอง มาต่อกับหัว
เวกเตอร์แรก โดยแทนทั้งขนาดและทิศทาง



กรอบ25

ลากเส้นปิดระหว่างจุดเริ่มต้น กับหัวเวกเตอร์สุดท้าย
ขนาดความยาวของเส้นตรงที่ลาก จะแทนขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์
ทิศจะพุ่งออกจาก จุดเริ่มต้นไปตามเส้นตรงที่ลากปิด



กรอบ26

เวกเตอร์ศูนย์

คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับศูนย์ ไม่สามารถระบุทิศได้ เขียนแทนด้วย $\vec{0}$ หรือ อาจ
อนุโลมเขียนแทนด้วย 0

*ข้อตกลงเบื้องต้น ปกติแล้ว 0 หมายถึง ขนาดเท่ากับ ศูนย์ แต่ในบทเรียนนี้ ถ้ามี
สมการเวกเตอร์ ที่เท่ากับ 0 แล้ว 0 ในที่นี้ หมายถึง เวกเตอร์ศูนย์

กรอบ27

แบบฝึกหัด

เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ มีขนาดและทิศทาง ดังรูป

จงหา $\vec{P} + \vec{Q}$ โดยการสร้างรูป

$\vec{P} = 6$ หน่วย

$\vec{Q} = 4$ หน่วย



กรอบ28

เฉลย

$\vec{R} = 10$ หน่วย ทิศเดียวกับ $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$

กรอบ29

การลบเวกเตอร์

มีหลักการและวิธีการเหมือนกับการบวกเวกเตอร์ทุกประการ

โดยยึดหลักว่า

$-\vec{A}$ (เวกเตอร์ลบเอ) คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ $\vec{A}$ แต่มีทิศตรงข้าม

กรอบ30

เวกเตอร์ลบ

คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับเวกเตอร์บวก แต่มีทิศตรงข้าม

เช่น $\vec{A}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศเหนือ

$-\vec{A}$ จะมีขนาด 3 หน่วย ทิศใต้

กรอบ31

ตัวอย่างการลบเวกเตอร์

กำหนด เวกเตอร์ $\vec{A}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศตะวันตก และเวกเตอร์ $\vec{B}$

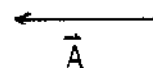
มีขนาด 4 หน่วย ทิศใต้ จงหา $\vec{A}-\vec{B}$ โดยการเขียนรูป

กรอบ32

วิธีทำ

กำหนดจุดเริ่มต้น คือ เวกเตอร์ $\vec{A}$ ซึ่งมีขนาด = 3 หน่วย

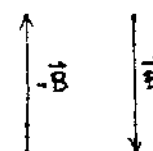
มีทิศตะวันตก เขียนขนาดและทิศทางของ $\vec{A}$



กรอบ33

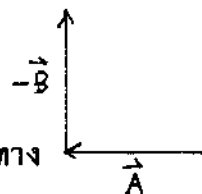
กำหนดเวกเตอร์ $-\vec{B}$ เขียนเวกเตอร์แทนทั้งขนาดและทิศทาง

($-\vec{B}$ มีขนาดเท่ากับ $\vec{B}$ แต่ทิศตรงข้าม)



กรอบ34

นำหางเวกเตอร์ $-B$ มาต่อกับหัว A โดยแทนทั้งขนาดและทิศทาง

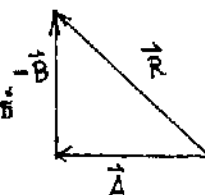


กรอบ35

ลากเส้นปิดระหว่างจุดเริ่มต้น กับหัวเวกเตอร์สุดท้าย

ขนาดความยาวของเส้นตรงที่ลาก จะแทนขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

ที่จะพุ่งออกจากจุดเริ่มต้นไปตามเส้นตรงที่ลากปิด



กรอบ36

แบบฝึกหัด

กำหนด $\vec{P} = 9 \text{ N}$ ทิศตะวันออก

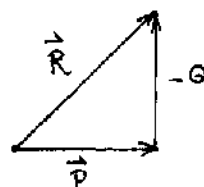
$\vec{Q} = 12 \text{ N}$ ทิศใต้

จงหา $\vec{P} - \vec{Q} = ?$

กรอบ37

เฉลย

$\vec{R} = 15 \text{ N}$ ทิศระหว่าง N กับ E



กรอบ38

การรวมเวกเตอร์โดยวิธีคำนวณ

1. พิจารณาเมื่อมีทิศขนานกัน
2. พิจารณาเมื่อมีทิศทำมุมกัน

กรอบ39

พิจารณาเมื่อมีทิศขนานกัน

สามารถหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ ดังนี้

1. ทิศทางเดียวกัน (ทำมุม 0 องศา)

เวกเตอร์ลัพธ์ = ผลบวกของเวกเตอร์ย่อย
ทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์ไปตามเวกเตอร์ย่อย

กรอบ40

พิจารณาเมื่อมีทิศขนานกัน

สามารถหาขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ ดังนี้

2. ทิศสวนกัน (ทำมุม 180 องศา)

เวกเตอร์ลัพธ์ = ผลต่างของเวกเตอร์ย่อย (มาก-น้อย)
ทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์ไปตามเวกเตอร์ย่อยที่มีค่ามาก

กรอบ41

พิจารณาเมื่อมีทิศทำมุมกัน

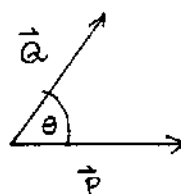
สำหรับเวกเตอร์สองเวกเตอร์ สามารถใช้กฎตรีโกณมิติหาค่าขนาดของเวกเตอร์

"เมื่อมีเวกเตอร์สองเวกเตอร์ ทำมุมใด ๆ ต่อกัน สามารถหาเวกเตอร์ลัพธ์

โดยสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เวกเตอร์ทั้งสอง เป็นด้านประกอบมุม

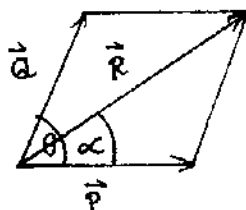
เส้นทแยงมุมที่ลากจากจุดที่เวกเตอร์ทั้งสองทำมุมกัน จะแทนเวกเตอร์ลัพธ์"

กรอบ42



รูปแสดง $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ ทำมุม θ ต่อกัน

กรอบ43



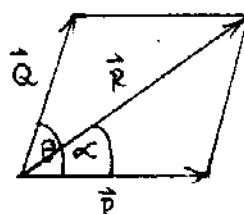
รูปแสดง $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$

กรอบ44

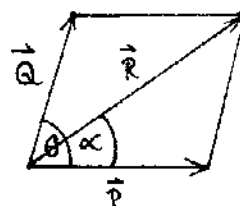
การคำนวณ สามารถหาขนาดและทิศทางดังนี้

ขนาดหาจาก

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$



กรอบ45



ทิศทางหาจาก $\tan \alpha = Q \sin \theta / (P + Q \cos \theta)$

กรอบ46

การหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด

จากสมการ $R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$

ถ้า P, Q มีค่าคงที่

ดังนั้น ค่า R จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับค่า $\cos \theta$

$\cos \theta$ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1

ซึ่งค่า $\cos$ ของมุมที่มีค่า = 1 คือ $\cos 0^\circ$

นั่นคือ เวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด เมื่อเวกเตอร์ย่อยทั้งสองทำมุม 0° ต่อกัน

กรอบ47

$$\text{ดังนั้น } R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 0^\circ$$

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ(1)$$

$$R^2 = (P+Q)^2$$

$$R = P+Q$$

$$\text{นั่นคือ } R_{\max} = P+Q$$

กรอบ48

ตัวอย่าง

$$\text{กำหนดให้ } \vec{A} = 5 \text{ N ที่ } E$$

$$\vec{B} = 6 \text{ N ที่ } E$$

$$R_{\max} = ?$$

กรอบ49

วิธีทำ

$$\text{จากสูตร } R_{\max} = A+B$$

$$\text{แทนค่า } A = 5, B = 6$$

$$\text{จะได้ } R_{\max} = 5+6$$

$$R_{\max} = 11 \text{ N ที่ } E$$

กรอบ50

แบบฝึกหัด

แรงสองแรง มีขนาด 40 และ 24 นิวตัน กระทำต่อวัตถุ โดยไม่ทราบทิศทาง
ของแรงทั้งสอง ขนาดของแรงลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด มีค่ากี่นิวตัน

เฉลย 64 นิวตัน

กรอบ51

การหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด

$$\text{จากสมการ } R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$

ถ้า P, Q มีค่าคงที่ ดังนั้น ค่า R จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า $\cos \theta$

$\cos \theta$ มีค่าน้อยที่สุด = -1

ซึ่งค่าของ $\cos$ มุมที่มีค่า เท่ากับ -1 คือ $\cos 180^\circ$

นั่นคือ เวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเวกเตอร์ทั้งสองทำมุม 180° ต่อกัน

กรอบ52

$$\text{ดังนั้น } R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 180^\circ$$

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ(-1)$$

$$R^2 = (P-Q)^2$$

$$R = P-Q \text{ หรือ } Q-P$$

$$\text{นั่นคือ } R_{\min} = P-Q \text{ หรือ } Q-P$$

กรอบ53

ตัวอย่าง

เวกเตอร์สองเวกเตอร์ ขนาด 6 และ 8 หน่วย กระทำรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง

จงหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด

กรอบ54

วิธีทำ

$$\text{จากสูตร } R_{\min} = A-B$$

$$\text{แทนค่า } A = 8, B = 6$$

$$\text{จะได้ } R_{\min} = 8-6$$

$$R_{\min} = 2 \text{ หน่วย ที่สตามเวกเตอร์ที่มีขนาด 8 หน่วย}$$

กรอบ55

แบบฝึกหัด

แรงสองแรง มีขนาด 40 และ 24 นิวตัน กระทำต่อวัตถุโดยไม่ทราบทิศทาง
ของแรงทั้งสอง จงหาขนาดของแรงลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด
เฉลย 16 นิวตัน

กรอบ56

การหาเวกเตอร์ลัพธ์

ที่เวกเตอร์ย่อยทั้งสองทำมุม 90 องศาต่อกัน

$$\text{จากสมการ } R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta$$

$$\text{ถ้า } \cos \theta = \cos 90^\circ$$

$$\cos 90^\circ \text{ มีค่า เท่ากับ } 0$$

$$\text{ดังนั้น } R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos 90^\circ$$

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ(0)$$

$$R^2 = P^2 + Q^2$$

$$R = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

กรอบ57

ตัวอย่าง

เวกเตอร์สองเวกเตอร์ ขนาด 6 และ 8 หน่วย กระทำรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง เป็นมุม
90 องศา จงหาขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์

กรอบ58

วิธีทำ

$$\text{จากสูตร } R^2 = A^2 + B^2$$

$$\text{แทนค่า } A^2 = 6^2, B^2 = 8^2$$

$$\text{จะได้ } R^2 = 36 + 64$$

$$\text{จะได้ } R^2 = 100$$

$$R = 10 \text{ หน่วย}$$

กรอบ59

แบบฝึกหัด

แรงสองแรงมีขนาดเท่ากัน มีค่าเท่ากับ a กระทำที่จุดเดียวกันเป็นมุมฉาก จงหาขนาดของแรงลัพธ์

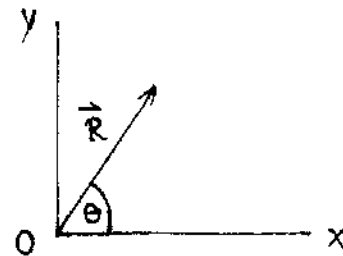
เฉลย $\sqrt{2}a$

กรอบ60

การแตกเวกเตอร์ลัพธ์

ให้เป็นเวกเตอร์ย่อย 2 เวกเตอร์ ตั้งฉากกัน

กำหนดให้ $\vec{R}$ เป็นเวกเตอร์หนึ่ง มีขนาดเท่ากับ R และทำมุม θ กับแกน x



กรอบ61

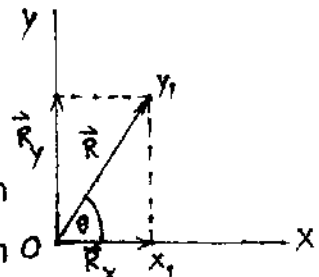
หลักการ

จากหัวเวกเตอร์ลากเส้นตรงไปตั้งฉากกับแกน x และแกน y

จากจุด O ลากเส้นตรงไปตามแกน x จนถึงจุดที่เป็นเส้นตั้งฉาก

จากจุด O ลากเส้นตรงไปตามแกน y จนถึงจุดที่เป็นเส้นตั้งฉาก

เส้นตรงทั้งสองนี้จะแทนเวกเตอร์ย่อยทั้งสองที่เกิดจากการแตกเวกเตอร์



กรอบ62

พิจารณา

จากสามเหลี่ยม OX_1Y_1

$$OX_1/OY_1 = \cos \theta$$

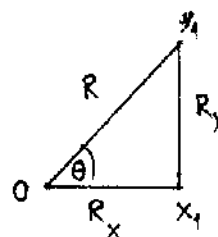
$$R_x/R = \cos \theta$$

$$R_x = R \cos \theta$$

$$X_1Y_1/OY_1 = \sin \theta$$

$$R_y/R = \sin \theta$$

$$R_y = R \sin \theta$$



กรอบ63

สรุป

เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน X

$$R_x = R \cos \theta$$

เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน Y

$$R_y = R \sin \theta$$

กรอบ64

ตัวอย่าง

เวกเตอร์ R มีขนาด 30 นิวตัน ทำมุม 30 องศา กับแกน X

จงหาขนาดของเวกเตอร์ย่อยทั้งสองตามแนวแกน X และแกน Y

กรอบ65

วิธีทำ

เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน X หาได้จากสูตร $R_x = R \cos \theta$

$$\text{แทนค่า } R_x = 30(\cos 30^\circ)$$

$$\text{จะได้ } R_x = 30(1.732/2)$$

$$\text{จะได้ } R_x = 25.98 \text{ N}$$

เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน Y หาได้จากสูตร $R_y = R \sin \theta$

$$\text{แทนค่า } R_y = 30(\sin 30^\circ)$$

$$\text{จะได้ } R_y = 15 \text{ N}$$

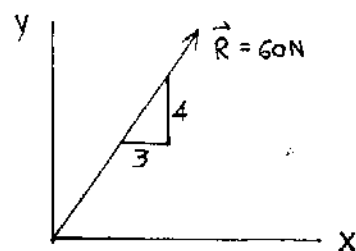
กรอบ66

แบบฝึกหัด

จากกราฟ R_x, R_y มีขนาดเท่าใด

$$\text{เฉลย } R_x = 36 \text{ N}$$

$$R_y = 48 \text{ N}$$



กรอบ67

แบบฝึกหัด

เวกเตอร์สองเวกเตอร์มีขนาดเท่ากัน ถ้ารวมกันจะได้เวกเตอร์ลัพธ์ที่มีขนาดเท่ากับเวกเตอร์ทั้งสอง มุมที่เวกเตอร์ทั้งสองกระทำร่วมกันคือองศา

กรอบ68

เฉลย

$$\text{จากสูตร} \quad R^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta$$

$$\text{แทนค่า} \quad R^2 = R^2 + R^2 + 2R^2 \cos \theta$$

$$-R^2 = 2R^2 \cos \theta$$

$$\cos \theta = -R^2 / (2R^2)$$

$$\cos \theta = -(1/2)$$

$$\cos \theta = \cos 120^\circ$$

$$\theta = 120^\circ$$

กรอบ69

คำชี้แจงก่อนสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ
2. ในการเลือกคำตอบแต่ละข้อให้ใช้ปุ่มลูกศร $\rightarrow$ $\leftarrow$ เพื่อเลื่อนแถบสว่างให้ปรากฏตรงข้อ ก. ข. ค. ง.
3. ถ้าเลือกคำตอบได้แล้วให้กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง
4. บางข้อกำหนดเวลาให้สูงสุด 3 นาทีเท่านั้น ถ้านักเรียนไม่ทำ หรือทำไม่ทันเวลาที่กำหนด จะขึ้นข้อใหม่ทันที และจะย้อนมาทำที่หลังอีกไม่ได้
5. แบบทดสอบนี้ไม่มีการเฉลยคำตอบ และแต่ละข้อ ตอบได้เพียงครั้งเดียว

กรอบ70

แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์

สวัสดีครับ...ขอต้อนรับสู่การทดสอบ

กรุณาพิมพ์ชื่อของท่าน :.....

กรอบ71

1. ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์

ก. ความเร็ว

ข. ความเร่ง

ค. ระยะทาง

ง. แรง

ข้อถูก(ค)

กรอบ72

2. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. ระยะทาง

ข. เวลา

ค. แรง

ง. มวล

ข้อถูก(ค)

กรอบ73

3. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 5 เมตร แล้วย้อนกลับไปทางทิศใต้ อีก 5 เมตร
วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด ในหน่วยเมตร

ก. 0

ข. 5

ค. 10

ง. 15

ข้อถูก(ค)

กรอบ 74

4. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 30 เมตร แล้วย้อนกลับไปทางทิศใต้ 30 เมตร
วัตถุเคลื่อนที่ได้การกระจัดเท่าใด ในหน่วยเมตร

ก. 0

ข. 15

ค. 30

ง. 60

ข้อถูก(ก)

กรอบ 75

5. เวกเตอร์สองเวกเตอร์ ถ้ารวมกันจะได้เวกเตอร์ลัพธ์มากที่สุดเป็น 12 หน่วย
และขนาดของเวกเตอร์ลัพธ์น้อยที่สุดเป็น 6 หน่วย จงหาขนาดเวกเตอร์ทั้งสอง

ก. 6, 6

ข. 7, 5

ค. 8, 4

ง. 9, 3

ข้อถูก(ง)

กรอบ 76

6. ถ้าผลบวกของแรง 2 แรง มีค่าเท่ากับ 16 นิวตัน แรงลัพธ์ของแรงทั้งสองมีค่า
เท่ากับ 8 นิวตัน และมีทิศทางกับแรงที่มีค่าน้อย จงหาขนาดของแรงทั้งสอง

ก. 6, 10

ข. 4, 12

ค. 3, 13

ง. 2, 14

ข้อถูก(ก)

กรอบ 77

7. แรง 2 แรง มีค่า a และ $\sqrt{2}a$ นิวตัน กระทำที่จุดเดียวกันเป็นมุม 135° องศา
ขนาดของแรงลัพธ์มีค่ากี่นิวตัน ? ($\cos 135^\circ = -\cos 45^\circ$)

- ก. a
ข. $2a$
ค. $\sqrt{2}a$
ง. $2\sqrt{2}a$
ข้อถูก(ค)

กรอบ 78

8. แรง 2 แรง มีขนาด F และ $2F$ กระทำที่จุด ๆ หนึ่ง โดยแรงลัพธ์ตั้งฉากกับ
แรง F ขนาดของแรงลัพธ์มีค่าเท่าใด ?

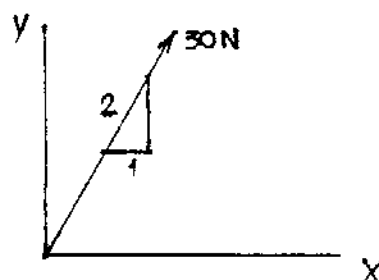
- ก. F
ข. $2F$
ค. $3F$
ง. $\sqrt{3}F$
ข้อถูก(ง)

กรอบ 79

9. จากกราฟ เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน x มีค่าเท่าไร

- ก. 15 N
ข. 30 N
ค. $15\sqrt{3} \text{ N}$
ง. $30\sqrt{3} \text{ N}$

ข้อถูก(ก)



กรอบ80

10. จากกราฟ เวกเตอร์ย่อยตามแนวแกน Y มีค่าเท่าไร

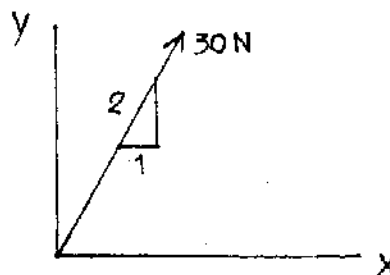
ก. 15 N

ข. 30 N

ค. $15\sqrt{3}$ N

ง. $30\sqrt{3}$ N

ข้อถูก(ค)



กรอบ81

ผลคะแนนของคุณ.....

ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน

คุณตอบถูก .. ข้อ ... คะแนน

คิดเป็นร้อยละ.....

ได้ระดับคะแนน.....

กรอบ82

โอกาสหน้าพบกันใหม่

สวัสดี

ตัวอย่างโปรแกรมคำสั่ง ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมย่อย กรอบ01

เริ่ม!ลบจอ (0,0,639,349,3)!สีเหลี่ยม (0,0,639,349,4,12,1,4)

พิมพ์ (11,02,B: ยินดีต้อนรับทุกท่านเข้าสู่)

พิมพ์ (07,04,B:* บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน *)

พิมพ์ (12,05,B: วิชาฟิสิกส์ ว 021)

พิมพ์ (12,06,B: ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)

พิมพ์พิเศษ (135,250,11,11,11,1,0, เรื่อง "เวกเตอร์")

รอกคณัน!จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ02

เริ่ม!ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์พิเศษ (50,70,11,11,11,1,0, จัดทำโดย)

พิมพ์ (05,05,B: นายอนนท์ อุ่นพาง)

พิมพ์ (05,07,B: สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา)

พิมพ์ (05,08,B: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

รอกคณัน!จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ03

เริ่ม!ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์พิเศษ (40,70,11,11,11,1,0, คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

พิมพ์ (05,05,B: อาจารย์ ดร.พิมพ์ใจ ภิบาลสุข)

พิมพ์ (05,06,B: ประธานกรรมการ)

พิมพ์ (05,07,B: รองศาสตราจารย์สันศักดิ์ ภิบาลสุข)

พิมพ์ (05,08,B: กรรมการ)

พิมพ์ (05,09,B: อาจารย์ ดร.วชิระ อินทร์อุดม)

พิมพ์ (05,10,B: กรรมการ)!รอกคณัน!จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ04

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์พิเศษ(50,70,11,11,11,1,0, ผู้เชี่ยวชาญ)

พิมพ์ (05,05,B: อาจารย์อาจหาญ สัตยารักษ์)

พิมพ์ (05,06,B: อาจารย์เรืองเดช สุทธิพล)

พิมพ์ (05,07,B: อาจารย์อุคม ก้านชูเขียว)

พิมพ์ (05,08,B: อาจารย์ชูศักดิ์ ปฐพีโชค)

พิมพ์ (05,09,B: อาจารย์เบญจพร พลเสนา)

รอกคบันทึกจบ

โปรแกรมย่อย กรอบ05

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์ (03,02,B: จุดประสงค์การเรียนรู้)

พิมพ์ (05,07, 1. บอกความหมาย และยกตัวอย่างของปริมาณสเกลาร์)

พิมพ์ (05,09, ปริมาณเวกเตอร์ และเวกเตอร์ลัพธ์)

พิมพ์ (05,11, 2. เขียนสัญลักษณ์ และรูปแทนปริมาณเวกเตอร์)

พิมพ์ (05,13, 3. คำนวณหาการกระทำลัพธ์)

พิมพ์ (05,15, 4. บอกความหมาย และเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์
ที่มีทิศตรงกันข้าม)

พิมพ์ (05,17, 5. บอกความหมาย และเขียนสัญลักษณ์ของเวกเตอร์ศูนย์)

พิมพ์ (05,19, 6. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป)

รอกคบันทึกจบ

โปรแกรมย่อย กรอบ06

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์ (03,02,B: จุดประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ))

พิมพ์ (05,07, 7. หาเวกเตอร์ลัพธ์จากการลบเวกเตอร์ โดยการสร้างรูป)

พิมพ์ (05,09, 8. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่ามากที่สุด)

พิมพ์ (05,11, 9. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุด)

พิมพ์ (05,13, 10. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีเวกเตอร์ย่อยทั้งสอง
ทำมุมฉากกัน)

พิมพ์ (05,15, 11. คำนวณหาเวกเตอร์ลัพธ์ที่มีเวกเตอร์ย่อยทั้งสอง
ทำมุมใด ๆ ต่อกัน)

พิมพ์ (05,17, 12. แยกเวกเตอร์ลัพธ์ให้เป็นเวกเตอร์ย่อยสองอันตั้งฉากกัน)
รอกคบนั่นจบ

โปรแกรมย่อย กรอบ07

เริ่ม/ลบจอ (5,5,635,344,3)

พิมพ์ (03,02,B: คำชี้แจง)

พิมพ์ (05,07, 1. ถ้าหน้าจอปรากฏข้อความ "โปรแกรมคบนั่น" ให้นักเรียน
กดคบนั่นใด ๆ 1 ปุ่ม)

พิมพ์ (05,09, เช่น กดปุ่มที่เป็นตัวเลขทางขวามือ 0-9 หรือ ปุ่มตัวอักษร ก-ฮ
หรือ A-Z)

พิมพ์ (05,11, 2. ข้อความอื่นให้ปฏิบัติตามคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในหน้าจอ นั้น ๆ)

พิมพ์ (05,13, 3. บทเรียนนี้ไม่สามารถดูเนื้อหาย้อนกลับได้ นอกจาก
จะเริ่มต้นใหม่เท่านั้น)

พิมพ์ (05,15, 4. แบบฝึกหัดแต่ละข้อในบทเรียน นักเรียนสามารถพิมพ์คำตอบ
ได้ถึง 2 ครั้ง)

พิมพ์ (05,17, และถ้านักเรียนไม่ตอบ จะไม่สามารถขึ้นเนื้อหาใหม่ได้)

พิมพ์ (05,19, 5. หลังจากศึกษาบทเรียนเสร็จแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน
อีก 10 ข้อ)

พิมพ์ (05,21, 6. ขอให้ทุกคนมีความสุขในการเรียนนะครับ)

รอกคบนั่นจบ

โปรแกรมย่อย กรอบ08

เริ่ม/ลบจอ (5,5,635,344,1)

พิมพ์ (03,02,B: ปริมาณทางฟิสิกส์)

พิมพ์ (05,07, ปริมาณทางฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปริมาณ คือ)

พิมพ์ (05,09, 1. ปริมาณสเกลาร์ (Scalar Quantity))

พิมพ์ (05,11, 2. ปริมาณเวกเตอร์ (Vector Quantity))

รอกคบนั่นจบ

โปรแกรมย่อย กรอบ09

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,1)

พิมพ์ (03,02,B: ปริมาณสเกลาร์)พิมพ์ (05,07, เป็นปริมาณที่บอกเฉพาะ ขนาด เพียงอย่างเดียวไม่ต้องอาศัย
ทิศทาง)พิมพ์ (05,09, ก็สามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจน และสมบูรณ์ เช่น
มวล เวลา)

พิมพ์ (05,11, ระยะทาง อัตราเร็ว ฯลฯ)

พิมพ์ (05,13, ปริมาณสเกลาร์ไม่ต้องอาศัยจุดอ้างอิง หรือแกนอ้างอิง)

พิมพ์ (05,15, การบวก-ลบ ปริมาณสเกลาร์ สามารถทำได้เลยโดยใช้
วิธีเลขคณิต ธรรมดา)

รอกคบน้น;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ10

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,1)

พิมพ์ (03,01,B: ตัวอย่าง)

พิมพ์ (05,05, 1. น้ำมวล 5 กิโลกรัม รวมกับน้ำมวล 3 กิโลกรัม มีค่าเท่าไร)

พิมพ์ (05,07, 2. ระยะทาง 20 เมตร เดินไป 8 เมตร เหลือระยะทางที่
จะเดินต่ออยู่เท่าไร)

รอกคบน้น;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ11

เริ่ม;พิมพ์ (05,13, วิธีทำ)

พิมพ์ (05,15, 1. น้ำมวล 5 กิโลกรัม + น้ำมวล 3 กิโลกรัม = 5+3)

พิมพ์ (05,17, = 8 กิโลกรัม)

พิมพ์ (05,19, 2. เหลือระยะทางที่จะเดินต่อ = 20-8)

พิมพ์ (05,21, = 12 เมตร)

รอกคบน้น;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ12

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,1)

พิมพ์ (03,02,B: แบบฝึกหัด)

พิมพ์ (05,07, นาย ก.เดินรอบสนามฟุตบอลได้ระยะทาง 30 เมตรแล้วจึงวิ่งต่อ)

พิมพ์ (05,09, ได้ระยะทาง 50 เมตร ถามว่า นาย ก. เดินทางทั้งหมดกี่เมตร)

พิมพ์ (05,11, ตอบ =) ;ตอบซ้ำ 2 ครั้ง

ตรวจข้อความ (14,11,0,'80') ;กรณีเลือก

ถูก: ;พิมพ์ (24,11,ใช่แล้วครับ 80 เมตร เก่งนี้ครับ)

ผิด:

จบกรณีเลือก ;จบตอบซ้ำ

พิมพ์ (05,13, เฉลย)

พิมพ์ (05,15, เดินช่วงแรก ได้ระยะทาง = 30 เมตร)

พิมพ์ (05,17, วิ่งช่วงหลัง ได้ระยะทาง = 50 เมตร)

พิมพ์ (05,19, เพราะฉะนั้นเขาเดินทางได้ระยะทางทั้งหมด = 30+50 เมตร)

พิมพ์ (05,21, = 80 เมตร)

รอกคแป้น ;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ69

เริ่ม ;ลบจอ (5,3,635,346,1)

พิมพ์ (03,02,B: คำชี้แจงก่อนสอบ)

พิมพ์ (05,07, 1. แบบทดสอบหลังเรียนมีทั้งหมด 10 ข้อ)

พิมพ์ (05,09, 2. ในการเลือกคำตอบแต่ละข้อให้ใช้ปุ่มลูกศร -->
<-- เพื่อเลื่อนแถบสว่าง)

พิมพ์ (05,11, ให้ปรากฏตรงข้อ ก. หรือ ข. หรือ ค. หรือ ง.)

พิมพ์ (05,13, 3. ถ้าเลือกคำตอบได้แล้วให้กดปุ่ม Enter 1 ครั้ง)

พิมพ์ (05,15, 4. บางข้อกำหนดเวลาให้สูงสุด 3 นาทีเท่านั้น ถ้านักเรียนไม่ทำ)

พิมพ์ (05,17, หรือทำไม่ทันเวลาที่กำหนดจะขึ้นข้อใหม่ทันที และจะย้อนมาทำ
ที่หลังอีกไม่ได้)

พิมพ์ (05,19, 5. แบบทดสอบนี้ไม่มีการเฉลยคำตอบ และแต่ละข้อ ตอบได้เพียง
ครั้งเดียว)

รอกคแป้น ;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ70

เริ่ม!ลบจอ (0,0,639,349,0)

สีเหลี่ยม (0,0,629,348,12,14,0,5)

สีเหลี่ยม (6,265,624,270,12,14,0,2)

พิมพ์ (8,1,B: แบบทดสอบหลังเรียน วิชาฟิสิกส์)

สีเหลี่ยม (330,273,612,335,14,13,0,5)

สีเหลี่ยม (6,50,624,54,13,14,0,3)

พิมพ์ (40,22, ผลการทดสอบ)

พิมพ์ (7,4,B: สวัสดีครับ... ขอต้อนรับสู่การทดสอบ)

พิมพ์ (05,11, กรุณาพิมพ์ชื่อของท่านแล้วกดปุ่ม Enter 2 ครั้ง :)

ป้อนข้อความ (43,11,61,NT30)

พิมพ์ (13,13,ยินดีต้อนรับคุณ...)

แสดงข้อความ (26,13,14,1,61)

รอกดปุ่ม

ลบคะแนน | แสดงคะแนนที่ (52,22)

เริ่มการสอบ(ฟิสิกส์)!จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ71ข้อสอบ1

เริ่ม!ลบจอ (15,55,600,255,0)!ลบจอ (15,271,321,335,0)

พิมพ์เลขข้อ (3,6,14)

พิมพ์ (08,06, ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์)

พิมพ์ (08,08, ก. ความเร็ว)

พิมพ์ (08,10, ข. ความเร่ง)

พิมพ์ (08,12, ค. ระยะทาง)

พิมพ์ (08,14, ง. แรง)

ข้อถูก(ค)

ป้อนคำตอบ (4,21,60)!จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ72ข้อสอบ2

เริ่ม!ลบจอ (15,55,600,255,0)!ลบจอ (15,271,321,335,0)

พิมพ์เลขข้อ (3,6,14)

พิมพ์ (08,06, ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์)

พิมพ์ (08,08, ก. ระยะทาง)

พิมพ์ (08,10, ข. เวลา)

พิมพ์ (08,12, ค. แรง)

พิมพ์ (08,14, ง. มวล)

ข้อถูก(ค);ป้อนคำตอบ (4,21,60);จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ73ข้อสอบ3

เริ่ม;ลบจอ (15,55,600,255,0);ลบจอ (15,271,321,335,0)

พิมพ์เลขข้อ (3,6,14)

พิมพ์ (08,6, วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 5 เมตร แล้วย้อนกลับไปทางทิศใต้
อีก 5 เมตร)

พิมพ์ (08,8, วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด ในหน่วยเมตร)

พิมพ์ (08,10, ก. 0)

พิมพ์ (08,12, ข. 5)

พิมพ์ (08,14, ค. 10)

พิมพ์ (08,16, ง. 15)

ข้อถูก(ค);ป้อนคำตอบ (4,21,60);จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ74ข้อสอบ4

เริ่ม;ลบจอ (15,55,600,255,0);ลบจอ (15,271,321,335,0)

พิมพ์เลขข้อ (3,6,14)

พิมพ์ (08,6, วัตถุเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 30 เมตร แล้วย้อนกลับไปทางทิศใต้
อีก 30 เมตร)

พิมพ์ (08,8, วัตถุเคลื่อนที่ได้การกระจัดเท่าใด ในหน่วยเมตร)

พิมพ์ (08,10, ก. 0)

พิมพ์ (08,12, ข. 15)

พิมพ์ (08,14, ค. 30)

พิมพ์ (08,16, ง. 60)

ข้อถูก(ก);ป้อนคำตอบ (4,21,60);จบการสอบ;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ81

เริ่ม;ลบจอ (0,0,639,349,0);สีเหลี่ยม (0,0,639,349,4,12,1,4)

สรุปผล()

เส้นตรง (7000,8000,9000,10000,11,3);รอกคแบบ;จบ

โปรแกรมย่อย กรอบ82

เริ่ม;ลบจอ (5,5,635,344,1)

พิมพ์พิเศษ (135,100,11,11,11,1,0, โอกาสหน้าพบกันใหม่)

พิมพ์ (12,05,B: สวัสดิ์)

เส้นตรง (7000,8000,9000,10000,11,3);จบ

โปรแกรมหลัก

เริ่ม

กรอบ01;กรอบ02;กรอบ03;กรอบ04;กรอบ05;กรอบ06;กรอบ07;กรอบ08

กรอบ09;กรอบ10;กรอบ11;กรอบ12;กรอบ13;กรอบ14;กรอบ15;กรอบ16

กรอบ17;กรอบ18;กรอบ19;กรอบ20;กรอบ21;กรอบ22;กรอบ23;กรอบ24

กรอบ25;กรอบ26;กรอบ27;กรอบ28;กรอบ29;กรอบ30;กรอบ31;กรอบ32

กรอบ33;กรอบ34;กรอบ35;กรอบ36;กรอบ37;กรอบ38;กรอบ39;กรอบ40

กรอบ41;กรอบ42;กรอบ43;กรอบ44;กรอบ45;กรอบ46;กรอบ47;กรอบ48

กรอบ49;กรอบ50;กรอบ51;กรอบ52;กรอบ53;กรอบ54;กรอบ55;กรอบ56

กรอบ57;กรอบ58;กรอบ59;กรอบ60;กรอบ61;กรอบ62;กรอบ63;กรอบ64

กรอบ65;กรอบ66;กรอบ67;กรอบ68;กรอบ69;กรอบ70;กรอบ71ข้อสอบ1

กรอบ72ข้อสอบ2;กรอบ73ข้อสอบ3;กรอบ74ข้อสอบ4;กรอบ75ข้อสอบ5

กรอบ76ข้อสอบ6;กรอบ77ข้อสอบ7;กรอบ78ข้อสอบ8;กรอบ79ข้อสอบ9

กรอบ80ข้อสอบ10;กรอบ81;กรอบ82;จบ

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
หนังสือราชการ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์อาจหาญ สัตยารักษ์
ผู้เชี่ยวชาญสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. อาจารย์เรืองเดช สุทธิพล
อาจารย์ 2 ระดับ 5 โรงเรียนภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ
3. อาจารย์ชูศักดิ์ บรูพิโชค
อาจารย์ 2 ระดับ 6 โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
4. อาจารย์อุดม ก้านภูเขียว
อาจารย์ 2 ระดับ 6 โรงเรียนชุมแพศึกษา อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
5. อาจารย์เบญจพร พลเสนา
อาจารย์ 2 ระดับ 5 โรงเรียนโนนหันวิทยายน อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
ปัจจุบันย้ายไปดำรงตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 5 โรงเรียนภูเขียว อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ



ที่ ทม 0510/ 4152

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๓๗

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคลเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้จัดการร้าน AP software

ด้วยนายอนันต์ อุ่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายอาจหาญ สัตยารักษ์ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคล ดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมพงษ์ จันทรโพธิ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. (043) 236903



ที่ ทม 0510/ 4153

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๓๗

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนภูเขียว

ด้วยนายอนันต์ อุ่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และ พิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายเรืองเดช สุทธิผล ตำแหน่ง อาจารย์ ๒ ระดับ ๕ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

น.อ.อ.

(นายสมพงษ์ จินทรโพธิ์ศรี)

กมลบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. (043) 236903

ที่ ทม 0510/ 4/54



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๓๗

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนภูเวียงวิทยาคม

ด้วยนายอนันต์ อุ่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนรู้เป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายชูศักดิ์ ปฐพีโชค ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6 เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๒๐๐๒

(นายสมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. (043) 236903



ที่ ทม 0510/ 4155

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๓๗

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนแพศึกษา

ด้วยนายอนันต์ ย่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนรู้เป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และ พิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นายอุดม ก้านภูเขียว ตำแหน่ง อาจารย์ ๒ ระดับ ๖ เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

น.อ.อ.

(นายสมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. (043) 236903



ที่ ทม 0510/ 4/56

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

25 กรกฎาคม 2537

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งข้าราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโนนทันวิทยายน

ด้วยนายอนันต์ อุ่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นางเบญจพร พลเสนา ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 5 เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุญาตแต่งตั้งบุคคลดังกล่าวเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมทรงศ์ จันทรโพธิ์ศรี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. (043) 236903



ที่ ทม 0510/ 457

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒๕ กรกฎาคม 2537

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาเค้าโครงวิทยานิพนธ์จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายอนนท์ อุ่นผาง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรในการศึกษาค้างนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และจะดำเนินการเก็บข้อมูล โดยใช้แบบทดสอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2537 ถึง วันที่ 30 ธันวาคม 2537 เวลา 9.00-16.30 น. เพื่อให้การศึกษาค้างนี้สำเร็จลุล่วง ไปด้วยดี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ นายอนนท์ อุ่นผาง ดำเนินการเก็บข้อมูลตามประสงค์ด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทวงเป็น อย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมพงษ์ จันทรโพธิ์ศรี)

คณะคัมภีร์ศึกษา

โทร. (043) 238903