บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารตำรา บทความและรายงานการวิจัยต่าง ๆ ซึ่งจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
    1.1 ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
    1.2 ประเภทของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
        1.2.1 การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย
        1.2.2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย
2. ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์
3. การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
    3.1 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
    3.2 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
    3.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
    4.2 งานวิจัยในประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Reasoning)

1.1 ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ในการคิดหาเหตุผลนั้นเพื่อความสมเหตุสมผลจึงต้องมีหลักการของตรรกศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ ตรรกศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญยิ่งและเป็นรากฐานที่สำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของตรรกศาสตร์ดังนี้

โคพิ(Copi , 1961 : 1)กล่าวว่า "ตรรกศาสตร์เป็นศาสตร์ของการคิดให้เหตุผล"

กีรติ บุญเจือ (2521 : 179)ได้ให้นิยามของตรรกศาสตร์ว่าคือ"วิชาที่ว่าด้วย รรมชาติและหลักเกณฑ์การใช้เหตุผล เหตุผลเป็นสิ่งที่คิดไว้ในสมองและแสดงออกมาให้รับรู้ โดยใช้ภาษาจะเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียนก็ได้"

ปานใจ สุขสวัสดิ์ (2517 : 3)ได้ให้ความหมายของตรรกวิทยาว่า" เป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักการและวิธีการของการใช้เหตุผล เพื่อให้เราใช้ ความคิด ภาษาพูด ภาษาเขียน อย่างมีเหตุผลไม่ก่อให้เกิดความสำคัญผิดไม่เข้าใจคนอื่นผิด ๆ และรู้จักตัดสินปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล"

จากความหมายของตรรกศาสตร์ของนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงนี้สรุปได้ว่าตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยธรรมชาติและหลักเกณฑ์การใช้เหตุผลการคิดให้เหตุผลจากความหมายของตรรกศาสตร์นั้นจะเห็นว่าในการคิดการพูด การเขียน หรือการแก้ปัญหาต่างๆ ถ้าได้มีการนำหลักการทางตรรกศาสตร์ไปใช้ด้วยจะทำให้การคิด การพูด การเขียนสมเหตุสมผลมีความเชื่อถือและช่วยให้การแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการคิดหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลจึงมีการนำหลักการทางตรรกศาสตร์ไปใช้ซึ่งก็มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการคิดเชิงตรรกศาสตร์ดังนี้

ชาเนอร์(shaner ,1959 อ้างถึงใน สุริยา ผลโพธิ์ ,2528 : 10)ได้กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ว่า"เป็นการคิดที่ช่วยในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผลยิ่งขึ้นทั้งยังเป็นการช่วยในการตัดสินใจของมนุษย์"

กันยา สุวรรณแสง(2532:111)ได้กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ว่า "เป็นผลจากกระบวนความคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายและมีเหตุผลเป็นความสามารถของบุคคลที่จะนำกฎเกณฑ์หรือหลักการทางตรรกศาสตร์มาอธิบายอ้างอิงหรือยืนยันว่าข้อสรุปนั้นๆ ถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่"

กล่าวโดยสรุปการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่มีเหตุผลมีจุดมุ่งหมายและใช้หลักการกฎเกณฑ์ของตรรกศาสตร์อ้างอิงหรือยืนยันความสมเหตุสมผลของข้อสรุปนั้น

1.2 ประเภทของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบ่งเป็น2ประเภท คือการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) และการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)

1.2.1 การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย

กฎ ทฤษฎีและข้อความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและเรานำ กฎ ทฤษฎี ข้อความรู้ดังกล่าวไปพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้น ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยได้มีนักการศึกษาและได้กล่าวไว้ดังนี้

เอนนิส(Ennis,1969 :11)ได้กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยว่า"เป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง(Premise)ไปยังข้อสรุป(Conclusion)ซึ่งข้อสรุปนั้นเป็นข้อสรุปที่จำเป็นจะต้องสมเหตุผล ถ้าการสรุปไม่สมกับเหตุผลที่กำหนดขึ้น เรียกว่าไม่สมเหตุสมผล "

ชัชชัย คุ้มทวีพร (2534 :7)ได้ให้ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยว่า " เป็นการคิดหาเหตุผลที่ข้อสรุป(Conclusion)เป็นจริงเพราะการยอมรับข้ออ้าง(Premise)ว่าเป็นจริง ซึ่งหมายความว่าถ้าข้ออ้างทุกข้อของการอ้างเหตุผลเป็นจริงแล้วข้อสรุปต้องเป็นจริงด้วย"

โดยสรุปความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยคือการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง(Permise)ที่เป็นความจริงสากลไปยังข้อสรุป(Conclusion)ซึ่งเป็นความจริงเฉพาะกรณี และข้อสรุปนั้นเป็นข้อสรุปที่จำเป็นต้องสมเหตุสมผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย

ประโยคอ้าง 1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดมีปอด

2. กระต่ายทุกตัวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ข้อสรุป : กระต่ายทุกชนิดมีปอด

การวัดการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย

ในการวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยนั้นอาศัยหลักใหญ่ ๆ 2ประการคือตัวปฏิบัติการคิด16ตัว(The Sixteen Binary Operation)และการใช้เหตุผลแบบซิลโลจีสซึม ซึ่งหลักแต่ละประการมีรายละเอียดดังนี้

1.หลักเกี่ยวกับตัวปฏิบัติการคิด16 ตัว ซึ่งอินเฮลเดอร์และเพียเจท์(Inheider and Piaget , 1959 : 103-104) ได้กล่าวถึงปฏิบัติการคิด 16 ตัวที่ใช้เป็นหลักการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย ปฏิบัติการคิดทั้ง 16 ตัวนี้ใช้เชื่อมประพจน์ 2 ประพจน์เข้าด้วยกัน ผลแห่งการเชื่อมประพจน์จะได้ประพจน์ใหม่ที่ถูกต้องตามหลักตรรกศาสตร์ ตัวปฏิบัติการเหล่านี้ได้แก่

1.1 การเลือกใช้เหตุผล(Disjunction)ใช้สันธาน " หรือ" เป็นตัวเชื่อม เขียนแป็นสัญลักษณ์ได้ว่า p v qการเชื่อมประโยคเป็นไปในลักษณะที่ว่าถ้าประพจน์ใดประพจน์หนึ่งเป็นจริงหรือเป็นจริงทั้งสองประพจน์ การเชื่อมด้วยตัวปฏิบัติการเลือกโดยใช้เหตุผลก็จะเป็นจริง

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p \vee q = (\bar{p}.q) \vee (p.\bar{q}) \vee (p.q)$

เมื่อ p แทนประพจน์ p เป็นจริง , $\bar{p}$ แทน ประพจน์ p เป็นเท็จ

q แทนประพจน์ q เป็นจริง , $\bar{q}$ แทน ประพจน์ q เป็นเท็จ

1.2 รูปนิเสธของการเลือกโดยใช้เหตุผล(Negation of Disjunction)รูปนิเสธของ (p v q)กล่าวคือ (p v q) เป็นเท็จเมื่อ p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \vee q) = (\bar{p}.\bar{q})$

1.3 การรวมโดยใช้เหตุผล(Conjunction)หมายถึง p เป็นจริง และ q เป็นจริง มีความหมายตรงกับคำว่า "และ"

เขียนแทนด้วย สัญลักษณ์ p . q

1.4 รูปนิเสธของการรวมโดยใช้เหตุผล(Negation of Conjunction) หมายถึง (p . q) ไม่เป็นจริงแสดงว่า p หรือ q เป็นเท็จหรือเป็นเท็จทั้งสองประพจน์

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p.q) = (p.\bar{q}) \vee (\bar{p}.q) \vee (\bar{p}.\bar{q})$

1.5 การเป็นเหตุเป็นผลหรือตัวเงื่อนไข(Implication)ใช้สันธาน" ถ้า ... แล้ว ..." เป็นตัวเชื่อมประพจน์ เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า (p ⊃ q) หมายความว่าถ้าประพจน์หนึ่งเป็นจริงแล้วจะทำให้อีกประพจน์เป็นจริงด้วย

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(p \supset q) = (p.q) \vee (\bar{p}.q) \vee (\bar{p}.\bar{q})$

1.6 รูปนิเสธของตัวเงื่อนไข(Negation of Implication) เป็นการบอกว่า เงื่อนไขเป็นเท็จ หมายความว่า p เป็นจริง แต่ q เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \supset q) = (p.\bar{q})$

1.7 รูปกลับของตัวเงื่อนไข(Converse Implication)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(q \supset p) = (p.q) \vee (p.\overline{q}) \vee (\overline{p}.\overline{q})$

1.8 รูปนิเสธของรูปกลับของตัวเงื่อนไข (Negation of Converse Implication)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(q \supset p) = (\overline{p}.q)$

1.9 การเท่ากัน(Equivalence)ใช้สันธาน " ... ก็ต่อเมื่อ ..." เชื่อมประพจน์ หมายถึง p เป็นจริง และ q เป็นจริง หรือ p เป็นเท็จและ q เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(p \equiv q) = (p.q) \vee (\overline{p}.\overline{q})$

1.10 รูปนิเสธของการเท่ากัน(Negation of Equivalence)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \equiv q) = (p.\overline{q}) \vee (\overline{p}.q)$

1.11 รูปความสัมพันธ์โดยอิสระ p ต่อ q (Independence of p to q)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p[q] = (p.q) \vee (p.\overline{q})$

1.12 รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระของ p ต่อ q (Negation of Independence of p to q)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim p[q] = (\overline{p}.q) \vee (\overline{p}.\overline{q})$

1.13 รูปความสัมพันธ์โดยอิสระของ q ต่อ p (Independence of q to p)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $q[p] = (p.q) \vee (\overline{p}.q)$

1.14 รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระของ q ต่อ p (Negation of Independence of q to p)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim q[p] = (p.\overline{q}) \vee (\overline{p}.\overline{q})$

1.15 สัจนิรันดร์ (Tuatology)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p * q = (p.q) \vee (p.\overline{q}) \vee (\overline{p}.q) \vee (\overline{p}.\overline{q})$

1.16 ความเท็จโดยรูปแบบ (Contradiction)หมายความว่า ไม่มีอะไรเลย (0)

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p * q) = 0$

2 การใช้เหตุผลแบบต่อเนื่อง(Syllogism)เป็นการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยตามแนวคิดของอริสโตเติล(Aristotle)ซึ่งเรียกว่า ซิลโลจิสซึมเป็นโครงสร้างการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย (Smiley , 1973 : 136) การคิดหาเหตุผลแบบซิลโลจิสซึมเป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้างไปยังข้อสรุปเป็นการอ้างเหตุผลที่มีโครงสร้างหรือแบบแผนตายตัวประกอบด้วยประโยคตรรกศาสตร์ 3 ประโยคโดยที่สองประโยคแรกเป็นประโยคอ้างส่วนประโยคที่สามเป็นข้อสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

ตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบซิลโลจิสซึม

ประโยคอ้าง : 1. ถ้าก๊าซได้รับความร้อนแล้วก๊าซจะขยายตัว

2. ถ้าก๊าซขยายตัวแล้วก๊าซจะมีความหนาแน่นน้อยลง

ข้อสรุป : ถ้าก๊าซได้รับความร้อนแล้วก๊าซจะมีความหนาแน่นน้อยลง

สำหรับการวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัยนั้น สรุปได้ว่าต้องอาศัยตัวปฏิบัติการคิดที่สำคัญๆ คือการรวมโดยใช้เหตุผล (Conjunction)การเลือกโดยใช้เหตุผล (Disjunction) การเป็นเหตุเป็นผล (Implication)การเท่ากัน(Equivalence) รูปนิเสธของตัวเชื่อมทั้ง 4 ตัวข้างต้น และรวมเอาหลักซิลโลจิสซึมด้วย

1.2.2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)

ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย

การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ที่ทำให้มีการค้นพบ กฎ ทฤษฎี และข้อความรู้ใหม่ๆที่ไม่ได้มาจากการคิดวิเคราะห์จากความจริงสากลที่แน่ใจได้ก่อน เป็นรูปแบบการคิดที่มาจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และช่วยในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความน่าจะเป็นสูง ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัยไว้ดังนี้

อมร โสภณวิเชษฐวงศ์ (2521 : 184) กล่าวถึงความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยว่า"เป็นการคิดหาเหตุผลที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยไปหาหลักใหญ่หรือดำเนินจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม"

กิรติ บุญเจือ (2521: 4)ได้ให้ความหมายของการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยว่า "เป็นการพิสูจน์โดยอ้างประสบการณ์เฉพาะหน่วยที่แน่ใจแล้วไปสนับสนุนข้อความทั่วไปที่ยังไม่แน่ใจให้มีความแน่ใจมากขึ้น"

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นกล่าวโดยสรุปได้ว่าการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยเป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง(Premise)ที่เป็นความจริงเฉพาะกรณีไปยังข้อสรุป(Conclusion) ซึ่งเป็นความจริงสากล

ตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ประโยคอ้าง : จากการสังเกตกระต่ายแต่ละตัวมีปอด

ข้อสรุป : กระต่ายทุกตัวมีปอด

การวัดการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย

การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยเป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้างที่เป็นความจริงเฉพาะกรณีไปยังข้อสรุปซึ่งเป็นความจริงสากล ในการวัดการคิดแบบอุปนัยนั้นอาศัยการสรุปผลรวบยอด การอุปมาอุปไมย การจัดเข้าพวก การลำดับของตัวเลข(Searles , 1956 : 229 – 230)การวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยนั้นแบ่งออกเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 การอุปมาอุปมัย

เป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งจะต้องวิเคราะห์คำถามและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของและเรื่องราวต่างๆ แล้วขยายหลักการนั้นออกไปสู่สิ่งอื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่นที่มีความสัมพันธ์เป็นทำนองเดียวกัน หรือลักษณะเดียวกันของเจ้าของเดิมซึ่งอาจเป็นทางด้านโครงสร้าง หน้าที่ หรือ คุณลักษณะต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เหมาะสมกันมากที่สุด

รูปแบบของคำถามโจทย์จะกำหนดคำหรือภาพมาให้คู่หนึ่งคำหรือภาพที่กำหนดให้นั้นจะสัมพันธ์กันในทางใดทางหนึ่ง แล้วให้หาคำหรือภาพที่มีความสัมพันธ์กับคำหรือภาพที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ศาสนา : โบสถ์ → การศึกษา : _____

ก. หนังสือ ข. นักเรียน ค. ครู ง. โรงเรียน จ. วัด

ตอนที่ 2 การลำดับตัวเลข

คือความสามารถในการที่จะเข้าใจและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน หรือปริมาณมากน้อย

รูปแบบของคำถามโจทย์จะกำหนดตัวเลขมาให้ชุดหนึ่งแล้วให้สังเกตตัวเลขในชุดนั้นว่า แต่ละตัวเปลี่ยนแปลงไปด้วยกฎเกณฑ์ใด อย่างใด แล้วหาตัวถัดไปของเลขชุดนั้น

ตัวอย่าง 1 , 2 , 5 , 10 , 17 , 26 , _____

ก. 33 ข. 35 ค. 37 ง. 41

ตอนที่ 3 การจัดเข้าพวก

เป็นความสามารถในการจำแนกการแยกสิ่งของออกเป็นประเภทต่างๆได้อย่างถูกต้องเหมาะสมโดยยึดโครงสร้างหน้าที่ลักษณะคุณสมบัติเฉพาะฯลฯเป็นหลักในการเปรียบเทียบกลุ่มนั้น ๆ รูปแบบของคำถามจะมี 2 ลักษณะคือ

รูปแบบของคำถามโจทย์จะกำหนดคำมาให้ชุดหนึ่งซึ่งเป็นพวกเดียวกันหรืออยู่ในประเภทเดียวกันแล้วให้เลือกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี ตรัง ยะลา _____

ก. ระยอง ข. หาดใหญ่ ค. กระบี่ ง. จันทบุรี จ. ตราด

รูปแบบของคำถามอีกลักษณะหนึ่งจะกำหนดคำมาให้5คำซึ่งจะมีอยู่ 4 คำที่มีความหมายคล้ายกันคืออยู่ในประเภทเดียวกันและจะมีอยู่คำหนึ่งที่แตกต่างออกไปไม่เข้าพวกกับคำในข้ออื่น ๆ ให้หาคำที่ไม่อยู่ในประเภทหรือพวกเดียวกัน

ตัวอย่าง คำในข้อใดที่ไม่เข้าพวกกับคำที่กำหนดให้

ก. หู ข. ตา ค. ลิ้น ง. ฟัน จ. จมูก

ตอนที่ 4 การสรุปรวบยอดและหลักการคิดให้เหตุผลแบบอุปนัยของมิลล์

เป็นความสามารถในการใช้เหตุการณ์ที่กำหนดให้มาซึ่งประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อยแล้วสรุปผลตามข้อความนั้น ซึ่งจะต้องพิจารณาให้รอบคอบและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

มิลล์ (Mill,1998:253–264)ได้รวบรวมวิธีการสรุปผลแบบอุปนัยเอาไว้สำหรับตรวจดูความสัมพันธ์ของกรณีต่างๆ วิธีการดังกล่าว เรียกว่า วิธีการอุปนัยของมิลล์ ซึ่งมี 4 วิธีคือ

1. วิธีหาความสอดคล้องกัน(Methodof Agreement)ในประสบการณ์หลายครั้ง ถ้ามีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้งก็สรุปได้ว่าสาเหตุนั้นเป็นสาเหตุของผลนั้น เช่น ฉันราถูกคุณแม่ตีหลายครั้งและแต่ละครั้งที่ถูกตีรู้สึกเจ็บเราก็สรุปได้ว่าการตีเป็นสาเหตุของความเจ็บ

2. วิธีหาความแตกต่าง(Method of Difference)ในประสบการณ์หลายครั้งที่มีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้งต่อมามีสาเหตุอื่นเข้าแทรกเพิ่มเข้ามาและเกิดผลแตกต่างออกไป ก็สรุปสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่นเคยถูกคุณแม่ตีหลายครั้งและเจ็บทุกครั้ง ครั้งหลังสุดรู้ตัวก่อน จึงนุ่งกางเกงบุหนังข้างในจึงรู้สึกเจ็บและคัน ก็สรุปได้ว่าการนุ่งกางเกงบุหนังข้างในเป็นสาเหตุของอาการคัน

วิธีหาความสอดคล้องและความแตกต่างร่วมกัน(Method of Agreement and Difference)ในการสำรวจส่วนมากมักต้องการทราบทั้งสาเหตุที่สอดคล้องและความแตกต่างกันร่วมกันไป

<u>ตัวอย่าง</u> ดำ แดง เขียว ขาว ขำ เดินทางไปทัศนาจรร่วมกัน ตอนเย็นปรากฏว่ามีอาการปวดท้องทุกคนและเขียวนอกจากจะปวดท้องแล้วยังท้องเดินด้วยเพื่อหาสาเหตุของอาการปวดท้องและท้องเดินซึ่งก็น่าจะมาจากอาหารที่รับประทานและสอบถามการรับประทานอาหารทั้งวันของแต่ละคนพบว่าแต่ละคนมีการรับประทานอาหารดังนี้

ดำ รับประทาน ข้าว แกงไก่ ห่อหมก ปาท่องโก๋

แดง รับประทาน ข้าว แกงไก่ ปาท่องโก๋ ฝรั่งดอง

เขียว รับประทาน ข้าว แกงไก่ ห่อหมก ฝรั่งดอง เครื่องในวัว ปูเค็ม

ขาว รับประทาน ข้าว แกงไก่ ห่อหมก เครื่องในวัว ขนมจีน

ขำ รับประทาน แกงไก่ ห่อหมก ปาท่องโก๋ เครื่องในวัว ขนมจีน

จากการรับประทานอาหารของแต่ละคนและวิธีหาความสอดคล้องและความแตกต่างร่วมกันสรุปได้ว่าสาเหตุของอาการปวดท้องของทุกคนน่าจะเป็นแกงไก่(ความสอดคล้อง)และสาเหตุของอาการท้องเดินของเขียวน่าจะเป็นปูเค็ม(ความแตกต่าง)จากข้อสรุปที่ได้มานี้มีคุณค่าพึงพอระดับน่าจะเป็นเท่านั้นจะยืนยันแน่นอนแล้วยังไม่ได้ ถ้าตรวจสอบได้ก็ควรจะมีการตรวจสอบดูเพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นให้สูงขึ้นหรือมีความแน่นอนมากขึ้น

3. วิธีหาส่วนที่เหลือ(Method of Residuses)ในประสบการณ์เดียวกัน ถ้ามีหลายสาเหตุเกิดผลหลายอย่างร่วมกันถ้าทราบว่าสาเหตุใดทำให้เกิดผลใดก็สามารถแยกสาเหตุนั้นออกไปได้และสาเหตุที่เหลือก็จะเป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

<u>ตัวอย่าง</u> วันหนึ่งไปซื้อกางเกง หมวก รองเท้า กระเป๋า รวมเป็นเงิน 200 บาท และทราบราคาของเสื้อราคา 20 บาท กางเกง 30 บาท หมวก 15 บาท รองเท้า 50 บาท ไม่ทราบราคาของกระเป๋าถ้าต้องการหาราคาของกระเป๋า ก็สามารถหาได้โดยวิธีหาส่วนที่เหลือกล่าวคือสิ่งของทั้ง 5 ชิ้นเป็นสาเหตุรวมกันทำให้เกิดผลต้องชำระเงิน 200 บาทเมื่อทราบว่าสิ่งของแต่ละชิ้นสิ่งของใดเป็นสาเหตุให้เกิดผลใดก็สามารถแยกออกไปได้ ดังนั้นเมื่อแยกจำนวนเงินที่เกิดจากการซื้อกางเกง หมวก รองเท้า ออกไปจากจำนวนเงิน 200 บาท ก็จะเหลือจำนวนเงิน 85บาท ซึ่งจะเป็นราคาของกระเป๋านั้นเอง ในกรณีของตัวอย่างนี้เป็นกรณีที่ได้ผลสรุปแน่นอนแม่นยำ เนื่องจากสาเหตุว่ามีจำนวนจำกัดและสามารถตรวจสอบได้ทุกหน่วย แต่ถ้าเป็นกรณีที่ไม่ทราบสาเหตุทุกหน่วยก็ต้องมีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความน่าจะเป็นมากที่สุด

4. วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ (Method of Concomitant Variation)

ในการศึกษาปรากฏการณ์บางอย่างระดับหรือความเข้มข้นของสาเหตุเดียวกันทำให้เกิดผลที่แตกต่างกันไป ดังนั้นในการสรุปผลจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างของระดับ หรือความเข้มข้นของสาเหตุด้วยเช่น ในการรับประทานยาแก้ปวดชนิดหนึ่งพบว่ารับประทาน 1 เม็ดไม่เกิดผลอันใดแต่รับประทาน 2 เม็ดทำให้หายปวดศรีษะ และ รับประทาน 10 เม็ดทำให้ตายเป็นต้น

2. ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความจริง เพราะความรู้วิทยาศาสตร์ทุกสาขาจะเกี่ยวข้องกับตัวเลขและการคำนวณทั้งสิ้นถ้าขาดความรู้คณิตศาสตร์แล้ววิทยาศาสตร์ก็จะไม่ก้าวหน้าการจะพามนุษย์อวกาศไปลงยังบนดวงจันทร์ก็ทำไม่ได้ถ้ามนุษย์ไม่สามารถคำนวณระยะทางจากโลกไปดวงจันทร์และคำนวณตำแหน่งต่าง ๆ ของดวงจันทร์โดยสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของโลกได้ (สุวัฒก์ นิยมค้า , 2531 : 179) ทักษะการคำนวณเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ช่วยในการหาค่าปริมาณต่างๆทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปริมาณดังกล่าวทำให้เห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ของปริมาณมาณทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในรูปของนามธรรมได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ มีการนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นอย่างมากซึ่งทักษะคำนวณนี้ ได้มีนักการศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2527 : 13)ได้กล่าวถึงทักษะการคำนวณว่า "ทักษะการคำนวณหมายถึงความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกต เชิงปริมาณการวัดการทดลองและจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก การลบการคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์และการสร้างสมการ"

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และธงชัย ชิวปรีชา (2525 : 128) ให้ความหมายของทักษะการคำนวณว่า"ทักษะการคำนวณหมายถึงการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการการหาค่าเฉลี่ยการเขียนกราฟ ฯลฯ มาใช้แก้ปัญหาหรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม"

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าทักษะการคำนวณหมายถึงความส ามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัดการทดลองและจากแหล่ง

อื่นๆมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับการบวก การลบ การคูณ การหาร หาค่าเฉลี่ย การยกกำลังสองการถอดกรณฑ์และการสร้างสมการ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตีความหมายและลงข้อสรุป แก้ปัญหา หรือใช้กระบวนการอื่นต่อไป

ทักษะการคำนวณเป็นทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มังกร ทองสุขดี(2523 : 20)กล่าวถึงทักษะการคำนวณที่จำเป็นต้องฝึกให้แก่นักเรียนไว้ดังนี้คือ

1. ฝึกให้รู้จักการหาค่าโดยประมาณ(Approximation) การรู้จักประมาณ ในทางการคำนวณจะช่วยตั้งสมมติฐานได้มาก

2. ฝึกให้รู้จักการหาค่าเฉลี่ย(Average) เช่นการหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการหาค่าที่ถูกต้องได้

3. ฝึกให้รู้จักลำดับความสำคัญ(Ranking) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการสำรวจต่อ การแสดงผลงานการค้นคว้า

4. ฝึกให้รู้จักประโยชน์จากพีชคณิต(Algebra)ให้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาการตั้งกฎเกณฑ์ เช่น กฎของโอห์มต้องใช้กฎเกณฑ์ทางพีชคณิต

5. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของวิชาเรขาคณิต(Geometry) เป็นวิชาที่ช่วยหาเหตุผลหาค่าความยาว ช่วยอธิบายรูปร่างลักษณะของวัตถุต่าง ๆ

6. ฝึกให้รู้จักประโยชน์ของการสร้างกราฟ(Graphing) เป็นประโยชน์ต่อการอธิบายการทดลอง จะช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น

7. ฝึกให้รู้จักการจัดกลุ่ม(Grouping) การรู้จักจัดกลุ่มของจำนวนต่าง ๆ นักเรียนจะต้องคำนึงถึงหน่วย(Unit) ของจำนวนเหล่านั้นด้วย

8. ฝึกให้รู้จักการวัด(Measurement) การวัดเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เราต้องวัดปริมาณต่างๆคือ 1.วัดระยะทางหรือที่ว่าง(Space) 2.วัดมวล (Mass) 3.วัดเวลา(Time) การวัดปริมาณเหล่านี้นักเรียนจะต้องมีทักษะการวัดรู้วิธีการวัดรู้จักเลือกใช้และวิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

9. ฝึกให้มีการหาค่าร้อยละ(Percentage) ในการหาค่าร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะจะแสดงให้เห็นคุณค่าความมากน้อยของปริมาณทางวิทยาศาสตร์ในจำนวนทั้ง 100 ส่วน เช่น การหาค่าความร้อน หรือการหาค่าของการได้เปรียบเชิงกล

10. ฝึกให้รู้จักตำแหน่งและค่าจำนวนต่าง ๆ ในการคำนวณนักเรียนจะต้องทราบและเข้าใจว่า จำนวนต่าง ๆ นั้นมีค่าและหน้าที่อย่างใด เช่น ในกรณีที่มีการคำนวณเกี่ยวกับเครื่องหมาย +, - ,x , ÷ นักเรียนต้องทราบผลของการคูณ และหารก่อนทำการบวกและลบ

11. ฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหา(Problem – Solving)ในกรณีนี้หมายถึงการรู้จักแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้สมการแบบต่าง ๆ การหาค่ากรณฑ์ เป็นต้น

12. ฝึกให้รู้จักการพิสูจน์ (Prove) เราอาจจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้สมการพีชคณิตและเรขาคณิตเพื่อแสดงการพิสูจน์ได้

13. ฝึกให้รู้จักหาอัตราส่วน(Ratio) การเรียนวิทยาศาสตร์เช่นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การถ่ายทอดพันธุกรรมทางชีววิทยา และเปลี่ยนรูปพลังงานต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ จะต้องแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนอยู่เสมอ ดังนั้นการรู้จักและเข้าใจเรื่องอัตราส่วนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

14. ต้องฝึกให้เข้าใจกับค่าของจำนวนตัวเลข ซึ่งค่าของจำนวนตัวเลขย่อมมีทั้งค่ามากค่าน้อย เช่น 1,000,000 กับ 1 ใน 1,000,000 ย่อมจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือสับสนได้ ดังนั้นจึงควรจะให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าใจค่าต่างๆว่าแตกต่างกันอย่างไรเพื่อสะดวกต่อการศึกษาในเรื่องระยะทาง ระยะห่าง การวิเคราะห์ การคำนวณอายุของหินชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

15. ฝึกให้รู้ศัพท์ของจำนวนเลขต่าง ๆ (Number Vocabulary)เช่นให้รู้จักความหมายของเส้นล้อมรอบของรูปต่าง ๆ (Perimeter) ความหมายของมุมทรงกลม ปริมาณเวกเตอร์ เป็นต้น

16. ฝึกให้เข้าใจความหมายของศูนย์ (Zero Representation) ค่าของศูนย์เป็นความหมายด้านนามธรรมที่มักจะทำให้เกิดการเข้าใจผิดอยู่เสมอเพราะคำว่าศูนย์ไม่ได้มีความหมายว่าไม่มีค่าเสมอไป โดยเฉพาะเมื่อนักเรียนใช้ ไม้บรรทัด การวัด (scale) การอ่านกราฟ อ่านอุณหภูมิ และพิจารณาค่า บวก ลบ ของเลขจำนวนใด ๆ

จะเห็นได้ว่าทักษะการคำนวณทั้งหมดนี้เป็นทักษะการคำนวณที่ปรากฏอยู่ในวิชาเลขคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ เรขาคณิต และสถิติ ทักษะการคำนวณเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาฟิสิกส์ ทักษะการคำนวณเหล่านี้ต้องนำมาใช้ในการตั้งสมมติฐาน การวัด การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การพิสูจน์การนำกฎและสูตรมาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังนั้นจึงควรฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ จากการที่ทักษะการคำนวณเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เช่นในการวัดต้องใช้ทักษะการหาค่าเฉลี่ยในการเสนอข้อมูลการแปลความหมายของข้อมูล หรือการทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นต้องใช้ความความรู้เรื่องการเขียนอ่านกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแกนx และแกน y และการเขียนภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ต้องใช้ทักษะการคำนวณเรื่องการบวก การลบ และการเขียนรูปแทนเวกเตอร์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

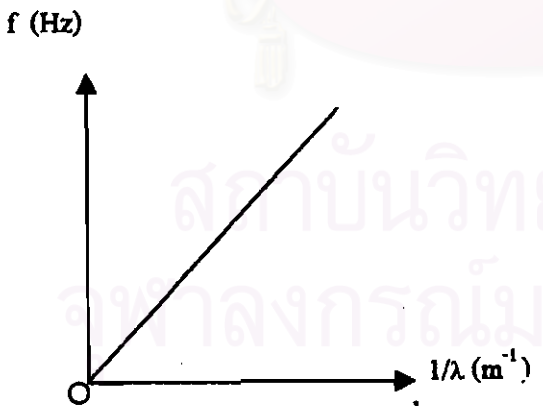
ในการเรียนเรื่องคลื่นน้ำของบทเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ว 023)นั้น ในบทเรียนจะไม่บอกให้ทราบถึงส่วนต่าง ๆของคลื่นและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับ

ความถี่แต่นักเรียนจะต้องทำการทดลองแล้วนำคำตอบเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับความถี่ออกมาเป็นสูตรสำหรับใช้ในการคำนวณต่อไป ในการทดลองนี้นักเรียนต้องสังเกต ส่วนประกอบของคลื่นคือ สันคลื่น ท้องคลื่น ความยาวคลื่น หลังจากนั้น นักเรียนต้องทำการวัดความยาวคลื่น และความถี่คลื่นในการวัดความยาวคลื่น(λ)และความถี่ของคลื่น(f)นั้นนักเรียนต้องอาศัยทักษะการคำนวณในเรื่องการกะประมาณค่าและการใช้เลขนัยสำคัญหลังจากนั้นนักเรียนต้องร่วมกันคิดตารางข้อมูล เพื่อบันทึกผลการทดลองดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางบันทึกข้อมูลการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นและความถี่ของคลื่นน้ำ

ครั้งที่	ความยาวคลื่น (เมตร)	ความถี่ (Hz)	ความยาวคลื่นเฉลี่ย (เมตร)	ความถี่เฉลี่ย (Hz)	1/ความยาวคลื่น
1	0.05	2			
2	0.06	3	0.055	2.5	18.18

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการวัดมีความหมายและมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น นักเรียนต้องใช้ทักษะการคำนวณในเรื่องการหาค่าเฉลี่ยของความยาวคลื่น(λ) และความถี่ของคลื่น (f) แล้วนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนกลับของความยาวคลื่น($1/\lambda$)และความถี่(f) จะได้กราฟเป็นเส้นตรงดังรูป



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับส่วนกลับของความยาวคลื่นของคลื่นน้ำ

จากกราฟเส้นตรงที่ได้นักเรียนต้องใช้ทักษะในการอ่านกราฟแล้วแปรความหมายของกราฟออกมาในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่นคือความถี่แปรผกผันกับความยาวคลื่น $f \propto 1/\lambda$ หลังจากบันทึกแล้วต้องใช้ทักษะการคำนวณในเรื่องการสร้างสมการเพื่อ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สู่การสรุปความสัมพันธ์ของความถี่และความยาวคลื่นออกมาเป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณขั้นต่อไป คือ

$$f = \frac{k}{\lambda}$$

สูตร $$f = \frac{v}{\lambda}$$

ในการที่นักเรียนนำสูตรไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ในแบบฝึกหัด นักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะ การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารเลขยกกำลัง โจทย์อาจกำหนดความถี่ ความเร็วหรือความยาวคลื่นเป็นเลขจำนวนเต็ม เศษส่วนทศนิยมหรือเลขยกกำลัง ดังนั้นทักษะการคำนวณจึงเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เป็นการนำจำนวนที่ได้มาจากการสังเกตการวัด การทดลอง มาจัดกระทำใหม่ให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ และการสร้างสมการ ฯลฯ

จากที่กล่าวมาในข้างต้นพอสรุปได้ว่าทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์หมายถึงความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง ถอดราก และการสร้างสมการ ฯลฯมาใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนหรือให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายเชิงสถิติและเป็นทักษะการคำนวณที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการศึกษาเรื่อง "การเปรียบเทียบทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6" ของศานติ์ศรี อินทุวนิช (2527 : 31)ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์หนึ่งเพื่อสำรวจและจัดกลุ่มของทักษะการคำนวณที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 11 กลุ่มทักษะดังนี้

กลุ่มทักษะที่ 1 ทักษะการบวก การลบเวกเตอร์และการเขียนรูปแทนเวกเตอร์ (การหาผลบวก ผลต่างของเวกเตอร์โดยใช้รูป)

กลุ่มทักษะที่ 2 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม

กลุ่มทักษะที่ 3 ทักษะการหาค่าเฉลี่ย กะประมาณค่าและเลขนัยสำคัญ

กลุ่มทักษะที่ 4 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารเลขยกกำลัง

กลุ่มทักษะที่ 5 ทักษะการหาค่ารากที่สอง

กลุ่มทักษะที่ 6 ทักษะการใช้สูตรดอการิทึม

กลุ่มทักษะที่ 7 ทักษะการสร้างสมการและการหาค่าจากสมการ(สมการชั้นเดียวหนึ่งตัวแปร กำลังหนึ่ง กำลังสองและสมการสองชั้นสองตัวแปร)

กลุ่มทักษะที่ 8 ทักษะการหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตได้แก่ รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก)

กลุ่มทักษะที่9ทักษะการใช้ทฤษฎีเรขาคณิตในเรื่องมุมประชิดเส้นขนานสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับรัศมี ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับเส้นสัมผัส

กลุ่มทักษะที่ 10 ทักษะการใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

กลุ่มทักษะที่ 11ทักษะการอ่าน เขียนกราฟและการคำนวณโดยอาศัยกราฟ การหา Slope และพื้นที่ใต้กราฟ

จากกลุ่มทักษะการคำนวณที่ใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ดังกล่าวนี้ นำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนได้

3. การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3.1 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

การดำรงชีวิตในชีวิตประจำวันมักพบปัญหาและอุปสรรคเสมอ ซึ่งในการแก้ปัญหาต่างๆก็มีหลายวิธี แต่ละวิธีให้ผลที่แตกต่างกันไป การเลือกวิธีการแก้ปัญหาเลือกตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการและความเหมาะสมของปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องและเอื้ออำนวย ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกกระบวนการแก้ปัญหาให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจึงควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นรูปแบบหนึ่งของโจทย์ปัญหาซึ่งนักการศึกษาได้ให้ ความหมายไว้ดังนี้

แอนเดอร์สันและพิงกรี(Anderson and Pingry,1973 :228)กล่าวว่า"โจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไขหรือหาคำตอบซึ่งการแก้ปัญหาจะทำได้ดีต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบการตัดสินใจ"

อดัมส์ (Adams,1977 :176)กล่าวว่า"โจทย์ปัญหาคือโจทย์ภาษาโจทย์เชิงเรื่องราวหรือโจทย์เชิงสนทนาที่บรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาโจทย์"

เบลิคอบ(Belikov, 1989 : 20) กล่าวว่า "โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและมีบางปริมาณที่ไม่ทราบค่า"

กล่าวโดยสรุปโจทย์ปัญหาฟิสิกส์คือสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวกับปริมาณ ทางฟิสิกส์ซึ่งการแก้ปัญหาจะทำได้ดีต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในการตัดสินใจ

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่มนุษย์ใช้เมื่อไม่อาจจะบรรลุจุดมุ่งหมายที่แน่นอนได้ การแก้โจทย์ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา วิชาการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีจัดไว้ในหลักสูตรต่าง ๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่วๆ ไป (Dressel , 1955 : 19-29)ซึ่งนักการศึกษาได้ให้คำนิยามของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

คาร์ล (Carl อ้างถึงในสิริมาส สิทธิหล่อ, 2535 : 35) กล่าวว่า "การแก้ปัญหาเป็นการหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้"

ชุพิน พิพิธกุล(2530 : 133) ได้กล่าวไว้ว่า "การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการประยุกต์ความรู้เดิมที่ได้รับมาตอนแรกกับประสบการณ์ใหม่มาวิเคราะห์และแปลผล"

เบลิคอบ (Belikov, 1989 : 20)ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ไว้ว่า "การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หมายถึงกระบวนการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แล้วค้นหาค่าของปริมาณที่ไม่ทราบค่าในความสัมพันธ์นั้น"

กล่าวโดยสรุปการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์คือกระบวนการในการประยุกต์เอาความรู้ประสบการณ์เดิม มาค้นหาค่าของปริมาณที่ไม่ทราบค่าในโจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้น

3.2 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นกระบวนการในการค้นหาคำตอบหรือค่าปริมาณที่ไม่ทราบค่าในโจทย์ปัญหานั้นซึ่งจะช่วยให้นักเรียนค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและถูกต้องได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้

ชาร์ล(Charl , 1985 :48) กล่าวถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาว่า " กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคือกระบวนการของการแก้ไขปัญหา การเลือก หรือรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา การเลือกและการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาในการตอบปัญหาและการประเมินผลคำตอบที่สมเหตุสมผล "

เฮลตัน(Helton , 1958 : 203)ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจเพื่อพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการ
2. กำหนดสัญลักษณ์เป็นตัวแทนของตัวแปรไม่ทราบค่า
3. หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับโจทย์
4. เขียนสมการ
5. แก้สมการ
6. ให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วย
7. ตรวจสอบคำตอบ

มูลเลอร์ (Mueller, 1982 : 32-33) ได้สนอขั้นตอนในการแก้โจทย์สมการไว้ดังนี้

1.พิจารณาสิ่งที่โจทย์ถามหาปริมาณที่ไม่ทราบค่า แล้วสมมติตัวแปรแทนตัวไม่ทราบค่านั้น

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่ทราบค่ากับตัวแปรที่ทราบค่าจากข้อมูลที่โจทย์ให้มา

3. เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์จากข้อมูลในข้อที่ 2

4. แก้สมการเพื่อหาค่าของตัวไม่ทราบค่าจากข้อที่ 3

เบลิคอบ(Belikov,1989 : 21- 25) ได้เสนอขั้นตอนในการการวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไว้ดังนี้

ขั้นที่1 เป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาด้วย การตีความและทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์ และแปลความแล้วพิจารณาว่าสิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

ขั้นที่ 2 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับนิยาม หลักการและทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนดหรือเลือกใช้ความสัมพันธ์ตามนิยาม หลักการกฎและทฤษฎีที่เคยเรียนมา

ขั้นที่3 เป็นการใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนปริมาณในนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ด้วยการแทนค่าปริมาณต่าง ๆ ในรูปของตัวแปรตามความสัมพันธ์ที่ได้ ในขั้นที่ 2

ขั้นที่4เป็นการคิดคำนวณและวิเคราะห์คำตอบของโจทย์ปัญหาด้วยการคิดคำนวณแก้สมการหาคำตอบและประมาณค่าคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 เป็นการตอบโดยสรุปคำตอบที่ได้ตามความหมายที่โจทย์ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่ากระบวนในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์เป็นวิธีการที่มีขั้นตอนที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยสรุปมี 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าสิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าสิ่งใดที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนที่3การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาสร้างความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ที่ไม่ทราบค่ากับกฎหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ เช่นการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องเป็นต้น

ขั้นตอนที่4การใช้ข้อมูลในโจทย์ปัญหาแทนความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ที่ไม่ทราบค่าลงในกฎหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 5 การคิดคำนวณหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 6 การระบุหน่วยของคำตอบ

3.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ในกระบวนการแก้ปัญหานั้นมีองค์ประกอบหลายประการที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาซึ่งนักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความเห็นไว้หลายท่านดังนี้

เพียเจท์ (Piaget, 1962 : 120)ได้อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่าความสามารถทางด้านนี้จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่ 3คือ ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม เด็กมีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหา แบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่ 4คือระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม เด็กมีอายุประมาณ 11-12 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้นสามารถคิดแก้ปัญหา แบบซับซ้อนและเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมที่มีความสลับซับซ้อนได้

เฮนนี (Henney, 1971 : 252)ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจในแนวคิดของปัญหา
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณ

วูดส์ (Woods , 1983 : 1-2)ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาพบว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. กลวิธี (Strategies)

กลวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาประกอบด้วย

1.1 การคิดเชิงสร้างสรรค์

1.2 การคิดเชิงวิเคราะห์

1.3 ความรู้เดิม

1.4 ประสบการณ์เดิมสำหรับการตัดสินใจ

1.5 การจำแนกลักษณะปัญหา

2. การให้นิยามของปัญหา(Problem Defmition)การฝึกการให้นิยามของปัญหาเป็นการช่วยตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

3. การสำรวจ(Explore)หมายถึงกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาพยายามรวบรวมเพื่อหาข้อความสำคัญมาใช้ในการค้นหาแง่มุมของปัญหาและองค์ประกอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ

4. ความเครียด(Stress) ความกังวลและแรงจูงใจ (Anxiety and Motivation)

5. การตัดสินใจ(Decision-Making)

6. การใช้เหตุผล(Reasoning)

ซาลิวสกี(Zalewski ,1978 : 2804-A)ได้พบว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 4 ประการ คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการจัดกระทำ
3. ความเข้าใจในการอ่านศัพท์การตีความจากกราฟและตาราง
4. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

คิดสัน และกิบสัน(Dickson andGibson ,1984) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีส่วนช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก ได้แก่

1. ความสามารถในการอ่าน(Reading Ability)
2. ความเข้าใจ(Comprehension)
   2.1 มีความเข้าใจโดยทั่วไป
   2.2 มีความเข้าใจในสัญลักษณ์และคำศัพท์เฉพาะ
3. ความสามารถในการแปลง(Transformation)โจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์(Process Skills)นักเรียนสามารถดำเนินการคำนวณตามวิธีการแก้ปัญหาที่คิดได้หรือไม่
5. การลงหน่วยในคำตอบ(Encoding)นักเรียนสามารถเขียนคำตอบในรูปแบบที่ยอมรับกันหรือไม่
6. แรงจูงใจ(Motivation)ของนักเรียน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องถ้ามีความพยายาม ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงจูงใจเป็นสำคัญ
7. การขาดความระมัดระวัง(Carelessness)นักเรียนบางคนรู้ว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรแต่ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณจึงเกิดความคลาดเคลื่อน
8. รูปแบบของคำถาม (Question Form)ซึ่งอาจสร้างความสับสนให้แก่ผู้เรียน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์(2534 :38)พบว่าองค์ประกอบที่มีส่วนช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แก่

1. ความสามารถในการอ่าน
2. ความสามารถในการคิดคำนวณขั้นพื้นฐาน

3. ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

4. ความสามารถในการหาวิธีแก้โจทย์ปัญหา

เนื่องจากในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้โจทยปัญหาดังนั้นจากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์คือ

1: สมรรถภาพทางสมองประกอบด้วยวุฒิภาวะและพัฒนาการของสมองตามระดับพัฒนาการ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการใช้เหตุผล ความรู้เดิมในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคำนวณ ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ความสามารถในการจัดกระทำ

2.ประสบการณ์ประกอบด้วยประสบการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการแก้ปัญหา การฝึกฝนการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อม

3. เจตคติ ประกอบด้วยความสนใจ แรงจูงใจ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

บาโล(Balo,1964:18-22)ได้ศึกษาผลของความสามารถในการอ่านและความสามารถในการคำนวณที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือนักเรียนจำนวน 468 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จะสูงขึ้น ถ้าคะแนนความสามารถในการอ่านและความสามารถในการคิดคำนวณสูงขึ้น

มาร์ติน(Martin , 1964 : 547 – 548) ศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดหาเหตุผล ความเข้าใจในการอ่านและความคล่องในการคำนวณที่มีต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 4 จำนวน 523 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าสมรรถภาพด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.61

ริแบน (Riban,1970 : 4845)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กับวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยมีจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่องการศึกษาว่าผู้เรียนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องมีทักษะทางคณิตศาสตร์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นโปรแกรมซึ่งทำเป็นบัตรปัญหา87 บัตร ปัญหาในบัตรสามารถวิเคราะห์ทักษะทางคณิตศาสตร์ได้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ได้จากการสุ่มจากนักเรียนชั้นต่างๆที่มีความสามารถในการเรียนแตกต่างกันแล้วรวมเป็น2 ห้องเรียน มีจำนวนทั้งหมด 30 คน ผลการทดลองพบว่ามีทักษะทางคณิตศาสตร์ 163 อย่างที่มีความจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และมีทักษะทางคณิตศาสตร์ 52 อย่างที่ไม่จำเป็น

มูส(Moose, 1983 : 1322) ได้ศึกษาคุณลักษณะที่ส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักศึกษาในวิทยาลัยแห่งหนึ่งตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา1983 เนื้อหาที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคือ กำลัง งาน และพลังงาน พบว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นคุณลักษณะหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักศึกษา

ฟิสเชอร์(Fischer,1995: 3870)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะการคำนวณและความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนจำนวน 226 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบทักษะการคำนวณ แบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะการคำนวณและความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสามารถใช้ ทักษะการคำนวณและความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

งานวิจัยในประเทศ

สุมาลี รัตนพันธ์(2524:บทคัดย่อ)ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะคณิตศาสตร์ขั้นมูลฐานกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6 ปีการศึกษา 2523ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดชุมพร จำนวน

300 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะคณิตศาสตร์ขั้นมูลฐานและแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าทักษะคณิตศาสตร์ขั้นมูลฐานมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.64

เจตนา ทองรักษ์ (2524 : 39) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนและเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านจำนวนและเหตุผลเชิงนามธรรมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ0.74 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ0.67 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านจำนวนและความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมเท่ากับ 0.74 อย่างมีนัยสำคัญที่.01

กมล หลีกภัย(2525:78)ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2524โดยใช้แบบทดสอบ ความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พบว่าความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันในทิศทางบวก และสามารถใช้ความสามารถในการคิดเชิงตรรก และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำนายคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้

วิกา ภัทรมัย (2525 : 44 – 66) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนโปรแกรมการเรียน วิทย์ – คณิต โดยใช้แบบทดสอบเหตุผล 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสรุปความ แบบจัดประเภทและแบบอุปมาอุปไมยพบว่า แบบทดสอบอุปมาอุปไมยเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

แน่งน้อย ทองธวัช(2526:42)ได้ทำการวิจัยเรื่อง“ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลเชิงอ้อยคำ และความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีบทกับความสามารถใน

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" โดยใช้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2526 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ของโรงเรียนรัฐบาล โรงเรียนราษฎร์และโรงเรียนสาธิตจำนวน 936 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบทดสอบความสามารถด้านเหตุผลเชิงอ้อยคำ แบบทดสอบความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีบทและแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถด้านเหตุผลเชิงอ้อยคำ ความสามารถในการใช้นิยามและทฤษฎีบทและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริยา ผลโพธิ์ (2528: 81 –82)ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก และความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร" กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนรัฐบาลในสังกัดกรมสามัญศึกษา โรงเรียนราษฎร์สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษานอกชน และโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 346 คน เครื่องมือที่ใช้เป็น แบบทดสอบ 3 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.57

ศานติ์ศรี อินทุวณิช (2526 : 31 –39)ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การเปรียบเทียบ ทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 "โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทักษะการคำนวณที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตรพุทธศักราช 2524 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการนำทักษะการคำนวณไปใช้ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526 ในเขตกรุงเทพมหานคร 10 โรงเรียน ผู้วิจัยสำรวจทักษะการคำนวณในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แล้วสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยตนเอง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวน 50 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคำนวณในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรากฏในแบบเรียนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตร พุทธศักราช 2524 มี 11 กลุ่มทักษะดังนี้ กลุ่มทักษะที่ 1 ทักษะการบวก การลบเวกเตอร์ และการเขียนรูป

แทนเวกเตอร์ (การหาผลบวก ผลต่างของเวกเตอร์โดยใช้รูป) กลุ่มทักษะที่ 2 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนเต็ม ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม กลุ่มทักษะที่ 3 ทักษะการหาค่าฉลี่ย ทะประมาณค่าและเลขนัยสำคัญ กลุ่มทักษะที่ 4 ทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยก กลุ่มทักษะที่ 5 ทักษะการหาค่ารากที่สอง กลุ่มทักษะที่ 6ทักษะการใช้สูตรลอการิทึม กลุ่มทักษะที่ 7 ทักษะการสร้างสมการและการหาค่าจากสมการ (สมการชั้นเดียว หนึ่งตัวแปร กำลังหนึ่ง กำลังสอง และสมการสองชั้นสองตัวแปร)กลุ่มทักษะที่ 8 ทักษะการหาพื้นที่และปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตได้แก่รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมวงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก) กลุ่มทักษะที่9 ทักษะการใช้ทฤษฎีเรขาคณิตในเรื่องมุมประชิด เส้นขนาน สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมวงกลม ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับรัศมี ความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีกับเส้นสัมผัส กลุ่มทักษะที่10 ทักษะการใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ กลุ่มทักษะที่ 11 ทักษะการอ่าน การเขียนกราฟ และการคำนวณโดยอาศัยกราฟ การหา ความชันและพื้นที่ใต้กราฟ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศพบว่ามีงานวิจัยจำนวนไม่น้อยที่สรุปได้ว่าการที่ผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงจะต้องอาศัยทักษะและความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย