

การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์โดยใช้
แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

ห้องสมุดในท้องถิ่น
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุภาณี สี่ละวัฒนากุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178383

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(ผศ.สมจิต สวอนไพบูลย์)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ผศ.สมจิต สวอนไพบูลย์)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.ชุติมา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่.....10.....เดือน.....พฤศจิกายน.....พ.ศ.....2531

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ และ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติ เพชรชื่น รองศาสตราจารย์ ดร.อารี รังสินันท์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบูลย์ ดร.ปรีชา วงศ์ชูศิริ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ ดร.กาญจนา ชูครูวงศ์ รองศาสตราจารย์สมจิต สัมถิตพันธุ์ รองศาสตราจารย์โช สาลีนัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา สัมฤทธิ์ผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนั่น วีระพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิรัช วิหครัตน์ และ อาจารย์สวัสดิ์ ปานเนาว่า ที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย และ ดร.กาญจนา ชูครูวงศ์ ที่เป็นผู้ตรวจสอบบทความภาษาอังกฤษ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทวีกุล โกศัลยานนท์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ อาจารย์เปี่ยมศักดิ์ จาริกสมาน ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ รวมทั้งครู-อาจารย์ในวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วิไล วันทะสมบัติ อาจารย์มาลี ทักษะกรวงศ์ บิดา มารดา พี่ เพื่อน และน้อง รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านซึ่งมีอาจกล่าวนามในที่นี้ได้หมด ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่า และประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

สุภาณี ลีละวัฒนากุล

กันยายน 2531

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายในการวิจัย	7
	ความสำคัญของการวิจัย	8
	ขอบเขตของการวิจัย	8
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	9
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	11
	เอกสารเกี่ยวกับการคิด และรูปแบบการคิด	11
	เอกสารเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย	20
	เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก	26
	เอกสารเกี่ยวกับความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	31
	เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	36
	งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย	44
	งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์	44
	สมมุติฐานในการวิจัย	47

3	วิธีดำเนินการวิจัย	48
	ประชากร	48
	กลุ่มตัวอย่าง	48
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
	แบบแผนการทดลอง	51
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	51
	วิธีดำเนินการทดลอง	52
	การวิเคราะห์ข้อมูล	52
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ	53
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน	53
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
	การวิเคราะห์ข้อมูล	56
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	65
	จุดมุ่งหมายในการวิจัย	65
	สมมติฐานในการวิจัย	65
	กลุ่มตัวอย่าง	66
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
	วิธีดำเนินการทดลอง	66
	การวิเคราะห์ข้อมูล	67
	สรุปผลการวิจัย	67
	อภิปรายผล	68
	ข้อเสนอแนะ	72

บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก ก	82
ภาคผนวก ข	91

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย	51
2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ก่อนทำแบบฝึกและหลังทำแบบฝึก โดย แยกตามองค์ประกอบในแต่ละด้าน	57
3 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่า ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิด แบบนิรนัย กับกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย	59
4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและ หลังการทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย	60
5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและ หลังการทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย	61
6 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและค่า ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยและกลุ่มที่ฝึกคิดแบบ อุปนัย ภายหลังการฝึกการคิดโดยจำแนกตามองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์	62
7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ภายหลังการฝึกการคิดทั้งสองกลุ่ม	63
8 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	89
9 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทำแบบฝึกและหลังทำแบบฝึก ของนักเรียนกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย	134
10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทำแบบฝึกกับหลังทำแบบฝึก ของนักเรียนกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย	136

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

แสดงขั้นตอนของแบบฝึกการคิด 30

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าของประเทศจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับความคิดสร้างสรรค์ของเยาวชนของประเทศ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในตัวบุคคลทุกคน มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคคลทำสิ่งต่าง ๆ ได้ประสบผลสำเร็จ แปลกใหม่และดีกว่าเดิม ในขณะที่ประเทศไทยเรากำลังพัฒนา ถ้าเราสามารถทำให้บุคคลแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ก็จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาชาติมากขึ้น (เยาวพา เคะชะคุปต์. 2523 : 17) ปัจจุบันประเทศไทยเป็นสังคมแบบกึ่งอุตสาหกรรมและกึ่งเกษตรกรรม จะเห็นได้จากจำนวนโรงงานเพิ่มขึ้นมากอย่างรวดเร็ว สิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งของคนในอุตสาหกรรมก็คือ ต้องการคนที่มีความสามารถทางด้านช่างฝีมือเป็นนักคิด นักประดิษฐ์ นักออกแบบ นักวางแผน นักค้นคว้าวิจัยกรรมวิธีใหม่ ๆ เพื่อผลิตสิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพดีกว่าเดิม การที่จะมีบุคคลลักษณะเช่นนี้ได้นั้นจะต้องส่งเสริมให้คนได้แสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์ คือ รู้จักคิด หรือคิดเป็น (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 53)

การคิด (Thinking) เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยอาศัยสัญลักษณ์เป็นวัสดุ สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดอาจจะเป็นคำพูด หรือตัวหนังสือ ซึ่งสมองเป็นศูนย์กลางของการคิด (สุชา จันทรเฒ. ม.ป.ป. : 95) ในวงการศึกษาค้นคว้าให้ความสำคัญเกี่ยวกับการคิดในเชิงสติปัญญา เพราะสติปัญญามีความสำคัญอย่างใกล้ชิดกับความสามารถในการเรียนรู้ การควบคุมสถานการณ์ต่าง ๆ การควบคุมพฤติกรรมตลอดจนอารมณ์ของบุคคล และ สื่อ เศรษฐบุตร (ฉันทนา ภาคบงกช. 2528 : 7 ; อ้างอิงมาจาก สื่อ เศรษฐบุตร. 2520) ได้ให้ความหมายของสติปัญญาว่า อาจใช้คำว่า เซวณ์ เซวณ์ปัญญา ไหวพริบ ฉลาด (สุชา จันทรเฒ. 2523 : 185) ได้กล่าวว่าการคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่ซับซ้อนซึ่งเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมนุษย์ได้มีพัฒนาการทางเซวณ์ปัญญาในระดับสูง

สมรรถภาพทางความคิดสามารถแยกย่อย และเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยอาศัยพฤติกรรมทางความคิดจากพื้นฐานที่ง่ายไปสู่ความคิดที่ยากสลับซับซ้อน และยังเชื่อว่าสมรรถภาพของคนเรามีหลายด้าน และด้านที่สำคัญที่สุดได้แก่ ด้านความคิด เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น การรับรู้ การจำได้ การคิด การตัดสินใจ และการใช้เหตุผล ส่วนคำว่า "ความคิด" ในเชิงภาษามีคำใช้อยู่สองคำคือ "การคิด" กับ "ความคิด" (วิเชียร อธิบุญวัฒน์. 2528 : 53 - 54) ซึ่งการคิด หมายถึงกระบวนการทำงานของจิตใจมนุษย์ ในขณะที่กำลังพยายามหาคำตอบ หรือหาทางออกเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ส่วนความคิด หมายถึงผลของกระบวนการคิด และบุญสม ครุพทา (2525 : 9) ได้สรุปถึงธรรมชาติของการคิดไว้ว่า การคิดเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางสมองที่เกิดจากความรู้สึกสงสัย หรือไม่พอใจในสิ่งแวดล้อม เกิดจากการจำที่เป็นพื้นฐานสำคัญในกระบวนการคิด มีประโยชน์ในการทำให้เกิดการปรับตัวและสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น ทำให้มนุษย์เกิดความพยายามให้ถึงจุดหมายที่ต้องการ อันเป็นสิ่งแสดงถึงความเจริญของมนุษย์ และเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน นอกจากนี้ เกียรติวรรณ อมาตยกุล (2529 : 32) ได้อธิบายไว้ว่า สมองของคนเรานั้นมีสองซีก รูปร่างคล้ายกัน สมองซีกซ้ายจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกขวา และสมองซีกขวาก็จะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกซ้าย สมองทั้งสองซีกจะถูกเชื่อมโยงด้วยใยประสาทที่รวมตัวกันเป็นจำนวนมาก เพื่อให้สมองทั้งสองส่วนรับรู้การทำงานซึ่งกันและกัน สมองแต่ละซีกจะมีหน้าที่การทำงานตามวิธีทางที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยสมองซีกซ้ายเป็นส่วนที่คิดและมีการทำงานออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การนับจำนวน การบอกเวลา การสรรหาถ้อยคำ การยกหาเหตุผล กฎเกณฑ์ การวิเคราะห์ ฯลฯ ส่วนสมองซีกขวามีหน้าที่จินตนาการ ใฝ่ฝัน สร้างสรรค์ความคิดแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือการซึมซาบในดนตรีและศิลปะ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ ของคนเราเกิดจากการทำงานของสมองซีกขวานี้เอง

ดังนั้นจากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า ภายในสมองของคนเรามีความสามารถทั้งสองด้าน คือ ในด้านการคิด กับความคิดสร้างสรรค์ เพียเจต์ ได้กล่าวว่า การคิดคือปฏิบัติการทางสมอง การที่ความคิดของเด็กและผู้ใหญ่ผิดกันไกลก็เพราะ การปฏิบัติการทางสมองแตกต่างกัน การปฏิบัติการทางสมอง หมายถึงการที่สมองแปลงความรู้ใหม่ให้เหมาะที่จะเก็บเข้าที่ (Accommodation) ดังนั้น เมื่อสมองทำงานจึงต้องมีกระบวนการเกิดขึ้นเสมอ คือ การรับ (Assimilation)

และการเก็บ (Accommodation) สมองมิได้เก็บความรู้ไว้อย่างเดียว ๆ แต่เก็บเอาความรู้ใหม่ไปปรุงแต่งแบบแผนความคิด เพื่อเอาไปใช้เมื่อเผชิญกับปัญหา และจากทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของเพียเจท์ซึ่งมีขึ้น จะมีการพัฒนาจากขั้นที่หนึ่ง ไปจนถึงขั้นที่สี่ตามลำดับ แต่ระดับช่วงอายุของเด็กแต่ละคนอาจแตกต่างกันบ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ขั้นแรก ๆ เด็กจะมีการคิดโดยยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ต่อเมื่อเด็กอายุมากขึ้น การคิดโดยยึดตนเองเป็นศูนย์กลางจะค่อย ๆ ลดลง เป็นการคิดโดยไม่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง เพราะเด็กจะได้รับประสบการณ์มากขึ้น เด็กจะต้องนำความรู้ที่สะสมอยู่มาประกอบการคิดด้วย

ด้านแบบการคิด ในแต่ละคนมีแบบการคิดไม่เหมือนกัน มีนักการศึกษาหลายคนได้ให้คำนิยามที่แตกต่างกันออกไป เช่น เคลน (มาลี ชุมเพ็ญ. 2515 : 14; อ้างอิงมาจาก Klein. 1951) กล่าวว่า แบบการคิดเป็นอาการที่บุคคลแสดงออกเมื่อเผชิญกับความเป็นจริง และเมื่อกล่าวถึงแบบการคิดนั้น เขาหมายถึงแบบแผนที่บุคคลรับรู้สิ่งแวดล้อม แบบเฉพาะในการรวมสิ่งที่ยอมรับรู้นั้น และแบบเฉพาะในการแสดงการตอบสนองต่อสิ่งที่ยอมรับรู้ได้ผสมกลมกลืน เมื่อการรับรู้เป็นแบบการคิดของบุคคล แต่ละบุคคลจึงมีความแตกต่างกันในการใช้แบบการคิดด้วย ซึ่งเป็นไปตามเพศ การอบรมเลี้ยงดูของพ่อแม่ สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม วัฒนธรรม อายุ เชื้อชาติปัญญา และบุคลิกลักษณะของบุคคล ส่วน เมสสิก (นารินทร์ รักวิจิตรกุล. 2529 : 31; อ้างอิงมาจาก Messick. 1967) ให้ความหมายว่า เป็นวิธีการทั่ว ๆ ไปซึ่งแต่ละบุคคลใช้ในการจำ รับ คิดและแก้ปัญหาหาข่าวสารข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทางด้านของ เจเนน มอส และซีเกล ได้ให้ความหมาย "รูปแบบการคิด" ว่าเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลที่มักใช้ในการจัดการรับรู้ และการจัดประเภทนิมิต เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และได้แบ่งรูปแบบการคิดของคนออกเป็น 3 ประเภท คือ การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Style) การคิดแบบจำแนกประเภท (Categorical Style) และการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Style)

สำหรับในด้านการแก้ปัญหา หรือแสวงหาความรู้ความจริง มีมากมายหลายวิธี ทั้งที่มีระบบของเหตุผล และไม่มีระบบของเหตุผล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหาที่มนุษย์จำเป็นต้องแก้ปัญหานั้น วิธีการแก้ปัญหายังไม่มีระบบของเหตุผลเป็นการแก้ปัญหาโดยขาดการคิดที่มีคุณภาพ ลักษณะการแก้ปัญหาดังกล่าวจึงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร หรือข้อค้นพบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นไม่มีความยั่งยืน

หรือนำไปใช้ได้ไม่กว้างขวาง มนุษย์จึงคิดค้นและนำเอาระบบของเหตุผลมาอธิบาย และใช้อุปการณของการแสวงหาความจริงในการสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น การใช้เหตุผลเพื่อแสวงหาความรู้ ความจริงหรือแก้ปัญหานี้ช่วยให้ความรู้ความจริงที่ได้รับจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปอย่างกว้างขวาง ทั้งยังมีความคงทนของการยอมรับมากกว่าความรู้ความจริงที่ได้รับจากการแก้ปัญหาโดยไม่ได้ใช้ระบบของเหตุผล วิวัฒนาการของการแสวงหาความรู้ความจริงโดยอาศัยระบบของเหตุผลนี้เริ่มมาตั้งแต่ อริสโตเติล (Aristotle) มาจนถึงสมัยปัจจุบัน ที่นิยมและยอมรับกันมากก็คือ การคิดโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (เชดส์คัลท์ โทวาลีนส์. 2527 : 2 - 7) หรือเรียกว่าเป็นวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีนี้เป็นการรวมกันของวิธีคิดแบบนิรนัย กับวิธีคิดแบบอุปนัย โดยใช้วิธีนิรนัยในการคิดคาดคะเนคำตอบ หรือตั้งสมมุติฐานก่อน แล้วจึงใช้วิธีอุปนัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทดสอบสมมุติฐานภายหลัง ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรฝึกให้นักเรียนคิด ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย กับวิธีการแบบอุปนัย เพราะเป็นการฝึกคิดที่ใช้ระบบของเหตุผล เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว ยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในวิชาอื่น ๆ รวมทั้งปัญหาที่ประสบอยู่ในชีวิตประจำวันทั่ว ๆ ไปได้อีกด้วย การที่จะทราบว่าบุคคลมีการคิดแบบใดนั้น ต้องขึ้นอยู่กับสภาพปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นว่าเป็นการเอื้อให้ใช้การคิดแบบใด ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรที่จะมุ่งฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การเกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมา

ส่วนในด้านความคิดสร้างสรรค์ ทอแรนซ์ (อาร์ รังสินธ์. 2527 : 5 - 7; อ้างอิงมาจาก Torrance. 1965) ได้ระบุว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง และเรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 6 - 7) ที่ได้อธิบายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่ และกระบวนการของการแก้ปัญหา คล้ายคลึงกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปนั่นเอง แต่ต่างกันตรงที่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาของ กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389) เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่วไปในการทำงานของสมอง เป็นความคิดได้หลายแนวทาง

เรียกว่า ความคิดแบบไดเวอร์เจนซ์ (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดตอบสนอง ได้อย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีการตอบสนอง ในปริมาณมากในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดได้อย่าง กว้างขวาง
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดสิ่ง ที่แปลกใหม่ และเป็นการตอบสนองที่ไม่ซ้ำกับของคนอื่น
4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึงความสามารถในการคิด และ ทำงานด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

ในด้านหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530 - 2534 บรรจง ชูสกุลชาติ (2530 : 34 - 35) ได้กล่าวว่า กรมอาชีวศึกษาได้ใช้หลักสูตรใหม่ คือ หลักสูตร ปวช. 30 ยึดหลักสำคัญ 7 ประการ ได้แก่

1. หลักของตลาดแรงงาน
2. หลักธุรกิจอุตสาหกรรม และเทคโนโลยี
3. หลักอาชีวศึกษาครบวงจร
4. หลักความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสร้างงานพัฒนางาน
5. หลักการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต
6. หลักความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการของรัฐบาลและเอกชน
7. หลักการศึกษาตลอดชีวิต

จากหลักสำคัญข้อที่ 4 จะเห็นว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องมุ่งให้ผู้เรียนได้ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีจุดประสงค์ว่าเมื่อผู้เรียน เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้แล้ว สามารถ

1. เข้าใจเนื้อหา และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
2. มีทักษะในการทดลอง สังเกต และใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง

3. แก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนได้

4. บันทึกรายละเอียดของข้อมูล รวบรวมข้อมูล และศึกษาข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
ในบทเรียนได้

5. อภิปรายโดยใช้หลักความเชื่อตรง ความรับผิดชอบในการทำงาน มีเหตุผล และ
ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

6. สรุปกฎเกณฑ์ และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ หลังทำการทดลองได้

ดังนั้นจะเห็นว่า จุดประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมุ่งเน้นให้
นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา
อย่างมีขั้นตอนเพื่อให้บรรลุหลักสำคัญของหลักสูตร ปวช. 30 โดยเฉพาะด้านหลักความคิดริเริ่ม
สร้างสรรค์และการสร้างงานพัฒนางานนั้น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของ
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
เป็นเรื่องของกระบวนการคิด (Process of Thinking) หรือฝึกให้เกิดความสามารถของ
สติปัญญาในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการคิดจะเป็นเครื่องมือ
สำคัญของมนุษย์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าขึ้นทั้งทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี
แต่ผู้บริหารสถานศึกษาของกรมอาชีวศึกษาให้ความเห็นว่า นักเรียนที่สำเร็จหลักสูตร ปวช. 2524
มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองน้อยมาก (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2528 : 33)
และ พินิจ ศรีจันทร์ดี (2525 : 112) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนยังไม่ได้ส่งเสริมให้
นักเรียนคิดเท่าที่ควร ส่วนใหญ่จะเป็นการสอนแบบบรรยาย หรือบางครั้งอาจบอกคำตอบให้
นักเรียนเสียเลย โดยที่นักเรียนยังไม่ทันได้คิดก็ทราบคำตอบเสียแล้ว และเขาจะจำคำตอบไป
โดยไม่ทราบเหตุผลว่าเป็นมาอย่างไร เพราะนักเรียนไม่เคยคิด หรือคิดไม่เป็น ดังนั้นสภาพ
ของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ประการ คือ

1. ครูไม่สามารถจัดความรู้ทั้งหมดให้แก่แก่นักเรียนได้ เพราะความรู้มีมากมายจะเพิ่มขึ้น
อยู่เรื่อย ๆ ตามวิชาการและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้น ซึ่งต้องค้นหาเพิ่มเติมไปตลอดชีวิต
2. ครูไม่สามารถให้นักเรียนคิดโดยใช้การคิดแบบที่ครูต้องการได้ เช่น คิดแบบนิรนัย

หรือคิดแบบอุปนัย หรือคิดแบบสร้างสรรค์ เป็นต้น

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น สิ่งที่ครูจะทำได้ก็คือ สอนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือให้นักเรียนนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ด้วยตัวของเขาเอง และการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อให้นักเรียนฝึกใช้กระบวนการคิดในรูปแบบที่ต้องการควบคู่ไปกับการเรียนการสอนด้วย จะเห็นได้ว่าคุณภาพของคนอยู่ที่การคิดที่ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพราะต้องใช้การคิดอย่างมีเหตุผล การฝึกให้นักเรียนคิดในรูปแบบต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยสนใจที่จะให้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพได้รับการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับการคิดแบบอุปนัย ในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อต้องการทราบว่าแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยจะส่งผลทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต่างกันมากน้อยเพียงไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับการฝึกการคิดแบบอุปนัย
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนได้รับการฝึกกับหลังการฝึกการคิดแบบนิรนัย
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนได้รับการฝึกกับหลังการฝึกการคิดแบบอุปนัย
4. เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบอุปนัย
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลของการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับ การฝึกการคิดแบบอุปนัย ว่าแบบใดจะส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด
2. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน
3. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทางด้านการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับ การคิดแบบอุปนัย เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. ทำให้ได้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 80 คน จากวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์
2. กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษานี้ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรมาจำนวน 60 คน แล้วสุ่มอย่างง่ายแยกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชายทั้งหมดเพราะไม่มีนักเรียนหญิงเรียนในแผนกวิชาช่างยนต์
3. ระยะเวลา การศึกษานี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 โดยใช้ทดลองนอกเวลาเรียน จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที
4. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ แบบฝึกการคิด มี 2 แบบ คือ
 - 4.1.1 แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย
 - 4.1.2 แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 ด้าน คือ

- ความคล่องในการคิด
- ความคิดยืดหยุ่น
- ความคิดริเริ่ม

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบการคิด หมายถึงกระบวนการคิดของแต่ละบุคคล ในการพิจารณาใช้เหตุผลในการคิด โดยอาศัยความรู้พื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบการคิดในที่นี้ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 การคิดแบบนิรนัย หมายถึงกระบวนการทางสมองในการนำความรู้ หลักการ กฎ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเป็นกรณีเฉพาะราย

1.2 การคิดแบบอุปนัย หมายถึงกระบวนการทางสมองในการคิดที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยหรือข้อมูลต่าง ๆ แล้วสรุปไปยังส่วนรวมกลายเป็นหลักการ กฎทางวิทยาศาสตร์

2. แบบฝึกการคิด หมายถึงแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแบบฝึกของบัทท์ส เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกคิด แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย หมายถึงแบบฝึกการคิดที่นักเรียนแต่ละคนใช้กระบวนการทางสมองในการนำความรู้ หลักการ กฎ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาเป็นกรณีเฉพาะราย

2.2 แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย หมายถึงแบบฝึกการคิดที่นักเรียนใช้กระบวนการทางสมองที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อย หรือข้อมูลต่าง ๆ แล้วสรุปไปยังส่วนรวมกลายเป็นหลักการ กฎทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของแบบฝึกการคิด ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมี ข้อความ รูปภาพ สัญลักษณ์ อุปกรณ์ และคำถาม เป็นส่วนประกอบให้ได้ใจความ

ขั้นตอนของแบบฝึกการคิด มีดังนี้

การฝึกคิดแบบนิรนัย	การฝึกคิดแบบอุปนัย
1. กำหนดส่วนรวมที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี	1. สถานการณ์ที่กำหนดเหตุการณ์จากส่วนย่อย
2. สถานการณ์ที่กำหนดเหตุการณ์เป็นส่วนรวม	2. คำถามนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหา และรวบรวมข้อมูล
3. คำถามนำไปสู่การตีความหมายจากสถานการณ์ให้เป็นส่วนย่อย	3. นักเรียนวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล
4. นักเรียนจัดจำแนกประเภทของสถานการณ์ที่เป็นส่วนย่อย	4. นักเรียนตีความหมายและลงข้อสรุปจากข้อมูล
5. นักเรียนสามารถพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นส่วนย่อย	5. ได้ข้อสรุปที่เป็นส่วนรวม
6. เฉลยวิธีการคิด	6. เฉลยวิธีการคิด

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการแสดง ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้จากการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่ใช้เกณฑ์ในการวัด 3 ด้าน คือ

3.1 ความคล่องในการคิด หมายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาได้ปริมาณมาก ในเวลาอันจำกัด

3.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง

3.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ ที่เป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าต่อสังคม และเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการคิด และรูปแบบการคิด
2. เอกสารเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย
3. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
4. เอกสารเกี่ยวกับความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย
2. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการคิด และรูปแบบการคิด

การคิดเป็นเรื่องที่มนุษย์ให้ความสนใจมาเป็นเวลานาน ทั้งนี้เนื่องจากมนุษย์สามารถคิดได้ แต่มนุษย์ไม่สามารถสังเกตความคิดได้โดยตรง มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านพยายามอธิบายถึงธรรมชาติของการคิด ดังนี้

จอห์น ดีวอี้ (บุญสม ทรัพย์หา. 2525 : 8 ; อ้างอิงมาจาก Dewey. 1909) กล่าวว่า การคิดเกี่ยวข้องกับความสงสัย ฉงนสนเท่ห์ หรือความรู้สึกยุ่งยากในสมอง และการพยายามค้นหา แสวงหา หรือการที่จะหาเครื่องมือมาช่วยแก้ความสงสัยและขจัดความสงสัยเหล่านั้น

ประสาท อิศรปริศา (2523 : 185) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมภายในที่ซับซ้อน ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้มีพัฒนาการทางสติปัญญาในระดับสูงเท่านั้น

ไพบลีย์ เทวรักษ์ (2529 : 62) กล่าวว่า การคิดเกิดจากการที่อินทรีย์สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ระดับการเข้าใจสิ่งแวดล้อมต้องอาศัยกระบวนการคิดที่มีการสร้างสัญลักษณ์ขึ้นในจิตใจ แทนเหตุการณ์ต่าง ๆ กล่าวคือ การรับสัมผัสสิ่งเร้าจะถูกส่งจากกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อการรับรู้ แล้วส่งไปยังประสาทมอเตอร์จนกระทั่งสั่งงานในระดับกล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ

สุชา จันทรเอม (ม.ป.ป. : 95) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยอาศัยสัญลักษณ์เป็นวัสดุ สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดอาจจะเป็นคำพูด หรือตัวหนังสือ ลักษณะของการคิด อาจจะเป็นเพียงจินตภาพ คือไม่ต้องมีตัวตนปรากฏอยู่ต่อหน้าผู้คิด ศูนย์กลางของการคิดอยู่ที่สมอง ซึ่งแบ่งเป็นสองซีก คือ ซีกซ้าย กับซีกขวา โดยมีคอร์ปัสแคลโลซัม เป็นตัวเชื่อม สมองซีกซ้ายมีหน้าที่เกี่ยวกับเรื่องถ้อยคำ ภาษา ตัวเลข คำนวณวิเคราะห์ การมีเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ส่วนสมองซีกขวา มีหน้าที่เกี่ยวกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ศิลปะ ดนตรี การสังเคราะห์

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ธรรมชาติของการคิดจะเกิดขึ้นภายในสมองของบุคคลซึ่งแบ่งเป็นสองซีก คือ ซีกซ้าย กับซีกขวา โดยมีคอร์ปัสแคลโลซัม เป็นตัวเชื่อมเพื่อเกิดการรับรู้ เมื่อกระแสประสาทไปสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดเป็นการเรียนรู้ที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมการแสดงออกเป็นคำพูด หรือตัวหนังสือ ส่วนการเรียนรู้ที่ไม่สามารถสังเกตได้อาจมีลักษณะเป็นเพียงจินตภาพเท่านั้น ดังนั้นการคิดจึงเป็นพฤติกรรมภายในที่ซับซ้อน ในลักษณะเชิงปัญญา

ในการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางความคิด ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้หลายทฤษฎีด้วยกัน ดังเช่น

วิเชียร อธิโนบุญวัฒน์ (2528 : 53) ได้กล่าวถึงทฤษฎีของเพียเจท์ว่า การคิดคือการปฏิบัติการทางสมอง การที่ความคิดของเด็กและผู้ใหญ่ผิดกันไกลก็เพราะปฏิกิริยาทางสมองแตกต่างกัน การปฏิบัติการทางสมอง หมายถึงการที่สมองแปลงความรู้ใหม่ให้เหมาะที่จะเก็บเข้าที่ ดังนั้นเมื่อสมองทำงานจึงต้องมีกระบวนการเกิดขึ้นเสมอ คือ การรับ (Assimilation) และการเก็บ (Accommodation) เพื่อทำให้เกิดสภาพสมดุลขึ้น (Equilibrium) สมองเก็บเอา

ความรู้ใหม่ไปปรุงแต่งแบบแห่งความคิด (Thought Pattern) เพื่อเอาไว้ใช้เวลาเผชิญกับปัญหา เพื่อบอกว่า "ความรู้" มีใช่ออกมาจากความจริงทั้งนั้น ความรู้ต้องได้มาจากปฏิกิริยาทางสมอง คือ เรามีความรู้เดิมอยู่บ้างแล้ว เมื่อเราได้ความรู้ใหม่เข้ามาสมองต้องทำหน้าที่แปลง (Transform) สิ่งใหม่โดยอาศัยความรู้เดิม แล้วจึงจะเก็บความรู้นั้นให้เข้าที่ ดังนั้นเพียเจต์จึงแบ่งทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดไว้เป็น 4 ขั้น โดยถือเอาอายุเป็นเกณฑ์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดด้วยประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ (Sensorimotor Period) ตั้งแต่เกิดจนถึง 2 ขวบ เด็กพัฒนาความคิดหลากหลายลากลำนำอัสจรรย นับตั้งแต่อวัยวะประเภทกิริยาสะท้อนเริ่มฝึกฝนทำหน้าที่จนกระทั่งถึงระยะที่เด็กรู้จักคิดสมมุติ เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดแบบรวบยอด (Conceptualization)

ขั้นที่ 2 การคิดได้เอง (Pre - operation Period) อายุประมาณ 2 - 7 ขวบ เป็นระยะความสามารถทางภาษาของเด็กที่เพิ่มขึ้น เพราะพูดและใช้ภาษาอย่างค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ความเจริญของสมองก่อให้เกิดผลสำคัญในกระบวนการคิด

ขั้นที่ 3 การคิดเชิงรูปธรรม (Concrete Operation Period) อายุ 7 - 11 ขวบ พัฒนาการความคิดของเด็กถึงระดับเข้าใจ และสื่อความหมายโดยใช้ระบบสัญลักษณ์ประเภทภาษาก้อยคำ (Verbal Symbols) ได้แล้ว เด็กที่มีความคิดพัฒนามาก ๆ จะรู้จักใช้ภาษาซักถามเรื่องราวต่าง ๆ ที่ตนอยากรู้อยากเห็น เด็กจะซนน้อยลงเพราะไม่จำเป็นต้องเรียนรู้หรือคิดด้วยประสบการณ์ทางตรงแต่เพียงอย่างเดียวอีกต่อไป แต่สามารถใช้ภาษาเป็นสื่อ เป็นเครื่องมือสำหรับเรียนรู้ คิด ติดต่อกับผู้อื่นและตนเองเข้าใจเรื่องราวและความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้แล้ว

ขั้นที่ 4 การคิดเชิงนามธรรม (Formal Operation Period) อายุ 11 - 15 ปี สามารถคิดโดยไม่ต้องใช้วัตถุเป็นสื่อ สามารถคิดรวบยอดได้ รู้จักคิดวิเคราะห์ คิดตีความหมาย และทดสอบสมมุติฐานได้

บรูเนอร์ (ประยูร อาษานาม. 2526 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Bruner. 1966) มีความเห็นว่า พัฒนาการทางความคิดจะมี 3 ลักษณะ คือ

1. การแสดงความคิดมีสติปัญญาด้วยการกระทำ (Enactive Representation)
2. การถ่ายทอดประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยการมองเห็น การใช้ประสาท

สัมพัทธ์ที่เรียกว่า Iconic Representation

3. การถ่ายทอดประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ หรือภาษาที่เรียกว่า Symbolic Representation

เบนจามิน บลูม (ฉันทนา ภาคบกช. 2528 : 18 ; อ้างอิงมาจาก Bloom. 1972) เชื่อว่าสมรรถภาพทางความคิดสามารถแยกย่อยและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยอาศัยพฤติกรรมทางความคิดที่ง่ายไปสู่ความคิดที่ยากและสลับซับซ้อน บลูม เชื่อว่าสมรรถภาพของคนเรามีหลายด้าน ได้แก่

1. ด้านความคิด ความคิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น การรู้ การรับรู้ การจำได้ การคิด การตัดสินใจ และการใช้เหตุผล
2. ด้านความรู้สึก ความรู้สึกเกี่ยวข้องกับเจตคติ อารมณ์ ความรู้สึก ความซาบซึ้ง การเห็นคุณค่า และความชอบ
3. ด้านกลไก กลไกเกี่ยวข้องกับทักษะการเคลื่อนไหว เช่น การเขียน การเดิน การเล่นดนตรี

กิลฟอร์ด (อารี รังสินันท์. 2527 : 24 - 28 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) ได้ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาและแบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ ดังนี้ มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึงมิติแทนเนื้อหา ข้อมูล หรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิด สมองรับเข้าไปคิด แบ่งออกได้ 4 ลักษณะ คือ

1. ภาพ (Figural เขียนย่อว่า F) หมายถึงข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม หรือรูปที่แน่นอน ซึ่งบุคคลสามารถรับรู้ และทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพต่าง ๆ
2. สัญลักษณ์ (Symbolic เขียนย่อว่า S) หมายถึงข้อมูลอยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รวมทั้งสัญลักษณ์ต่าง ๆ ด้วย
3. ภาษา (Semantic เขียนย่อว่า M) หมายถึงข้อมูลที่อยู่ในรูปของถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้ เช่น พ่อ แม่ เพื่อน เป็นต้น
4. พฤติกรรม (Behavioral เขียนย่อว่า B) หมายถึงข้อมูลที่เป็นการแสดงกิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตได้ รวมทั้งเจตคติ การรับรู้ การคิด เช่น

การหัวเราะ การยิ้ม การสั่นศีรษะ การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 2 วิธีการคิด (Operation) หมายถึงมิติที่แสดงถึงลักษณะกระบวนการทำงานของสมอง แบ่งออกตามลำดับได้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การรู้การเข้าใจ (Cognitive เขียนย่อว่า C) หมายถึงความสามารถในการตีความของสมอง เมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้เข้าใจในสิ่งนั้น และบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็น "ก" ก็บอกได้ว่าเป็นอักษรตัวแรกของไทย
2. การจำ (Memory เขียนย่อว่า M) หมายถึงความสามารถในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลไว้ได้ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ การจำหมายเลขประจำตัว การชี้ตัวคนร้ายได้ เป็นต้น
3. การคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking เขียนย่อว่า D) หมายถึงความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่หลายมุม แตกต่างกันไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้บอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลก มีเหตุผล มีผลคือผู้ที่มีความคิดแบบอเนกนัย
4. การคิดแบบเอกนัย หรือความคิดรวม (Convergent Thinking เขียนย่อว่า N) หมายถึงเป็นความสามารถในการหาคำตอบที่ดีที่สุด จากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็มีเพียงคำตอบเดียว
5. การประเมินค่า (Evaluation เขียนย่อว่า E) หมายถึงความสามารถในการพิจารณา ลงสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิด หมายถึงมิติที่แสดงถึงผล (Product) ที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 1 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับในมิติที่ 2 แล้วผลที่ได้ออกมาเป็นมิติที่ 3 ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ดังนี้

1. หน่วย (Units เขียนย่อว่า U) หมายถึงสิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน แมว สุนัข เป็นต้น
2. จำพวก (Class เขียนย่อว่า C) หมายถึงประเภท หรือจำพวก หรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไก่ แกะ คน สุนัข ช้าง หรือ

ประเภทผลไม้ ไข่ไก่ เงามะ ลางสาต ลำไย เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ (Relation เขียนย่อว่า R) หมายถึงผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภท หรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ ความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในรูปหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนคู่กับบ้าน นกคู่กับรัง ปลาคู่กับน้ำ เสือคู่กับป่า เป็นต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับที่อยู่อาศัย
4. ระบบ (System เขียนย่อว่า S) หมายถึงการจัดประเภทของสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้เป็นระบบแบบแผน เช่น 1,3,5,7,9 เป็นระบบเลขคี่ เป็นต้น
5. การแปลงรูป (Transformation เขียนย่อว่า T) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงปรับปรุง หรือการจัดองค์ประกอบของสิ่งเร้า หรือข้อมูลออกมาในรูปแบบใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปสี่เหลี่ยมเป็นเส้นตรงสี่เส้น
6. การประยุกต์ (Implications เขียนย่อว่า I) หมายถึงความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์ หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท "ถ้า.....แล้ว" ก็เป็นทวิภาคีคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

จะเห็นได้ว่า การศึกษาเกี่ยวกับการคิด เริ่มมีมานานแล้วทั้งในวงการจิตวิทยา และ วงการศึกษา ที่ได้ทำการศึกษาทั้งในด้านกระบวนการคิดและผลของการคิด ที่ออกมาในเชิง รูปธรรมและเชิงนามธรรม ที่เป็นการคิดในระดับสูงเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการคิด นักค้นคว้าทางจิตวิทยาหลายคนได้ใช้คำว่า "รูปแบบการคิด" (Cognitive Styles) เพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงถึงวิธีที่แตกต่างกันของเด็ก หรือผู้ใหญ่ในการที่จะรับรู้ และจัดจำแนกสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์พิเศษ ดังเช่น

วิทกิน (พรพิมล สุกุล. 2525 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Witkin. 1966) ได้ อธิบายว่ารูปแบบการคิดตั้งอยู่บนพื้นฐานของความคิดที่ต่อเนื่องกันในการวิเคราะห์สิ่งเร้าทั้งหมด วิทกิน ตัดสินแบบการคิดของบุคคลจากความสามารถที่เอาชนะอิทธิพลของการลวงให้ไขว้เขวของ ภาพที่เป็นพื้น (Background) ขณะที่บุคคลกำลังจัดจำแนกสิ่งเร้า บุคคลใดที่เป็นอิสระหลุดพ้น

จากการลงของภาพที่เป็นพื้นได้มากเพียงใด ก็ยังวิเคราะห์และจำแนกสิ่งเร้าได้ดีเพียงนั้น

เคแกน มอสส์ และซีเกล (พรพิมล สกุลอุ. 2525 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Kagan., Moss. and Sigel. 1963) ได้ให้ความหมาย "รูปแบบการคิด" ว่าเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลที่มักจะใช้ในการจัดการรับรู้ และการจัดประเภทโนมติ เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

เมสสิค (นาริรัตน์ รักวิจิตรกุล. 2529 : 31 ; อ้างอิงมาจาก Messick. 1967) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการคิดว่าเป็นวิธีการทั่ว ๆ ไปซึ่งแต่ละบุคคลใช้ในการรับจำ คิด และแก้ปัญหาข่าวสารข้อมูล หรือประสบการณ์ต่าง ๆ

ในค่านประเภทของรูปแบบการคิด ได้มีผู้แบ่งประเภทของรูปแบบการคิดไว้หลายรูปแบบด้วยกัน ดังนี้

สุชา จันทรเอม (ม.ป.ป. : 96 - 98) ได้แบ่งรูปแบบการคิดออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. การคิดโดยไม่ต้องมีจุดหมาย (Undirected Thinking) หรือที่เรียกอีกอย่างว่าความคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) การคิดชนิดนี้ยังแบ่งออกได้เป็นประเภทย่อย ๆ อีกหลายประเภท ได้แก่

1.1 Free Association ความคิดต่อเนื่องประเภทนี้ให้สิทธิ์แก่ผู้คิดที่จะคิดได้ตามใจชอบ หลักการมีอยู่ว่า หันทีที่ได้ยินคำหนึ่งจะต้องบอกคำอื่นที่คิดได้ออกมา

1.2 Controlled Association ความคิดต่อเนื่องประเภทนี้ต่างกับประเภทที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1 ตรงที่การคิดถูกจำกัดวงลง เช่น ได้ยินคำว่า ดินสอ ต้องตอบด้วยคำว่าปากกา เพราะเป็นพวกเครื่องเขียน

1.3 การฝันกลางวัน (Day Dreaming) เป็นการคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง

1.4 การฝันกลางคืน (Night Dreaming) เป็นการคิดที่ไม่สมเหตุผล บางครั้งไม่มีเนื้อหา

1.5 Autistic Thinking เป็นการคิดที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อ และอารมณ์ของ

ผู้คิด เป็นการเข้าข้างตนเองมากกว่า

2. การคิดอย่างมีจุดหมาย (The Goal - directed Thinking) เป็นการคิดที่มักมีผลสรุปหลังจากคิดเสร็จ มี 2 ประเภท คือ

2.1 การคิดตัดสินปัญหา (Critical Thinking) เมื่อเราคัดสินของสองสิ่งว่าอะไรดีกว่ากัน มีค่ามากกว่ากัน หรือสว่ຍมากกว่ากัน

2.2 การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เราอาศัยความคิดสร้างสรรค์สำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ และคิดสร้างสิ่งใหม่ ๆ

วิทกิน (พรพิมล สุกุล. 2525 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Witkin. 1966) ได้แบ่งรูปแบบการคิดออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การคิดที่อิสระ (Field - Independent) คือการที่บุคคลมีการรับข่าวสารข้อมูล และสถานการณ์แบบแยกแยะและวิเคราะห์

2. การคิดที่ไม่อิสระ (Field - Dependent) คือการที่บุคคลมีวิธีการรับข่าวสารข้อมูล และสถานการณ์ต่าง ๆ แบบรวม

เคแกน และคณะ (พรพิมล สุกุล. 2525 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Kagan. and other. 1963) ได้แบ่งรูปแบบการคิดของคนออกเป็น 3 แบบ คือ

1. การคิดแบบวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Descriptive - Analytic) คือการคิดที่อาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเราเป็นเกณฑ์ ส่วนใหญ่การคิดแบบนี้มักรับรู้สิ่งเราในรูปแบบของส่วนย่อยมากกว่าส่วนรวม แล้วอาศัยส่วนย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นมาประกอบในการคิด

2. การคิดแบบจำแนกประเภท (Inferential Categorical) คือการคิดที่พยายามจัดสิ่งเราออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามความรู้หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับ โดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริงที่ปรากฏในสิ่งเรานั้น

3. การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Relational Contextual) คือการคิดที่พยายามเชื่อมโยงสิ่งเราต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน โดยจะรับรู้สิ่งเราต่าง ๆ ในรูปของส่วนรวม เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเรานั้น

จายัสวาล (บุญสม ครุพทา. 2525 : 10 ; อ้างอิงมาจาก Jayaswal. 1974)

แบ่งรูปแบบการคิดเป็น 4 ประเภท จากการคิดที่ง่ายที่สุดไปจนถึงคิดอย่างซับซ้อน ดังนี้

1. การคิดรับรู้ (Perceptual Thinking) เป็นการคิดในระดับง่ายที่สุด เช่น เมื่อเด็กเห็นมารดาถือตะกร้าและเดินออกนอกบ้านก็โบกมือไปมาแทนการกล่าวลา การคิดเช่นนี้ไม่ต้องอาศัยภาษา หรือการใช้สื่อใด ๆ เข้าช่วย

2. การคิดจินตนาการ (Imagination Thinking) การคิดชนิดนี้อาศัยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในอดีต ขบวนการนี้เราคิดถึงเรื่องในอนาคตได้โดยใช้ความทรงจำในอดีตเป็นพื้นฐาน เช่น บิดาเคยซื้อขนมกลับมาบ้านทุกวันหลังเลิกงาน เมื่อถึงเวลาที่บิดากลับบ้านลูกก็คิดถึงขนมที่บิดาเคยซื้อมาทันที

3. การคิดเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Thinking) เป็นขบวนการคิดก่อนตัดสินใจ โดยอาศัยการคิดวิเคราะห์ประสบการณ์ที่มีอยู่ในอดีตเป็นพื้นฐานในการโยงความคิดไปถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การเกิดมโนทัศน์ (Concept) ใต้นั้นต้องอาศัยการคิดแบบที่ 1 และ 2 ร่วมกัน

4. การคิดเชิงตรรก (Logical Thinking) เป็นการคิดที่ซับซ้อนที่สุดเป็นการนำเอา มโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้ หรือคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น ลักษณะการคิดเชิงตรรกนี้เป็นปฏิกิริยาที่มุ่งสู่จุดมุ่งหมายหรือคำตอบของปัญหา

อมร โสภณวิเศษฐวงศ์ (2518 : 104) ได้กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลว่า คือกระบวนการคิดจากประพจน์หนึ่งหรือหลายประพจน์ไปยังอีกประพจน์หนึ่ง ซึ่งเป็นบทสรุปของประพจน์เหล่านั้น ประพจน์ที่ตั้งไว้เป็นหลัก เรียกว่า ประพจน์เหตุ ประพจน์ใหม่ที่ได้จากประพจน์เหตุ เรียกว่า บทสรุป

กู๊ด (ฌรงค์ พ่วงศรี. 2525 : 10 ; อ้างอิงมาจาก Good. 1945) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึงการกระทำหรือกระบวนการทางสมองอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมุติได้

สุกสวาท ชันธุล (2530 : 8) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ หมายถึงกระบวนการหาคำตอบ หรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้หลักเกณฑ์ทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การคิดหาเหตุผลแบบอนุมาน (Deductive Reasoning) เป็นความสามารถใน

การสรุปผลจากประโยคอ้าง (Premises) เมื่อกำหนดเหตุและผลสรุปมาให้ แล้วเปรียบเทียบว่าข้อสรุปนั้นเป็นจริง เป็นเท็จ หรือไม่สมเหตุสมผล

2. การคิดหาเหตุผลแบบอุปมาน (Inductive Reasoning) เป็นความสามารถในการสรุปผลจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วพยายามหากฎเกณฑ์สรุปเป็นกฎกว้าง ๆ

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2530 : 443, 903) จะใช้คำว่า "นิรนัย" (Deductive) หมายถึงวิธีการใช้เหตุผลที่ดำเนินจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย และคำว่า "อุปนัย" (Inductive) หมายถึงวิธีการให้เหตุผลโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่าง ๆ แล้วสรุปลงเป็นกฎ

โดยสรุปแล้ว จะพบว่ารูปแบบการคิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการคิดอย่างไม่มีระบบ ซึ่งเป็นการคิดที่เพ้อฝัน ไม่มีเหตุผล ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาบางปัญหาได้ ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ การคิดอย่างมีระบบ เป็นการคิดอย่างมีขั้นตอน สมเหตุสมผล ซึ่งเป็นการคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นการคิดที่มีประโยชน์และมีคุณค่า ดังนั้น รูปแบบการคิดในที่นี้จึงหมายถึง กระบวนการคิดของแต่ละบุคคลในการพิจารณาใช้เหตุผลในการคิด โดยอาศัยความรู้พื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ การคิดแบบนิรนัย กับ การคิดแบบอุปนัย

เอกสารเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย

ทวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529 : 5 - 6) กล่าวว่า วิธีคิดแบบอุปมานนับว่าเป็นจุดเริ่มของการหาความรู้ความจริงโดยใช้เหตุผล และเป็นการใช้เหตุผลโดยคำนึงถึงข้อเท็จจริงที่เป็น "เหตุ" 2 ประการ แล้วอาศัยความสัมพันธ์ของเหตุทั้ง 2 ประการ สรุปเป็น "ผล" ดังนี้

เหตุใหญ่ (Major Premise) เป็นข้อเท็จจริงใหญ่ที่บอกถึงลักษณะทั้งมวลในเรื่องนั้น ๆ

เหตุย่อย (Minor Premise) เป็นข้อเท็จจริงเฉพาะกรณี

ข้อสรุป (Conclusion) เป็นผลที่ได้จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของเหตุใหญ่ และเหตุย่อย ซึ่งถือว่าเป็นความรู้ที่ต้องการ

การหาความรู้โดยวิธีคิดแบบอุปมานนั้น นับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์อยู่มากน้อย ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มของการหาความรู้ที่มีระบบแบบแผน และได้มีการนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการ

วิจัยอยู่มาก เช่น ช่วยให้นักวิจัยสามารถอนุมานจากทฤษฎีว่า ควรตั้งสมมุติฐานเช่นไร

จรรยา สุวรรณทัต (2524 : 4 - 5) กล่าวถึงการคิดแบบอนุมานว่า ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีอนุมาน (Deduce) ผลของข้อสมมุติฐานที่ตนตั้งขึ้น ซึ่งโดยแท้จริงแล้วการอนุมานเป็นขั้นสำคัญมากขึ้นหนึ่งในกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ในการอนุมาน นักวิทยาศาสตร์จะใช้เหตุผลอันเกิดจากการสรุปความจากกฎทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่างๆ ในข้อสมมุติฐานที่เขาตั้งขึ้นนั้น การให้เหตุผลดังกล่าวเขาต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ และความแจ่มแจ้งในการแสดงออก

การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยหรือแบบอนุมานนั้น อมร โสภณวิเชษฐวงศ์ (2521 : 104) ได้กล่าวว่า เป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง (Premise) ไปยังข้อสรุป (Conclusion) ซึ่งข้อสรุปนั้นเป็นข้อสรุปที่จำเป็นจะต้องสมเหตุสมผล ถ้าการสรุปไม่สมกับเหตุผลที่กำหนดขึ้น เรียกว่า ไม่สมเหตุสมผล การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย บทสรุปต้องแคบกว่าประโยคอ้าง ส่วน กิรติ บุญเจือ (2528 : 3) กล่าวถึงการคิดแบบนิรนัยว่า เป็นการคิดสรุปจากความจริงสากลไปสู่ความจริงเป็นกรณีเฉพาะราย กล่าวคือ ความจริงเฉพาะรายที่คิดสรุปได้มานั้นเป็นผลที่ตามมาจากความจริงสากลนั้นโดยตรง หรือวิธีการพิสูจน์โดยอ้างข้อความทั่วไปที่แน่ใจได้ก่อนไปสนับสนุนข้อความทั่วไปที่แน่ใจได้ทีหลัง เป็นการสนับสนุนประสบการณ์เฉพาะหน่วยให้แน่ใจยิ่งขึ้น เชิดศักดิ์ โทวาสินธุ์ (2530 : 50) ใช้คำว่า การคิดหาเหตุผลแบบอนุมาน เป็นการนำกฎหลักการ ที่กำหนดให้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และ สุวิทย์ นิยมคำ (2517 : 6) กล่าวถึงวิธีคิดแบบอนุมานว่าเป็นการพิจารณาเหตุผลโดยเริ่มต้นจากความจริงหลัก หรือหลักการทั่วไปที่ยอมรับว่าเป็นความจริงเสียก่อน แล้วจึงนำความจริงหลักนี้ไปทดสอบ พิสูจน์ ทำนาย หรือแตกออกเป็นความจริงปลีกย่อยที่ยังไม่รู้

วิจิตรา การกลาง (2531 : 36 - 37) กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยว่า เป็นการให้เหตุผลโดยดำเนินจากส่วนรวมไปหาส่วนย่อย เริ่มด้วยการตั้งปัญหาในรูปของการบอกเล่า โดยนำข้อสรุปในทางทฤษฎีมาพัฒนา แล้วแตกย่อยออกไปเป็นข้อสมมุติฐาน แล้วสรุปอภิปรายผลในที่สุด จะเห็นได้ว่าข้อความใหญ่ของวิธีนิรนัยนั้น จะมีความต่อเนื่องกันกับข้อความอื่น ส่วนในข้อความย่อยนั้นคือ ความจริงหรือข้อสังเกต สำหรับในส่วนของบทสรุปนั้นจะเป็นการสรุปเพื่อเป็นการยืนยัน

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นพอจะสรุปได้ว่า การคิดแบบนิรนัยหรือแบบอุปมาน หมายถึง กระบวนการทางสมองในการนำความรู้ หลักการ กฎทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเป็นกรณี เฉพาะราย และอาจทำให้ได้รับความรู้ความจริงปลีกย่อยใหม่ขึ้นมาจากเดิมกลายเป็นความคิด ริเริ่ม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาก็ได้ ดังนั้นการคิด แบบนิรนัยจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับบุคคลทุกคน เพราะจะทำให้วิทยาการและเทคโนโลยี ก้าวหน้าขึ้นตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจะต้องมีการฝึก ให้เกิดทักษะการคิดแบบนิรนัยขึ้น

การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยหรือแบบอุปมาน อมร โสภณวิเศษฐานต์ (2518 : 184) กล่าวว่า คือการคิดหาเหตุผลที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยไปหาหลักใหญ่ หรือดำเนินจาก ส่วนย่อยไปหาส่วนรวม ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องทราบที่มาของข้อเท็จจริงปลีกย่อย ข้อเท็จจริง ปลีกย่อยนั้นเรารู้ได้โดยอาศัยประสบการณ์ หรือการสังเกต พิสูจน์ ทดลอง ซ้ำ ๆ ว่าเหตุที่เหมือน ๆ กันย่อมนำไปสู่ผลที่เหมือน ๆ กัน แล้วเราประมวลประสบการณ์ที่ เหมือน ๆ กันนั้นคิดหาเหตุผลตั้งขึ้นเป็นหลักใหญ่ ๆ

วิจิตรา การกลาง (2531 : 37 - 38) กล่าวถึงวิธีคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยว่า เป็น กระบวนการคิดที่เริ่มจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ ซึ่งวิธีการแบบอุปนัยนี้จะ เป็นแนวคิดของปัจเจกชน เป็นกระบวนการที่นำไปสู่การค้นหาคำประกอบของความรู้ เพื่อพิสูจน์และวิเคราะห์ไปสู่สมมุติฐาน มีข้อสังเกตว่าวิธีการอุปนัยมักจะเป็นกระบวนการที่ใช้จิตสำนึกของมนุษย์ ในวัยเด็กเล็กนั้นการ เรียนรู้จะได้รับอิทธิพลจากวิธีการแบบอุปนัยมาก เนื่องจากเมื่อเด็กมีความรู้สึกระหัดใจเด็กจะ เกิดความประทับใจนั้นไว้ และที่สำคัญที่สุดก็คือ บิดามารคามีความปรารถนาที่จะให้ลูกได้เรียนรู้ จากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งเป็นการใช้วิธีการแบบอุปนัยนั่นเอง

สุวิทย์ นิยมคำ (2517 : 5) กล่าวว่า วิธีคิดแบบอุปมานเป็นวิธีการสร้างความจริงหลัก หรือสร้างหลักการทั่วไปขึ้นจากความจริงปลีกย่อยทั้งหลาย โดยนำเอาความจริงปลีกย่อยนั้นมารวม เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ ส่วน เชิดศักดิ์ โทวาสินธุ์ (2530 : 50) กล่าวว่า การคิดหาเหตุผลแบบ อุปมานเป็นการนำข้อเท็จจริงย่อยมาสร้างเป็นสิ่งใหม่ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

กิริติ บุญเจือ (2525 : 36) กล่าวถึงวิธีคิดแบบอุปนัยว่า คือวิธีรู้สิ่งใหม่โดยอาศัย

ประสบการณ์เท่าที่มีอยู่ไปสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ วิธีอุปนัยจึงมีจุดอ่อนที่ว่าวิธีอุปนัยสรุปเกินขอบเขตของประสบการณ์ แต่ก็ป็นวิธีการที่จำเป็นเพราะต้องใช้ในวิชาการที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ทุกวิชา หากเลิกใช้วิธีนี้การค้นคว้าวิจัยทั้งหลายจะกลายเป็นอัมพาตหมดหรือเกือบหมด เมื่อจำเป็นเช่นนี้ก็ต้องมีกฎเกณฑ์ควบคุม ดังต่อไปนี้

1. ต้องมีประสบการณ์จนอาจจะปักใจได้
2. ข้อสรุปมีค่าความจริงในระดับความน่าจะเป็นเท่านั้น

หลวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529 : 7 - 9) กล่าวถึงวิธีอุปมานว่า เป็นวิธีการหาความรู้ที่เริ่มจากการเก็บข้อมูลย่อย ๆ หลาย ๆ กรณีซึ่งอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่นการสังเกต การทดลอง หรือใช้เครื่องมืออื่น ๆ ตามความเหมาะสม แล้วนำข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้นมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ แล้วจึงสรุปออกมาเป็นความรู้ซึ่งเขียนเป็นหลักการหาความรู้ตามวิธีอุปมานได้ ดังนี้

1. เก็บข้อมูล (เหตุย่อย)
2. วิเคราะห์ข้อมูล (พิจารณาความสัมพันธ์ของเหตุย่อย)
3. สรุปผล (เหตุใหญ่)

จะเห็นว่าข้อสรุปที่ได้จากการหาความรู้ตามวิธีอุปมานนั้นมีโอกาสเป็นจริงเสมอไปได้มากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บข้อมูล ถ้าข้อมูลที่ไ้มีความเที่ยงตรงและเป็นตัวแทนที่ดี ข้อมูลที่ได้ก็จะเที่ยงตรงและเป็นจริงได้มาก เบคอนได้เสนอหลักการของวิธีอุปมานไว้ 3 ประการดังนี้

1. อุปมานแบบสมบูรณ์ (Perfect Induction) เป็นการหาความรู้ที่ต้องมีการเก็บข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากร แล้วจึงทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลย่อย ๆ แปลความหมายแล้วจึงสรุปผล วิธีนี้จะทำให้ได้ความรู้ความจริงที่เชื่อถือได้ เพราะได้เก็บข้อมูลจากทุกหน่วยของประชากร ซึ่งในทางปฏิบัติทำได้ยากและทำไม่ได้ในทุกกรณี เช่น กรณีที่ประชากรเป็นจำนวนไข่ม้วน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณเม็ดเลือดในร่างกาย เป็นต้น แต่ถึงแม้ในกรณีที่ทำได้ก็เป็นการสิ้นเปลืองแรงงาน เวลา และเงินทุนอย่างมาก วิธีนี้จึงมีการนำไปใช้น้อย

2. อุปมานแบบไม่สมบูรณ์ (Imperfect Induction) เป็นการหาความรู้โดยรวบรวมข้อมูลแต่เพียงบางส่วน of ประชากรมาศึกษา แล้วจึงสรุปผลโดยการอนุมานเอาว่าความรู้ความจริงที่ได้มาจากกลุ่มตัวแทนที่น่ามาศึกษานั้นจะสามารถอ้างอิงไปถึงประชากรได้ ดังนั้นการ

อุปมานแบบนี้ความสำคัญจึงอยู่ที่ว่าตัวแทนที่นำมาศึกษานั้นจะต้องเป็นตัวแทนที่ดี วิธีนี้มีข้อดีคือเหมาะที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติเพราะสะดวกและเป็นการประหยัดแรงงาน เวลาและเงินทองได้

3. อุปมานแบบเบคอนเนียน (Baconian Induction) เป็นการหาความรู้ความจริงโดยการตรวจสอบ หรือวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาจาก 3 กรณีด้วยกัน คือ

กรณีที่ 1 พิจารณาส່ว่นที่เป็นอย่างเดียวกัน (Positive Instance) เป็นการพิจารณาว่าข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นมีส่วนใดที่มีลักษณะเหมือนกันหรือมีลักษณะร่วมกันบ้าง

กรณีที่ 2 พิจารณาจากสิ่งที่ต่างออกไป (Negative Instance) เป็นการพิจารณาว่าข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นมีส่วนใดที่มีลักษณะแตกต่างกันบ้าง

กรณีที่ 3 พิจารณาส່ว่นที่แปรเปลี่ยนไป (Alternative Instance) พิจารณาว่าข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นมีส่วนใดที่เหมือนกันในบางครั้ง และขณะเดียวกันก็มีส่วนใดที่ต่างกันในบางครั้ง ซึ่งการพิจารณาในกรณีนี้เป็นการยากลำบากเพราะข้อมูลหรือปรากฏการณ์นั้นมีการแปรเปลี่ยนอยู่เรื่อย ๆ

ในการอุปมานแบบเบคอนเนียนนั้นจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลที่ไ้มาทั้ง 3 กรณีประกอบกัน แล้วจึงสรุปผล ข้อสรุปที่ไ้จึงจะมีความเชื่อถือได้มากขึ้น แต่วิธีการนี้ก็มักจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้างเหมือนกันคือ ถ้าเก็บข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูลมีการคลาดเคลื่อน ผลสรุปหรือความรู้ความจริงที่ไ้รับก็มีความคลาดเคลื่อนตามไปด้วย

สุวรรณ เพชรนิล (2520 : 46 - 50) ไ้แบ่งการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยเป็น 2 ประเภท คือ

1. อุปนัยที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึงกระบวนการที่เรียกว่าอุปนัยไม่สมกับชื่อเหมือนกับอุปนัยแต่ต่างกันทางลักษณะ แบ่งย่อยออกเป็น

1.1 อุปนัยโดยการนับตัวอย่างสมบูรณ์ หมายความว่า เราสอบสวนตัวอย่างที่มาอยู่ในขอบข่ายของประโยคสากลครบถ้วน และพบว่าเป็นประโยคที่จริงตามตัวอย่างนั้นทั้งหมด การสร้างประโยคสากลเป็นผลของการแยกสังเกตตัวอย่างหรือข้อมูลเหล่านั้น อุปนัยแบบนี้จะมีไ้ก็ต่อเมื่อจำนวนมีขอบเขตจำกัดแน่นอน

1.2 อุปนัยการหาเหตุผลควบคู่ คือกระบวนการหาเหตุผลที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานที่ว่า

การหาเหตุผลที่เหมือนกันจากข้อมูลบางอย่างจะสร้างข้อมูลอื่น ๆ ที่เหมือนกันภายใต้ประโยชน์
สากลได้ทุกกรณี เรียกว่า การหาเหตุผลโดยการเปรียบเทียบ

1.3 อุปนัยโดยการประมวลข้อเท็จจริง หมายถึงการประมวลจำนวนข้อเท็จจริงที่
พิสูจน์แล้วไว้ในใจโดยอาศัยความรู้ที่เหมาะสม ช่วยให้เราประมวลเอาข้อเท็จจริงที่สังเกตแล้ว
ไว้ได้ และสรุปรายละเอียดไว้ในประโยคเดียวกัน

2. อุปนัยที่สมบูรณ์ แบ่งย่อยออกเป็น

2.1 อุปนัยแบบวิทยาศาสตร์ คือการสร้างประโยคสากลแท้จริงโดยอาศัยการสังเกต
ตัวอย่างบางส่วน ตามกฎความเป็นระเบียบของธรรมชาติ และกฎแห่งเหตุผล

2.2 อุปนัยไม่ใช่แบบวิทยาศาสตร์ หมายถึงการสร้างประโยคสากลแท้จริงขึ้นบน
พื้นฐานประสบการณ์ที่ไม่ขัดแย้งกัน และไม่ต้องอธิบายถึงความสัมพันธ์ทางเหตุผลแต่อย่างใด

2.3 การหาเหตุผลโดยอุปมา มีพื้นฐานอยู่ที่ความสัมพันธ์ของความคล้ายกัน การหา
เหตุผลจากบางส่วนสู่บางส่วนมีพื้นฐานที่ความคล้ายกันโดยไม่สมบูรณ์ มีลักษณะอาจเป็นไปได้เท่านั้น

จากเอกสารที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า การคิดแบบอุปนัย หมายถึงกระบวนการทางสมอง
ในการคิดที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยหรือข้อมูลต่าง ๆ แล้วสรุปไปยังส่วนรวมกลายเป็นกฎ
หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการคิดแบบนี้สามารถนำไปสู่การค้นพบหลักการ กฎ หรือทฤษฎีใหม่ ๆ
ที่ยังไม่เคยค้นพบมาก่อนกลายเป็นความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้

อมร โสภณวิเศษวงศ์ (2518 : 184) ได้สรุปข้อแตกต่างของการคิดหาเหตุผลแบบ
นิรนัย และแบบอุปนัย ไว้ดังนี้ คือ

การคิดแบบนิรนัย

1. เป็นการคิดหาเหตุผลจากหลักทั่วไป
ไปหาข้อเท็จจริงปลีกย่อย
2. บทสรุปที่ได้มีขอบเขตแคบกว่าประพจน์เหตุ
3. ใช้ความรู้เดิมพิสูจน์ข้อเท็จจริงให้น่ายอมรับ
เชื่อถือมากขึ้น

การคิดแบบอุปนัย

1. เป็นการคิดหาเหตุผลจากข้อเท็จจริง
ปลีกย่อย ไปหาหลักทั่วไป
2. บทสรุปที่ได้มีขอบเขตกว้างกว่าประพจน์เหตุ
3. ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น

เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

ชาญชัย ลวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่าการฝึก หมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรม จนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การฝึกโดยไม่ลงมือปฏิบัติงาน (Off The Job Training) หมายถึงการฝึกที่ไม่ต้องลงมือปฏิบัติงานจริง ซึ่งมีประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงาน ที่พิจารณาวิธีการให้ข้อมูลเป็นเกณฑ์ เช่น วิธีบรรยาย ให้อ่านคู่มือปฏิบัติการ อภิปรายหรือประชุมอภิปราย ศึกษาจากโสตทัศนอุปกรณ์ เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ เป็นต้น

1.2 การฝึกโดยไม่ต้องลงมือปฏิบัติงาน ที่พิจารณาด้วยพฤติกรรม เช่น การแสดงบทบาทสมมติ ศึกษาโดยจำลองแบบของจริง ฝึกอบรมในห้องทดลอง

2. การฝึกโดยลงมือปฏิบัติงาน (On The Job Training) ได้แก่วิธีการที่ให้ผู้รับการฝึกได้มีโอกาสเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติงานจริง ภายใต้สภาพแวดล้อมของบรรยากาศ และเงื่อนไขตรงกับความเป็นจริง

3. วิธีผสมระหว่างการให้ข้อมูลและ/หรือการแสดงพฤติกรรม แล้วลงมือปฏิบัติงาน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตรงกับความเป็นจริง

สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรรย์ (2522 : 52 - 62) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาดังนี้ คือ

1. กฎการเรียนรู้ของธอนไดค์เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัด หรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ดี ในทางตรงข้าม สิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัด หรือทอดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำไม่ได้ดี

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถ และความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือไม่ง่าย และไม่ยากเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ

3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อดึงดูดความสนใจ

ของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึก และช่วยย่นอายุให้ฝึกตามต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสลับ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่า ในการสร้างแบบฝึกหัดต้องอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาประกอบด้วย คือ

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน จะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนด้วย

4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่การเรียงแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก และจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่ที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่จะนำมาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

บัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอแบบการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานด้านวิทยาศาสตร์ และเอกสารเกี่ยวกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แฉงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผล จะประเมินก่อนเรียนหรือหลังเรียน

วรรณาก พ่วงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึก ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอน และจิตวิทยาพัฒนาการ
 - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
 - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก
 - 3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง
 - 3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

ฮาร์เรส (นิตยา กิจโร. 2530 : 41 - 42 ; อ้างอิงมาจาก Haress. n.d.) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนอง ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร
4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งที่เร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึกหัด
5. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด

ริเวอร์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก River. 1968) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอสมควรในเรื่องนั้น ๆ ก่อนที่จะมีการฝึกเรื่องอื่น ๆ ต่อไป
2. แต่ละบทฝึกควรใช้แบบประโยคเพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

3. ผูกโครงสร้างใหม่ให้กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. ประโยคและคำศัพท์ ควรเป็นแบบที่พูดและใช้กันในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จักดีแล้ว
5. เป็นแบบฝึกที่นักเรียนใช้ความคิดด้วย
6. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
7. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนไปแล้ว นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ จะต้องเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ คือ ใช้หลักจิตวิทยา ส่วนวนภาษาง่าย ให้ความหมายคิดได้เร็วและสนุก ปลุกความสนใจ เหมาะสมกับวัย อาจศึกษาได้ด้วยตนเอง เช่นเดียวกับ นิทยา ฤทธิ์โยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับ วัย หรือความสามารถของนักเรียน
3. ใช้เวลาเหมาะสม
4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจ และท้าทายให้แสดงความสามารถ

นอกจากนี้ บัทท์ส (นิทยา กิจโร. 2530 : 44 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอแนะหลักในการนำแบบฝึกไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

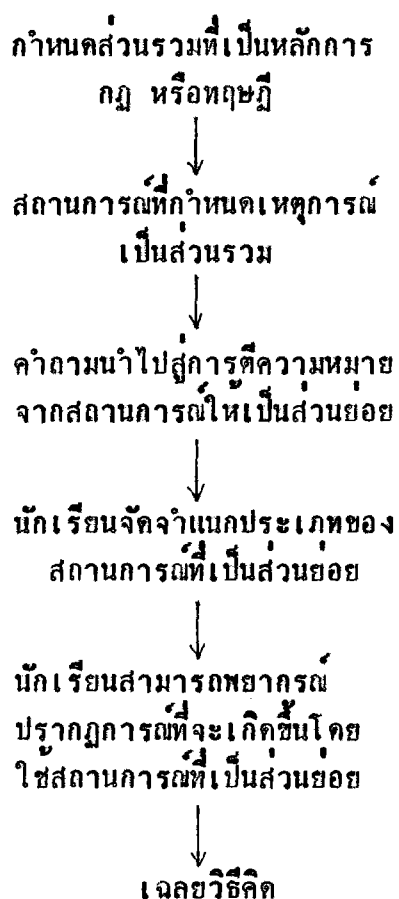
1. อ่านและศึกษาวัตถุประสงค์ให้เข้าใจก่อน
2. ลองทำกิจกรรมในแบบฝึกดูว่า ทำได้หรือไม่
3. พิจารณาเนื้อหา และกิจกรรมของแบบฝึกว่าสอดคล้องกันหรือไม่
4. พิจารณาวัตถุประสงค์ของแบบฝึกและกิจกรรมการเรียนการสอนว่าสอดคล้องกันหรือไม่
5. แบบฝึกนั้นเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่
6. เตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม
7. พิจารณาเวลาที่ใช้ในการฝึกว่าเหมาะสมกันหรือไม่
8. อภิปรายร่วมกับนักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกแล้ว เพื่อศึกษาถึงปฏิกิริยา

ตอบสนองของนักเรียนว่า เข้าใจหรือไม่

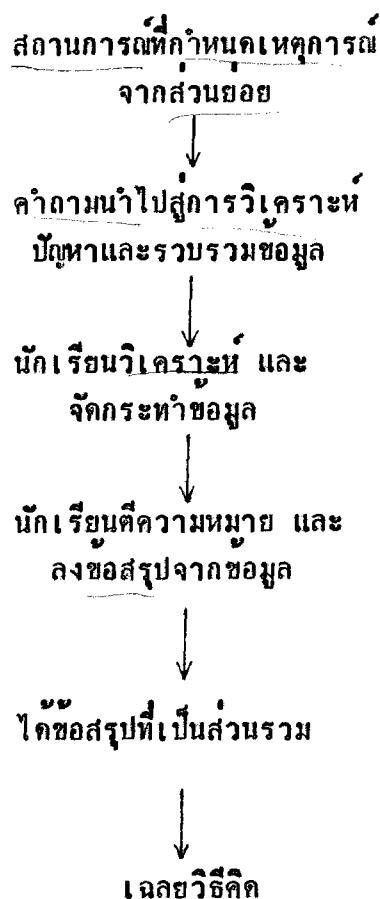
จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการฝึกและแบบฝึก จะพบว่าแบบฝึกทั่ว ๆ ไปนั้นจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นการฝึก และส่วนที่เป็นการประเมินผล สำหรับในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย โดยมีขั้นตอนตามแผนภาพข้างล่างนี้

ขั้นตอนของแบบฝึกการคิด

แบบนิรนัย



แบบอุปนัย



เอกสารเกี่ยวกับความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2523 : 3) ได้กล่าวสรุปว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายว่า วิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย ศักยภาพ (Body of Knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 2 - 9) อธิบายว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นก็จะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่จำแนกเป็น 6 ประเภทคือ

1. ข้อเท็จจริง (Fact) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะจัดให้เป็นประเภทข้อเท็จจริงนั้น ได้แก่ ความรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ มีทั้งที่สามารถสังเกตได้โดยตรงและโดยทางอ้อม อาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการสังเกต และหลักสำคัญของความรู้ประเภทนี้อีกอย่างหนึ่งก็คือ ความรู้ที่จะจัดว่าเป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นความจริงเสมอ ไม่ว่าจะถูกทดสอบกี่ครั้งก็ตามย่อมได้ผลเหมือนเดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์นั้น เช่น น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำทะเล

2. มโนคติ (Concept) หมายถึงความคิดหลัก (Main Idea) ของคนเราที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ กล่าวคือเมื่อดำเนินการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะก่อให้เกิดการรับรู้ (Perception) สามารถแยกแยะความเหมือน ความแตกต่าง สรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น ๆ สร้างเป็นความคิดหลักในรูปที่แสดงถึงความเข้าใจ ทำให้สามารถนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ มโนคติของแต่ละบุคคลอาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และ ฐานะของบุคคลนั้น ๆ เช่น แม่เหล็กมีอำนาจดูดสารแม่เหล็ก

3. หลักการ (Principle) เป็นกลุ่มของมโนคติที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถสรุปเป็นความรู้ที่นำไปใช้เป็นหลักในการอ้างอิงและพยากรณ์เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

4. กฎ (Law) กฎคือหลักการนั่นเอง แต่เป็นหลักการที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล และอาจเขียนสมการแทนได้ กฎส่วนใหญ่มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (Induction) โดยการนำข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกันมารวมกันเป็นนิรนัย เป็นหลักการจนถึงการยอมรับเป็นกฎ แต่มีบางกฎเช่นกันที่ได้มาโดยการอนุมาน (Deduction) จากทฤษฎี เช่น กฎของบอยล์ อนุมานมาจากทฤษฎีโมเลกุล

5. ทฤษฎี (Theory) จากความหมายของกฎเราทราบแล้วว่า กฎก็คือหลักการที่มีลักษณะเป็นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ข้อความที่อยู่ในกฎและหลักการนั้นมีจริงอยู่แล้วในธรรมชาติ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้สร้างขึ้นเอง แต่เป็นเพียงผู้ไปค้นพบเท่านั้น สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นก็คือ ทฤษฎี ซึ่งเป็นข้อความที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยการยอมรับกันทั่วไปในการที่จะใช้อธิบายกฎหรือหลักการ และนำไปใช้พยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีนั้น ๆ เพราะลำพังตัวของกฎหรือหลักการไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวเองได้ การสร้างทฤษฎี นักวิทยาศาสตร์อาจจะต้องอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ แล้วจึงใช้วิธีอุปมานรวมกับการสร้างจินตนาการ เพื่อกำหนดข้อความที่จะนำไปอธิบายถึงความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามบางครั้งนักวิทยาศาสตร์ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลดังกล่าว แต่อาจอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สร้างทฤษฎีขึ้นมา และเมื่อมีปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้นเกิดขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีนั้นอธิบายการสร้างทฤษฎีของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับว่าเป็นทฤษฎี ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีนั้นจะต้องอธิบาย กฎ หลักการ และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องได้
2. ทฤษฎีจะต้องอนุมานไปเป็นกฎ หรือหลักการบางอย่างได้
3. ทฤษฎีจะต้องทำนายปรากฏการณ์ที่อาจเกิดตามมาได้

6. สมมุติฐาน (Hypothesis) เป็นข้อความซึ่งนักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาก่อนที่จะดำเนินการทดลอง สมมุติฐานใดจะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ขึ้นอยู่กับหลักฐานเหตุผลที่จะสนับสนุน หรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อม

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวธนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 9) กล่าวว่า เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงหาความรู้ต่าง ๆ

จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา ประกอบด้วยส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผล และการนำไปใช้

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ
2. ความอดทน
3. มีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งใดง่ายโดยปราศจากข้อเท็จจริงสนับสนุนอย่างมีเหตุผลเพียงพอ
4. มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองฝ่ายเดียว
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะหาความรู้
7. มีความซื่อสัตย์สุจริต
8. ยอมรับความเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ทางค่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รวบรวมไว้ มี 13 ทักษะ คือ (สมจิต สวธนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 66 - 69)

1. การสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด หมายถึงการเลือกและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมทำการวัดหาปริมาณของ

สิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ซึ่งสเปสของวัตถุ หมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ จะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของ วัตถุนั้นได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ หนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งและความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการ เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยหาความดี เรียงลำดับ จัดแยก ประเภท และคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอใน รูปของ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการ สังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

7.1 ลงข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่ละอย่างที่ได้สังเกตได้โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ เช่น เห็นสารสีขาวและละลายน้ำก็บอกว่าเป็นเกลือ โดยยังไม่ได้สังเกตสมบัติเฉพาะอื่น ๆ ของ สิ่งนั้นให้เพียงพอ เช่น ยังไม่ได้ชิมรส เป็นต้น

7.2 ลงข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็น การอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม เช่น เห็นต้นกุหลาบ เหลียวใบเป็นรูปพุ่ม ก็บอกว่าเพราะหนอนกิน หัง ๆ ที่ยังไม่รู้สาเหตุที่แท้จริงว่าคืออะไร แต่อาศัย ที่คนอื่นเคยบอกหรือเคยเห็นหนอนกินกุหลาบต้นอื่น

8. การพยากรณ์ หมายถึงการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วมาช่วยในการสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านั้นมักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึงการชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ ตัวแปรต้นคือ ตัวแปรที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่ ตัวแปรตามคือ ตัวแปรที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย ส่วนตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง หมายถึงกระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หรือทดลองสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีทดลอง อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล หมายถึงการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง หรือที่มีอยู่

จากเอกสารที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ทั้งตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการหาความรู้ความจริงรวมถึงใช้ในการแก้ปัญหาทั้งที่เป็นปัญหาทางวิชาการและเป็นปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ดังนั้นกระบวนการคิดที่เป็นแบบนิรนัย และแบบอุปนัย ก็ต้องใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาคำย

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความหมายไว้ ดังนี้

ซิมป์สัน (Simpson. 1922 : 234) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลว่าเป็นความสามารถของสมองที่พยายามคิดให้แตกต่างไปจากกระสวนเดิมเพื่อไปสู่ความคิดใหม่ ๆ ในขณะที่ ฟรอยด์ (Freud. 1938 : 193) มีทัศนะเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับดันออกมาโดยพลังของจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระเกิดขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีสิ่งนี้ ส่วน เกตเซล และแจคสัน (Getzels. and Jackson. 1962 : 7) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติพิเศษที่อยู่นอกเหนือระบบการค้นคว้าหรือการทดสอบใด ๆ อีกด้วย

วอลเลซ และโคแกน (Wallace. and Kogan. 1963 : 13 - 20) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความคิดโดยสัมพันธ์ใด คนที่มีความคิดสร้างสรรค์คือคนที่สามารถคิดได้หลายอย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เห็นคำว่า ปากกา ก็นึกถึงกระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะเก้าอี้ ฯลฯ คิดได้มากเท่าไรก็แสดงถึงความสามารถในการเกิดความคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่จะใช้เวลา

คิดอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น ซึ่งมีลำดับการคิด ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์เก่า ๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมุติฐานเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่าง ๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกตรึงเครียดอันเนื่องมาจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นการเกิดความคิด เป็นระยะการเกิดความคิดฉับพลันขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ หรือคลำคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูว่าคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

โลเวนเฟลด์ (Lowenfeld. 1957 : 58) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่มนุษย์ทุกคนมีติดตัวมาแต่กำเนิด เด็กอาจจะแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาแม้ว่าไม่มีผู้ใดสอนไว้

เวสคอต และสมิท (Westcott. and Smith. 1967 : 2) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมของตนออกมา แล้วจัดอยู่ในรูปใหม่ ซึ่งใกล้เคียงกับ พานส์ (นิพนธ์ ทวีกาญจน์. 2529 : 70 ; อ้างอิงมาจาก Parnes. 1962) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ต้องเกิดจินตนาการ (Imagination) ซึ่งจินตนาการไม่ได้หมายถึงความฝัน หรือความฟุ้งซ่าน เลื่อนลอยโดยทั่วไป แต่หมายถึงความฝันที่ใช้ความคิดจากการประสมประสบการณ์ของแต่ละคน ส่วน ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวในช่องว่างหรือองค์ประกอบที่ขาดหายไป แล้วสร้างความคิดหรือสมมุติฐานที่เกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ ทดสอบสมมุติฐานต่าง ๆ แล้วแสดงผลที่ได้ออกมา ผลของความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงเสมอไป เป็นต้นว่า ต้องคิดค้นคว้า ประดิษฐ์ของใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลยหรือในการสร้างทฤษฎีจะต้องเป็นความคิดทางด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่งเท่านั้น แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่ง ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่แสดงออกอย่างอิสระในด้านความริเริ่มโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพผลงาน

ขั้นที่ 2 งานที่เป็นผลผลิต ขั้นนี้ต้องอาศัยทักษะบางอย่าง

ขั้นที่ 3 เป็นงานขั้นประจักษ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น

ขั้นที่ 4 เป็นการปรับปรุงงานขั้นที่ 3 ให้ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 เป็นความสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมมากที่สุด คิดหลักการใหม่

นิวเวลล์ ซอร์ และซิมป์สัน (Newell., Shaw. and Simpson. 1963 : 243) ตั้งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาผลผลิตอันหนึ่งอันใดที่จะเป็นการสร้างสรรค์ได้โดยดูจากลักษณะดังนี้

1. เป็นผลผลิตที่แปลกใหม่ และมีค่าต่อผู้คิด สังคม และวัฒนธรรม
2. เป็นผลผลิตที่ไม่เป็นไปตามปรากฏการณ์นิยมในเชิงที่ว่ามีการคัดแปลง หรือยกเลิกผลผลิต หรือความคิดที่เคยยอมรับกันมาก่อน
3. เป็นผลผลิตซึ่งได้มาจากการกระตุ้นอย่างสูงและมั่นคง จะคว่ายในระยะยาวหรือความพยายามอย่างสูง
4. เป็นผลผลิตที่ได้จากการประมวลปัญหา ซึ่งค่อนข้างคลุมเครือ หรือไม่แจ่มแจ้ง

ความคิดสร้างสรรค์ในรูปลักษณะทางผลิตผล คือผลรวมที่บุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ได้แสดงผลงานออกมา ความสามารถนี้อาจแสดงออกได้ทั้งรูปธรรมและนามธรรม ไม่จำเป็นว่าต้องเน้นผลิตผลในเชิงวัตถุเสมอไป อาจจะอยู่ในรูปของความคิดที่แปลกใหม่เกิดการยอมรับว่ามีคุณค่า

กิลฟอร์ด (Guilford. 1968 : 100) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทั่ว ๆ ไปที่ใช้ในการทำงาน แต่ไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาวิชาโดยตรง และได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะที่เป็นการคิดหลาย ๆ ทาง (Divergent Thinking) อันประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดตอบสนองอย่างรวดเร็ว แคล่วคล่อง และมีการตอบสนองในปริมาณมาก
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดได้อย่างกว้างขวาง
3. ความคิดริเริ่ม (Original) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดสิ่ง

แปลกใหม่ และเป็นการตอบสนองที่ไม่ซ้ำกับของคนอื่น

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึงความสามารถในการทำงาน
ด้วยความละเอียดละออ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 4) ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลอย่างลึกซึ้งนอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดได้หลายแง่หลายมุมประสมประสานกันจนได้ผลิตผลใหม่ที่สมบูรณ์ถูกต้อง และ
อารมณ หักขิณ (2526 : 9) สรุปความคิดสร้างสรรค์ว่ามีลักษณะเฉพาะ ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลทุกคน
2. ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการนำประสบการณ์เดิมมาใช้ในการรูปแบบที่แปลกใหม่
3. ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะเฉพาะคนไม่ซ้ำใคร

อารี สันหลวี (2510 : 203) ได้ให้นิยามของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึงกระบวนการคิด การกระทำผลงานใหม่ ๆ ที่มนุษย์คิดและประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อารี รังสินันท์ 2527 : 5) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะ
อเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้น พบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ไม่ใช่เพียงแค่คิดสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็
เหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิด
ความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็น
ไปได้ หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์
ขึ้น ซึ่งความคิดสร้างสรรค์สามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึงความรู้สึกไวต่อปัญหา และสามารถแก้ไขปัญห
ได้อย่างมีขั้นตอน มีระบบ และนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
2. ลักษณะของบุคคล หมายถึงบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด
กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการและมีความยืดหยุ่นทั้งความคิด
และการกระทำ เป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการ

ประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลผลิต หมายถึงคุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้น มีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของคนที่แสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะ และค่อยคิดได้เอง จนถึงระดับคิดค้น พบทฤษฎี หลักการ และการประดิษฐ์ต่าง ๆ

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะบุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการประจักษ์ ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเอง แม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดอเนกนัย ประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม
6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้
7. เป็นกระบวนการของความรู้สึกลึกซึ้งต่อปัญหา แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมุติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ
8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่ถึงประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้น หมายถึง ใหม่จากตัวเอง หรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

ความคิดสร้างสรรค์ของคนจะมีความแตกต่างกันตามระดับความมากน้อย ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ กันอีกซึ่งมีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 4) กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่า ต้องประกอบด้วยลักษณะต่อไปนี้

1. ความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดที่ง่าย ๆ อาจมีคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติมจากลักษณะโดยทั่วไป
2. สมรรถภาพทางความคิด คือความสามารถในการคิดที่กว้างและลึก เพื่อให้ความคิด

ครอบคลุมสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับเรื่องหลักการ

3. เป็นความคิดยืดหยุ่น สามารถที่จะเปลี่ยนแนวหรือประสบการณ์ความคิดในสภาวะที่เหมาะสม

4. ความสามารถและความละเอียดลออที่จะแยกประเด็นความคิด และทำให้ผลผลิตแต่ละแนวมีความหมายกระชับขึ้น

5. การสังเคราะห์ หมายถึงความสามารถจะทำให้เห็นภาพจนถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นมาต่อเนื่องจากความคิด เพื่อจะพัฒนาความคิดนั้นให้สมบูรณ์และเป็นจริง

วราภรณ์ รักวิจัย (2525 : 26) ได้สรุปลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ว่า จะมีการแสดงออก ดังต่อไปนี้

1. เป็นคนอยากรู้อยากเห็นมีความสังเกตดี มีปฏิริยาโต้ตอบรวดเร็วต่อปัญหาหรือสิ่งเร้า
2. มีความสนใจและประหลาดใจในเหตุการณ์ หรือสิ่งเร้าใหม่ ๆ และพยายามหาเหตุผลว่าเพราะเหตุใด โดยชอบใช้คำถามว่า ทำไม
3. มีความสามารถในการคิดอย่างกว้างลึก และสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็ว และมีความรับรู้ไวต่อปัญหาต่าง ๆ
4. รู้จักคิดริเริ่มทำในสิ่งที่แปลกใหม่ เป็นคนช่างคิดช่างฝัน มีอารมณ์ขัน ชอบเดา และชอบทำงานที่ท้าทาย
5. เป็นคนที่เป็นตัวของตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง
6. มีความสามารถแก้ไขขัดแปลง เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้สำเร็จ
7. ชอบอิสระเสรีภาพในเรื่องความคิดและการได้แสดงออกไม่ชอบกฎเกณฑ์ข้อบังคับ
8. ไม่ชอบแสดงความวิตกกังวลต่อความล้มเหลวหรือความสำเร็จจนมากเกินไป และไม่เคร่งเครียด
9. เป็นคนชอบวิพากษ์วิจารณ์อย่างมาก มีลักษณะเด่นในการเป็นผู้นำ และมีความสามารถในการรู้งใจคน
10. ชอบตั้งสมมุติฐานในการทำงานด้วยความพอใจของตน โดยไม่หวังผลหรือคำยกย่องจากคนอื่น

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้
 สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 6) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 หมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหา
 โดยการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

อนันต์ จันทร์ภัก (2525 : 3) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้า
 ทดลองและแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรม ตรวจรายงาน
 หรือโครงการวิทยาศาสตร์ หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเติม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า
 หมายถึงการแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้
 โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมุติฐาน และทักษะในการ
 ออกแบบการทดลองและการวางแผนในการทดลอง

สมจิต สวอนไพบลีย์ (2527 : 7 - 11) ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทาง
 วิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิด และการกระทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
 เน้นผลผลิต (Science Products) ของความคิดที่จะต้องมีคุณค่าต่อสังคม และส่งผลกลับคืนให้
 โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่ง ๆ ขึ้นไป ส่วนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง
 เป็นการคิดแบบอเนกนิยมนั้น จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวของกิลฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดละออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

ฟิลท์ และซันด์ (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ. 2527 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Piltz. and
 Sund. 1969) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับ
 ความคิดสร้างสรรค์ แต่แตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น
 แนวทางของการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มในพัฒนาการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่และควมมีคุณค่าอีกด้วย ผลผลิตจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าใครมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจว่าสิ่งใดเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีสิ่งจำเป็น 2 ประการเกิดขึ้นพร้อมกัน คือ ความริเริ่มหรือความใหม่ และความมีศิลป์ (Esthetics)

จากเอกสารดังกล่าว ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ว่า หมายถึงความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในด้านแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 ฉบับคือ หัตถ์ชัย พฤษชลธาร (2517 : 73) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2517 ใช้ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ โดยมุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว และความคิดยืดหยุ่น ซึ่งมี 3 ข้อ ในปี 2525 สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 65 - 72) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร ใช้ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์เช่นกัน โดยมุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว และความคิดยืดหยุ่น ซึ่งมี 3 ข้อ

จากเอกสารดังกล่าว เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยยึดตามแนวแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ที่มีทั้งรูปภาพและภาษา เป็นแบบเขียนตอบ เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดมี 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย

เชิดศักดิ์ โทวาสินธุ์ (2530 : 110) ได้ศึกษาการฝึกสมรรถภาพทางสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการฝึกสมรรถภาพสมองพื้นฐาน 4 ด้าน คือ การสังเกต การประจักษ์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบการคิดสำคัญที่นักเรียนจะนำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าปัญหานั้นจะเป็นปัญหาเชิงวิชาการ ในโรงเรียน หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งองค์ประกอบการคิดด้านการวิเคราะห์เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดด้านเหตุผลแบบอนุมาน และองค์ประกอบการคิดด้านการสังเคราะห์เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดด้านเหตุผลแบบอุปมาน ผลการวิจัยพบว่า การฝึกสมรรถภาพสมองเอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพการคิดของนักเรียนทุกกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อยู่ในสังคมชนเมืองหลวง

สุกสวาท ชันธมูล (2530 : 70 - 71) ได้ศึกษาผลการสอนโจทย์ปัญหา 2 วิธี คือ การสอนแก้โจทย์ปัญหาตามคู่มือครูและการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหาตามแนวของสตีฟ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอนุมานของนักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปมานของนักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เรน วอเทอร์ (Rain Water. 1965 : 6753) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ 4 ฉบับ ของกิลฟอร์ด กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์น้อยและมาก แล้วนำมาให้ทดสอบการแก้ปัญหา พบว่าพวกที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะทำคะแนนในการแก้ปัญหาได้สูงกว่าพวกที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ซีซีเรลลี (Cicirelli. 1965 : 303 - 308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กเกรด 6 จำนวน 609 คน โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินนิโซตา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมีค่าต่ำ

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับแบบการคิด วอลเลซ และโคแกน (Wallach. and Kogan. 1963 : 141) ได้กล่าวสรุปผลการศึกษาไว้ว่า การคิดแบบโยงความสัมพันธ์เกี่ยวพันร่วมกันกับความคิดสร้างสรรค์มาก เพราะการคิดดังกล่าวนี้เป็นการเชื่อมโยงวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยหน้าที่ที่มีต่อกันและอย่างอิสระผลการวิจัยของเขายืนยันว่า กลุ่มเด็กชายที่มีระดับสติปัญญาสูงมีระดับความคิดสร้างสรรค์สูง และกลุ่มเด็กชายที่มีสติปัญญาค่ามีความคิดสร้างสรรค์ต่ำ จะตอบสนองแบบโยงความสัมพันธ์มีจำนวนเปอร์เซ็นต์สูงมาก ขณะที่เด็กในกลุ่มเด็กชายที่มีระดับสติปัญญาสูงแต่มีระดับความคิดสร้างสรรค์ต่ำ จะตอบสนองแบบโยงความสัมพันธ์น้อย การคิดแบบวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับอยู่กับทางด้านสติปัญญามากกว่าด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้ตอบจะต้องมองเห็นลักษณะที่ปรากฏอยู่ภายในสิ่งเร้า และนำลักษณะที่ได้เห็นนั้นมาตอบ และการคิดแบบจำแนกประเภทผู้ตอบจะต้องพยายามหาความคิดรวบยอดของสิ่งเร้าที่สัมพันธ์กันอยู่มาตอบ และการคิดแบบนี้เกี่ยวข้องกับสติปัญญามากกว่าความคิดสร้างสรรค์ เหมือนกันกับการคิดแบบวิเคราะห์

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย เขาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ (2514 : 80) ได้ศึกษา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4, 7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนสาธิต และโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ 2 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะพิจารณารวมทุกระดับหรือแยกพิจารณาแต่ละระดับชั้น ซึ่งสอดคล้องกับ ไสว เลี่ยมแก้ว (2514 : 55) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่แปลและดัดแปลงมาจากของ วอลเลซ และโคแกน สอบเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากโรงเรียน 7 แห่ง ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความคิดสร้างสรรค์พอ ๆ กัน ในขณะเดียวกัน โชติ เพชรชื่น (2514 : จ.) ได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาวิชาครู ศิลปะ และช่าง จำนวน 300 คน พบว่าทั้งใน

กลุ่มครูและกลุ่มศิลปะ นักศึกษาหญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่ต่างกัน ส่วนกลุ่มชายมีเฉพาะนักศึกษาชาย และงานวิจัยของ นงนุช วรรณวาทะ (2514 : 79) ที่พบว่า นักศึกษาวิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา ผู้ชายและผู้หญิงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน ส่วน ประทุม ทองพูน (2521 : 47 - 48) ได้ทำการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนหลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรพุทธศักราช 2503 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ สุวิมล ชอบทำกิจ (2522 : 61) พบว่านักเรียนโรงเรียนสาธิตมัธยม กับโรงเรียนมัธยมสามัญ มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วน สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 47) ได้ศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และหลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งถึงอายุ 15 ปี นอกจากนี้ ศิริอร ไข่มุกข์รัตน์ (2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้วิจัยความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และยังพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิงไม่แตกต่างกัน

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 65 - 72) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและนักเรียน

ชายภายหลังการฝึก โดยใช้แบบทดสอบของ สุมาลี กาญจนชาติรี พบว่าภายหลังการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยมีการประเมินผลทุกครั้งและไม่มีการประเมินผลนั้นแตกต่างกัน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงและนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

จากเอกสารงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง และการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน ซึ่งเป็นการคิดในเชิงตรรกศาสตร์ ได้แก่ การคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการ ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และยังส่งผลให้เกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา จากข้อความดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิด สูงกว่า ก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิด สูงกว่า ก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย
4. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย แตกต่างกัน
5. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ ปีการศึกษา 2531 จำนวน 80 คน จากวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร มาจำนวน 60 คน แล้วใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบ นิรนัย จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 30 คน ในการดำเนินการทดลองปรากฏว่ามีนักเรียนไม่ได้เข้าเรียน และขาดการทดสอบ ทำให้ในกลุ่ม ที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยมีจำนวน 26 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยมีจำนวน 25 คน ซึ่งมีได้ผลทำให้ค่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันแต่อย่างใด (ถึงภาคผนวกหน้า 138-139)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบฝึกการคิด ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยใช้หลักการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาและสืบค้นปัญหา ไม่ว่าปัญหานั้นจะเป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับตัวความรู้และ/หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือปัญหาที่เป็นประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ที่นักเรียนเคยรู้จัก อุปกรณ์และระบุคำถาม แบบฝึกการคิดนี้เป็นการฝึกการระบายบุคคลแบบเขียนตอบ ซึ่งมี 2 แบบด้วยกัน คือแบบฝึกการคิดแบบ นิรนัย จำนวน 30 ข้อ และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการสร้างแบบฝึกการคิดทั้ง 2 แบบ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการคิด และการคิดแบบใช้เหตุผลเชิงนามธรรม ที่เป็นการคิดแบบนิรนัย และการคิดแบบอุปนัย

1.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก เกม และกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.1.3 สร้างแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ แบบเขียนตอบเป็นรายบุคคล ลักษณะของแบบฝึกการคิดประกอบด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีข้อความ รูปภาพ สัญลักษณ์ อุปกรณ์ คำถามเป็นส่วนประกอบให้ได้ใจความ

1.2 การหาคุณภาพของแบบฝึกการคิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 นำแบบฝึกการคิดให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 10 ท่าน พิจารณาว่าสามารถใช้เป็นแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย และเป็นแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยได้หรือไม่

1.2.2 นำแบบฝึกการคิดทั้ง 2 ชุดไปทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จำนวนกลุ่มละ 5 คน เพื่อนำมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบฝึก และเวลาในการทำแต่ละข้อ

1.2.3 นำแบบฝึกการคิดที่ปรับปรุงแล้วทั้ง 2 ชุดไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จำนวนกลุ่มละ 15 คน เพื่อนำมาคัดเลือกและปรับปรุงอีกครั้ง แล้วจึงนำแบบฝึกการคิดทั้ง 2 ชุดนี้ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ มีทั้งรูปภาพ และภาษา มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ใช้ในปัจจุบัน

2.1.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบที่สามารถใช้เกณฑ์การวัดของกิลฟอร์ดในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ จำนวน 10 ข้อ

2.1.4 นำแบบทดสอบไปทดลอง (Try Out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จำนวน 30 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในแต่ละข้อต่อไป

2.1.5 ขอความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ และด้านการศึกษา จำนวน 13 ท่าน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Face Validity)

2.1.6 นำแบบทดสอบไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่คิดเลือกไว้เพียง 3 ข้อ สำหรับทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 เกณฑ์ในการให้คะแนน ยึดหลักการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด โดยในแต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ

2.2.1 คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

2.2.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกัน โดยให้คำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน

2.2.3 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของเปอร์เซ็นต์คำตอบของนักเรียนทั้งหมด คือ

คำตอบที่มีความถี่ตั้งแต่ 3.1 % ขึ้นไปได้ 0 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่ตั้งแต่ 3.0 % ลงมาได้ 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ หาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หาได้จากผลรวมของ

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกข้อ

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผน
แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
กลุ่ม 1	วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย	วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
กลุ่ม 2	วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย	วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ขอความร่วมมือไปยังวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ล่วงหน้าก่อนไปทำการทดลองโดยมีหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. นำแบบฝึกการคิด และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้กลุ่มตัวอย่างทำ ตามวันและเวลาที่ได้นัดหมายไว้
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล กระทำในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2531
โดยใช้ชั่วโมงกิจกรรม

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้น ดังนี้

1. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้กลุ่มตัวอย่างทำการสอบก่อน โดยชี้แจงกับนักเรียนให้ทราบถึงการทำแบบทดสอบว่าจะไม่มีผลกระทบต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด เพื่อให้เด็กเรียนทำแบบทดสอบได้อย่างสบายใจไม่มีสิ่งกีดขวางใช้เวลา 50 นาที
2. นำแบบฝึกการคิดไปให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ โดยผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงการทำแบบฝึกทั้งสองแบบก่อนลงมือทำ โดยทั้งสองกลุ่มทำพร้อมกันภายในห้องเรียนที่ติดกันโดยจัดแยกนั่งเป็นรายบุคคล ใช้เวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 10 คาบ คาบละ 50 นาที
3. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำการสอบหลังการทำแบบฝึกการคิดเรียบร้อยแล้ว ใช้เวลา 50 นาที
4. ตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่สอบก่อนและสอบหลังการทำแบบฝึกการคิดเพื่อนำมาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบอุปนัย โดยใช้ t-test แบบ Independent
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังทำการฝึกการคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยใช้ t-test แบบ Dependent
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product-moment Correlation Coefficient) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ t-test

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย

1.2 หาค่าความแปรปรวนของคะแนน

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อย

(สุภาพ วาเชียน. 2525 : 104 - 107)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_B}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

MS_E แทน ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

MS_B แทน ค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มผู้ตอบ

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

1. ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1 และข้อ ๕ เพื่อหาความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 179)

ในกรณีที่ค่าความแปรปรวนเท่ากันใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

ในกรณีที่ค่าความแปรปรวนไม่เท่ากันใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}, \quad df = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t-distribution

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ

s_1^2, s_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ

df แทน degree of freedom

2. ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 2 และข้อ 3 เพื่อหาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่อทำแบบฝึกการคิดแล้ว โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 201)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่

df แทน degree of freedom

3. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 5 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม โดยวิธีการทางสถิติแบบ Pearson Product-moment Correlation Coefficient (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 322)

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y

$\sum X, \sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X, Y ตามลำดับ

$\sum X^2, \sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง ของคะแนนชุด X, Y ตามลำดับ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2527 : 325)

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -distribution

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

- n แทน จำนวนนักเรียน
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-test
- D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
- r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ตามลักษณะของข้อมูล คือ

- ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน
- ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ข้อ คือ

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบอุปนัย
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย
3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

4. เปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบอุปนัย

ตอนที่ 3 หาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ตอนที่ 1

ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ จำนวนนักเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนการทำแบบฝึก และภายหลังการทำแบบฝึก ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ก่อนทำแบบฝึก และหลังทำแบบฝึก โดยแยกตามองค์ประกอบในแต่ละด้าน

กลุ่มตัวอย่าง		n	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์							
			คล่องในการคิด		ความคิดยืดหยุ่น		ความคิดริเริ่ม		รวม	
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย	ก่อน	26	7.85	2.31	7.19	2.25	1.23	1.18	16.27	5.36
	หลัง	26	8.42	2.76	7.92	2.79	1.04	0.92	17.39	5.93
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย	ก่อน	25	5.76	2.28	4.88	1.97	0.68	0.748	11.32	4.38
	หลัง	25	7.56	2.18	6.88	1.81	0.84	0.756	15.28	4.33

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย ภายหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึกเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าองค์ประกอบในด้านความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นมีค่าเฉลี่ยของคะแนนภายหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก ส่วนด้านความคิดริเริ่ม ค่าเฉลี่ยของคะแนนภายหลังการฝึกต่ำกว่าก่อนการฝึก

กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก มากกว่ากลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าองค์ประกอบด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนภายหลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก

พิจารณารวมทั้งสองกลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ต่างจากองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่มมาก กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยมีการกระจายของคะแนนมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย และจำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยมี 26 คน ส่วนจำนวนนักเรียนที่ฝึกคิดแบบอุปนัยมี 25 คน

ตอนที่ 2

1. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบอุปนัย

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการฝึกของแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงค่าสถิติพื้นฐาน และค่า t ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนน
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบ
นิรนัย กับกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	s^2	t
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย	26	17.3846	35.126	1.4437
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย	25	15.28	18.71	

$$t(.05, 49) = 2.009$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย และกลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย และกลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย
ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลัง
การทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทำแบบฝึก
การคิดแบบนิรนัยมาเปรียบเทียบกัน โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent
ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและ
หลังการทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย	26	29	1191	0.8354

$$t (.05, 25) = 1.708$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยหลังการทำแบบฝึกสูงกว่าก่อนการทำแบบฝึกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยหลังการทำแบบฝึก กับก่อน
การทำแบบฝึกไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลัง
การทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทำแบบฝึก
การคิดแบบอุปนัยมาเปรียบเทียบกัน โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent
ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและ
หลังการทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย	25	99	763	5.0363**

$$t(.01, 24) = 2.492$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย หลังการทำแบบฝึกสูงกว่าก่อนการทำแบบฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย หลังการ
ทำแบบฝึกสูงกว่าก่อนการทำแบบฝึก ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่อง
ในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับ
แบบอุปนัย

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนความคล่องในการคิด
ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ภายหลังจากฝึกมาเปรียบเทียบกันเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการ
ทางสถิติแบบ **t-test Independent** ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าสถิติพื้นฐาน และค่า t ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย และกลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย ภายหลังการฝึกการคิด โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย (26 คน)		กลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย (25 คน)		t
	$\bar{X}$	s^2	$\bar{X}$	s^2	
ความคล่องในการคิด	8.423	7.614	7.56	4.757	1.236
ความคิดยืดหยุ่น	7.923	7.754	6.88	3.277	1.579
ความคิดริเริ่ม	1.039	0.839	0.84	0.557	0.847

$$t(.05, 49) = 2.009$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 ปรากฏว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ภายหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัยและกลุ่มที่ฝึกคิดแบบอุปนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ของทั้งสองกลุ่ม ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 3

หาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มาหา
ความสัมพันธ์กัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ **Pearson Product-moment Correlation
Coefficient** ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ภายหลังการฝึกการคิดทั้งสองกลุ่ม

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	r	t
ความคล่องในการคิดกับความคิดยืดหยุ่น	0.9438	19.9848**
ความคล่องในการคิดกับความคิดริเริ่ม	0.4399	3.4289**
ความคิดยืดหยุ่นกับความคิดริเริ่ม	0.4529	3.5568**

$t(.01, 49) = 2.678$ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 ปรากฏว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ นักเรียนที่มีความคล่องในการคิดสูงจะมีความคิด
ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสูงตามไปด้วย ซึ่งมีความสัมพันธ์กันจริง จะเห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์ระหว่างด้านความคล่องในการคิดกับความคิดยืดหยุ่นมีค่า 0.9438 ซึ่งมีความสัมพันธ์
กันทางบวกในระดับสูงมาก ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างด้านความคล่องในการคิด กับ

ความถี่เริ่ม และความถี่หยุดกับความถี่เริ่ม มีค่า 0.4399 และ 0.4529 ตามลำดับ
ซึ่งมีความสัมพันธ์กันทางบวกอยู่ในระดับปานกลาง

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ซึ่งสรุปขั้นตอนและผลการวิจัยได้ดังนี้

จุดมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบนิรนัย กับฝึกการคิดแบบอุปนัย
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการฝึก กับหลังการฝึกการคิดแบบนิรนัย
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการฝึก กับหลังการฝึกการคิดแบบอุปนัย
4. เพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบนิรนัยกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดแบบอุปนัย
5. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิดสูงกว่าก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิดสูงกว่า ก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

4. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย แตกต่างกัน

5. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 51 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรนักเรียน 80 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 26 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบฝึกการคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2 แบบ คือ
 - 1.1 แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ
 - 1.2 แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ
2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า 76.92 % และมีค่าความเชื่อมั่น 0.6088

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 50 นาที รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการอธิบายคำชี้แจง

2. ทำการทดลองโดยการนำแบบฝึกการคิดทั้งสองแบบไปให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำ ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 10 คาบ คาบละ 50 นาที
3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม โดยใช้เวลา 50 นาที เช่นกัน
4. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนเพื่อการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมุติฐาน คือ

- 2.1 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1 และข้อ 4 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ

t-test Independent

- 2.2 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 2 และข้อ 3 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ

t-test Dependent

- 2.3 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 5 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ

Pearson Product-moment Correlation Coefficient

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิดสูงกว่าก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการทำแบบฝึกการคิดสูงกว่าก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

1. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะสาเหตุต่อไปนี้

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังจากทำแบบฝึกการคิดแล้วทั้งสองกลุ่มพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ทั้งสองกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้ง 2 แบบ อันเนื่องมาจากแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นวิธีการคิดที่ใช้เหตุผล โดยการนำกฎ หลักการ หรือทฤษฎีที่กำหนดให้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และแยกย่อยออกเป็นความจริงปลีกย่อยที่ยังไม่รู้ ทำให้ได้ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นมา ซึ่งเป็นการสอดคล้องกับ วิจิตรรา การกลาง (2531 : 36 - 37) ที่กล่าวถึงการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยว่า เป็นการใช้เหตุผลโดยนำข้อสรุปในทางทฤษฎีมาพัฒนาแล้วแยกย่อยออกไปเป็นข้อสมมุติฐาน ซึ่งทำให้ผู้ที่ใช้วิธีคิดแบบนิรนัยนี้เกิดทักษะในการสังเกต และทักษะในการตั้งสมมุติฐาน ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ตามที่ วราภรณ์ รักวิจัย (2525 : 26) กล่าวว่าคนที่มีความคิดสร้างสรรค์มักจะชอบตั้งสมมุติฐานในการทำงานของตนเองด้วยความพอใจ ส่วนแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการคิดจากข้อเท็จจริงปลีกย่อย หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต การทดลอง แล้วสรุปไปยังส่วนรวมกลายเป็นหลักการ กฎ ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา ซึ่งอาจทำให้ค้นพบกฎ หรือทฤษฎี

ใหม่ ๆ ที่คนอื่นยังไม่เคยค้นพบมาก่อน ก็จะกลายเป็นความคิดริเริ่มขึ้นมา ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ เป็นการสอดคล้องกับทฤษฎีของ อมร โสภณวิเศษวงศ์ (2518 : 184) ที่ว่าการคิดแบบอุปนัยจะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น ดังนั้นทั้งแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย สามารถที่จะนำมาฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ทำให้เป็นข้อสังเกตว่าแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิดสูงกว่าก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะสาเหตุต่อไปนี้

จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ฝึกคิดแบบนิรนัย ภายหลังการฝึกมีค่ามากกว่าก่อนการฝึกแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีค่าสูงขึ้น เมื่อนักเรียนได้ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยชุดนี้แล้ว ดังนั้นแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยจึงมีแนวโน้มที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ แต่อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบอื่น ๆ หลายประการที่ทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ได้แก่ จากเป้าหมายหลักในการพัฒนาคุณภาพนักศึกษา อาชีวศึกษา (บรรจง ฟูสกุลชาติ. 2530 : 34 - 39) คือ 1. มีทักษะเยี่ยม 2. เปี่ยมคุณธรรม 3. ล้ำเลิศวิชา 4. ใช้เวลาให้เกิดคุณ โดยเน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนทำมากกว่าการเรียนรู้ จึงได้นำเอาทักษะขั้นไว้เป็นข้อแรกของเป้าหมายหลัก ซึ่งทักษะเยี่ยม หมายถึงมีฝีมือเยี่ยมนั่นเอง ทำให้นักเรียนสนใจในวิชาทางปฏิบัติมากกว่าทางทฤษฎี เป็นการสอดคล้องกับ ผู้บริหารสถานศึกษาของกรมอาชีวศึกษา (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2528 : 33) ได้ให้ความเห็นว่านักเรียนที่สำเร็จหลักสูตร ปวช. 2524 มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองน้อยมาก ซึ่งเป็นลักษณะของนักเรียน

อาชีวศึกษา ก็จะเห็นได้จากข้อสังเกตที่ว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ก่อนการทำแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 1.23 และหลังการทำแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ย 1.04 พบว่าหลังจากทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยแล้วค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านความคิดริเริ่มมีค่าลดลง อาจเป็นได้ว่าเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทำแบบฝึกการคิดแล้ว นักเรียนอาจจะไปคุยกันถึงเรื่องแบบทดสอบที่ทำไปแล้ว ดังนั้นเมื่อนำแบบทดสอบชุดเดิมไปให้นักเรียนทำอีกครั้งหลังจากทำแบบฝึกการคิดแล้ว ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำตอบในลักษณะที่เหมือนกันซ้ำ ๆ กัน จึงไม่ค่อยจะมีคำตอบที่แปลกใหม่ มีผลทำให้คะแนนความคิดริเริ่มลดลง

สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 จะมีอายุอยู่ในช่วง 17 ปีขึ้นไป ทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างจะเห็นได้ไม่ชัดเจน ซึ่ง สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 47) ก็ได้พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะลดลงในช่วงอายุ 12 ปี และหลังจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งถึงอายุ 15 ปี

3. จากผลการวิจัยที่พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิดสูงกว่าก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ข้อค้นพบนี้แสดงว่าแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังนี้

3.1 แบบฝึกการคิดแบบอุปนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะประกอบไปด้วยรูปภาพ สัญลักษณ์ อุปกรณ์ และคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองเองเป็นบางส่วน และให้สังเกตจากผลการสาธิตเป็นบางส่วน จึงเป็นสิ่งที่เราที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการทำแบบฝึกมากขึ้น และนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การทดลอง เป็นต้น ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ความจริง รวมทั้งใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วย อันสืบเนื่องไปสู่การทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ประทุม ทองพูน (2521 : 47 - 48) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หลักสูตรพุทธศักราช 2503 และผลการวิจัยของ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

3.2 แบบฝึกการคิดแบบอุปนัยเป็นการฝึกคิดที่เกิดจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วพยายามหากฎเกณฑ์สรุปเป็นกฎกว้าง ๆ ที่พยายามเชื่อมโยงความคิดหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กันกลายเป็นรูปของส่วนรวม ซึ่ง อมร โสภณวิเชษฐวงศ์ (2518 : 184) ได้สรุปว่าการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัยจะก่อให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอดคล้องกับ วอลเลซ และโคแกน (Wallace and Kogan. 1963 : 13 - 20) ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึงความคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ได้ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือคนที่สามารถคิดได้หลายอย่างสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ และ ฮัทชินสัน (Hutchinson. 1949 : 42 - 44) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจจะใช้เวลาคิดอันรวดเร็วหรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น และลำดับขั้นของการคิด ดังนั้นแบบฝึกการคิดแบบอุปนัยจึงมีผลทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้

4. จากผลการวิจัยที่พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้นั้น อาจเป็นเพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

สืบเนื่องมาจากข้อ 1 ที่พบว่านักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้น ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นผลรวมมาจากคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนองค์ประกอบของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น

และความคิดริเริ่ม เมื่อนำค่าเฉลี่ยคะแนนในแต่ละด้านขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกันทั้งสองกลุ่ม ผลก็ปรากฏเหมือนเดิม คือนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้จึงเป็นสาเหตุเดียวกันกับข้อ 1

5. จากผลการวิจัยที่พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อาจจะเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน จะเห็นได้ว่าความคล่องในการคิดเป็นการคิดหาคำตอบของปัญหาให้ได้ปริมาณมากในเวลาอันจำกัด ซึ่งการคิดด้านนี้จะต้องขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ด้านความคิดยืดหยุ่นเป็นการคิดหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง หรือหลายจำพวก จากคำตอบที่มีอยู่ ส่วนความคิดริเริ่มเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม แสดงว่านักเรียนที่ได้คะแนนความคล่องในการคิดมาก โอกาสที่จะได้คะแนนความคิดยืดหยุ่นก็มีมากด้วย เพราะคำตอบที่ได้ อาจจะมีหลายแนว หรือหลายประเภท ตามความรู้และประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยประสบพบเห็นมาแล้ว และโอกาสของคำตอบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับใครก็มีมากตามไปด้วย ดังนั้นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการสร้างแบบฝึกการคิดเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรจะนำอุปกรณ์ แผนภูมิ รูปภาพ ที่นักเรียนสนใจมาใช้ประกอบในแบบฝึกด้วย เพื่อเป็นสิ่งที่เร้าทำให้นักเรียนอยากจะทำแบบฝึกได้มากที่สุด และนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ทักษะพร้อมกัน เพราะจากผลการวิจัยที่พบว่า แบบฝึกการคิดแบบอุปนัยส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และถ้าในแบบฝึกการคิด

มีการยกตัวอย่างมาก ๆ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางด้านความรู้มากขึ้น จะเป็นผลทำให้เกิดความคล่องในการคิดมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนด้านความคิดยืดหยุ่น ควรจะมีการหาเกณฑ์ที่แน่นอน และชัดเจนในการจัดประเภทคำตอบไว้ล่วงหน้าก่อน เพื่อที่จะทำให้ได้คะแนนความคิดยืดหยุ่นจริง ๆ

1.3 ควรมีการวางแผนไว้ในระหว่างการทดลองว่าจะมีผลต่อคะแนน หรือผลต่อเวลาเรียนของนักเรียน เพื่อเป็นแรงจูงใจในการให้นักเรียนตั้งใจทำแบบฝึกการคิดอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง เพราะว่าผู้วิจัยได้ประสบปัญหาในเรื่องการขาดเรียนของนักเรียน ทำให้จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการทดลองมีไม่ครบตามที่กำหนดไว้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย กับนักเรียนแผนกวิชาอื่น ๆ เช่น แผนกวิชาช่างไฟฟ้า แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย กับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน

2.3 ควรมีการศึกษาผลของการใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย และแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย กับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสนใจในการทำแบบฝึก เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กิริติ บุญเจือ. วิธีการศึกษาทั่วไปแบบบูรณาการ เล่มต้น : มนุษย์รู้อย่างไร. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

เกียรติวรรณ อมาตยกุล. "การศึกษานีโอฮิวแมนนิสต์ และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก."

วารสารเศรษฐศาสตร์. 14(3) : 26 - 45 ; มกราคม - มีนาคม 2529.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. การแก้ปัญหาโดยวิธี

การทางวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนรู้การสอนหน่วยที่ 5. ทบวงมหาวิทยาลัย, 2523.

จรรยา สุวรรณทัต. เอกสารประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมการวิจัยขั้นสูงทาง

พฤติกรรมศาสตร์. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์. : 4 - 5 ; เมษายน 2524.

ฉันทนา ภาคบงกช. สอนให้เด็กคิด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ชาญชัย ลวิตรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสตร์. การพัฒนาคู่มือ. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินิพนธ์ กศ.ค.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

_____. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :

โอเคียนส์ไตร์, 2527.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล, 2527.

โชติ เพชรชื่น. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนวิชาชีพ

ต่างกัน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร,

2514. อัดสำเนา.

เชาวนา ยุทธสุริยพันธุ์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับ

ประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ระหว่างโรงเรียนสาธิตและโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ.

ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.

อัดสำเนา.

ณรงค์ พ่วงศรี. การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

ทัศนีย์ บุญเติม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์." วิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 - 33 ; มกราคม 2526.

ทัศนีย์ พฤษชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.

นางนุช วรรณวาทะ. ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514. อัดสำเนา.

นารินทร์ รักวิจิตรกุล. "รูปแบบการคิดของนักศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็คเสร็จ ระดับ 3 - 4." การศึกษานอกโรงเรียน. 23(132) : 31 - 33 ; มิถุนายน - กรกฎาคม 2529.

นิตยา กิจโร. การศึกษามูลค่าการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษาวิทยาเขตบึงพระพิมุขมหาเมฆ กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

นิตยา ฤทธิ์โยธี. การทำและ การใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.

นิพนธ์ ทวีกาญจน์. "จินตนาการ : บ่อเกิดของความคิดสร้างสรรค์ในงานศิลปะ." คุรุปริทัศน์. 11 : 69 - 71 ; ธันวาคม 2529.

บรรจง ชูสกุลชาติ. คุรุปริทัศน์. 12 : 34 - 35 ; สิงหาคม 2530.

บุญลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์." มิตรครู. : 53 ; เมษายน 2521.

บุญสม ครุฑหา. การสร้างแบบวิธีการ"คิดเป็น". วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักสำเนา.

ประคิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อักสำเนา.

ประทุม ทองพูน. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ หลักสูตร 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อักสำเนา.

ประยูร อาษานาม. "ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา."

วารสารศึกษาศาสตร์. 7(1) : 18 ; ตุลาคม 2525. - มกราคม 2526.

ประสาธ อิศรปริดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิเคอาร์ท, 2523.

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2530.

พรพิมล สกุลดู. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับพุทธิปัญญา และรูปแบบการคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักสำเนา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.

พินิจ ศรีจันทร์ดี. "ความคิดสร้างสรรค์กับการสอน." วารสารรามคำแหงศึกษาศาสตร์ เล่ม 2.

8(12) : 109 - 113 ; 2525.

ไพบุลย์ เทวรักษ์. จิตวิทยา. ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

มาลี ชุมเพ็ญ. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด เชาวน์ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. อัดสำเนา.

เขาวพา เกษะคุปต์. "การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์." ประชาศึกษา. 31(6) : 17 ;

มกราคม 2523.

วรนาถ พ่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการ
ประเมินผลกับไม่ประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วรารณ รักวิชัย. กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน เอกสารประกอบการสอนวิชา

กร. 531. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

วิจิตรา การกลาง. "รูปแบบของการสอนแบบอุปนัยและแบบนิรนัย." วิจัยสนเทศ. 8(8) :

30 - 38 ; มกราคม 2531.

วิชัย วงษ์ใหญ่. เอกสารประกอบการเรียนกิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

วิเชียร อธิโนบุญวัฒน์. "ภาษาไทยกับความคิดสร้างสรรค์." มิตรครู. 27(3) : 53 - 54 ;

กุมภาพันธ์ 2528.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับการสอนเรื่องวลีในภาษาไทย สำหรับระดับประกาศนียบัตร
วิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

อัดสำเนา.

ศิริอร ไข่อู่อิรัตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกระดมพลังสมอง

และแบบฝึกกรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- สมจิต สวณไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- _____. สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- สายสมร ทองคำ. กระบวนการสอนเพื่อสร้างลักษณะการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528. อัดสำเนา.
- สุจริต เพียรชอบ และสายใจ อินทร์พรหม. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- สุชา จันทรเฒ. จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โอเคียนส์โคร์, ม.ป.ป.
- สุดสวาท ชันธุล. ผลการสอนใจหายปัญหา 2 วิธีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- สุภาพ วาเคเชียน. มาตรการและประเมินผลพฤติกรรม. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- สุมาลี กาญจนชาตรี. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.
- สุวรรณ เพชรนิล. ตรรกวิทยาอุปนัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2520.
- สุวิทย์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.
- สุวิมล ชอบทำกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

ไสว เลี่ยมแก้ว. ความคิดสร้างสรรค์และความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 7. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร,
2514. อักสำเนา.

หน่วยศึกษานิเทศก์, สำนักงาน. รายงานการประเมินผลหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2524 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ, 2528.

อมร โสภณวิเศษฐานต์. ตรรกวิทยา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2518.
อนันต์ จันทรทวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี."
วิทยาการ. 7(2) : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.

อารมณ หักขิณ. เปรียบเทียบพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของเด็กก่อนวัยเรียนที่มีการเล่น
ต่างกัน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักสำเนา.

อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนาคารพิมพ์, 2527.

อารี สันทรวี. "วิธีสอนแบบสร้างสรรค์." พุ่มทางวิชาการ. กรมสามัญศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ, 2510.

Cicirelli, V.G. "Form of the Relationship Between Creativity, I.Q. and Academic Achievement," Journal of Education Psychology.
56 : p.6303 - 6308. ; 1965.

Freud, S. "The Interpretation of Dreams in A.A. Brill (Ed.)," The Basic Writing of Sigmund Freud. New York : The Modern
Library, 1938.

Getzels, J. and Philip J. Creativity and Intelligence. New York :
John Wiley and Sons, 1962.

Guilford, J.P. Intelligence, Creativity and Their Educational
Implication. 1st ed. California : Robert R. Knapp, 1968.

_____. Personality. New York : McGraw - Hill, 1959.

Hutchinson, E.D. How to Think Creativity. New York : Abingdon Press,
1949.

Lowenfeld, V. Creative and Mental Growth. New York : Macmillan
Company, 1957.

Newell, A., Shaw and J.C. Simpson. The Press of Creative Thinking.
New York : Atherton, 1963.

Rainwater, J.M. "Effects of Set on Problem Solving in Subjects of
Varying Levels of Assessed Creativity," Dissertation Abstract.
25 : p.6753 - A. ; June, 1965.

Simpson, R.W. "Creative Imagination," American Journal of Psychology.
29 : p.234 - 243. ; January, 1922.

Torrance, E.P. Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs, N.J. :
Prentice - Hall, Inc., 1962.

Wallach, M.A. and N. Kogan. Modes of Thinking in Young Children.
Holt, Rinechart and Winston, Inc., 1963.

Westcott, A.M. and J. Smith. A Creative Teaching of Mathematics in
the Elementary School. Boston : Allyn and Bacon, Inc., 1967.

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และการวิเคราะห์แบบทดสอบ

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำในการตอบแบบทดสอบ

1. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้าตอบได้มากวิธี ตอบได้แปลกกว่าคนอื่น หรือตอบในสิ่งที่คนอื่น
 คิดไม่ถึง โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับแนวคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล
2. ผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชา
 วิทยาศาสตร์
3. คำตอบทุกคำตอบจะไม่มีผิด แต่คำตอบที่จะได้คะแนนจะต้องเป็นคำตอบที่มีเหตุผลทาง
 วิทยาศาสตร์เท่านั้น
4. ให้ทำในแบบทดสอบนี้ทุกข้อ แบบทดสอบแต่ละข้อใช้เวลาทำข้อละ 10 นาที

1. "นักคิดคน"

ให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่จะทราบความสูงของตึกเรียน (ใช้อุปกรณ์อื่นช่วยได้)

คำตอบ วิธีที่ 1.....

၂၆၂ ၂.....

၇၈ 3.....

วันที่ 4

วันที่ 5.....

วันที่ 6

วิธีที่ 7.....

๖๖๖ 8.....

757 9.....

267 10.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. "นักทดลอง"

ถ้านักเรียนเป็นนักทดลอง และคิดว่าสามารถที่จะนำอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา (ซึ่งประกอบด้วยก๊าซชนิดต่าง ๆ) ไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์, อุตสาหกรรม, เทคโนโลยีและอื่น ๆ นักเรียนจะนำเอาอากาศไปทดลองเกี่ยวกับเรื่องอะไรได้บ้าง พร้อมทั้งออกแบบการทดลอง ที่คิดว่าเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล

- คำตอบ
1. เรื่อง.....
 วิธีการทดลอง.....

 2. เรื่อง.....
 วิธีการทดลอง.....

 3. เรื่อง.....
 วิธีการทดลอง.....

 4. เรื่อง.....
 วิธีการทดลอง.....

 5. เรื่อง.....
 วิธีการทดลอง.....

วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านการศึกษา และการศึกษาวิทยาศาสตร์ พิจารณาความเป็นไปได้ของแบบทดสอบ โดยที่
10 ท่าน ให้ความเห็นว่าแบบทดสอบชุดนี้สามารถใช้เป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ได้ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดจำนวน 13 ท่าน ดังนั้น แบบทดสอบชุดนี้จึงมีความ
เที่ยงตรงเฉพาะหน้าคิดเป็นร้อยละ 76.92

ตาราง 8 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ คน	1	2	3	P _i
1	4	2	3	9
2	5	3	4	12
3	5	0	2	7
4	3	4	2	9
5	6	2	5	13
6	10	4	7	21
7	5	5	3	13
8	3	2	0	5
9	4	0	2	6
10	5	2	3	10
11	7	2	4	13
12	6	0	2	8
13	6	5	5	16
14	2	0	3	5
15	5	2	3	10
16	9	3	4	16
17	6	0	3	9
18	4	3	2	9
19	4	2	2	8
20	2	3	2	7
21	2	2	2	6
22	2	0	2	4
23	4	5	0	9
24	8	2	5	15
25	2	0	4	6
26	6	2	2	10

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อ คนท	1	2	3	P_i
27	4	7	3	14
28	3	5	3	11
29	3	2	2	11
30	4	2	2	8
31	4	4	3	11
32	2	2	0	4
33	4	0	2	6
34	4	2	5	11
35	4	0	2	6
36	9	3	4	16
37	4	2	3	9
38	2	2	2	6
39	4	2	2	8
40	8	4	4	16
41	6	8	4	18
42	8	2	3	13
43	6	2	2	10
44	10	4	3	17
45	4	2	2	8
46	8	4	4	16
47	2	2	0	4
48	8	3	4	15
49	8	2	3	13
50	6	2	2	10
T.	250	123	140	513

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้
สูตรของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure)

$$SS_T = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{kn}$$

$$= 4^2 + 5^2 + 5^2 + \dots + 2^2 - \frac{(513)^2}{3 \times 50} = 686.54$$

$$SS_B = \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T_{..}^2}{kn}$$

$$= \frac{9^2 + 12^2 + 7^2 + \dots + 10^2}{3} - \frac{(513)^2}{3 \times 50} = 278.54$$

$$SS_W = \frac{\sum T_{.j}^2}{n} - \frac{T_{..}^2}{kn}$$

$$= \frac{(250)^2 + (123)^2 + (140)^2}{50} - \frac{(513)^2}{3 \times 50} = 190.12$$

$$SS_E = SS_T - SS_B - SS_W$$

$$= 686.54 - 278.54 - 190.12 = 217.88$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{217.88}{(3-1)(50-1)} = 2.2233$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B} = \frac{278.54}{(50-1)} = 5.6845$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_B} = 1 - \frac{2.2233}{5.6845} = 0.6088$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น .6088

ภาคผนวก ข

แบบฝึกการคิด และคะแนนจากแบบทดสอบ

คู่มือการใช้แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย

ก่อนให้นักเรียนลงมือทำ ครูจะต้องอธิบายกฎ หลักการ และความรู้ที่มีอยู่ในแบบฝึก
ให้นักเรียนฟัง และเข้าใจเสียก่อน แล้วจึงให้นักเรียนลงมือทำ ใช้เวลาชุดละ 2 คาบ
คาบละ 50 นาที (รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายด้วย) ซึ่งแบบฝึกการคิดแบบนิรนัยนี้มีทั้งหมด
5 ชุด ชุดละ 6 ข้อ รวม 30 ข้อ

แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย ชุดที่ 1

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากกฎ ทฤษฎี หลักการ และความรู้ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ
 ข้อความ หรือสัญลักษณ์ ให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต และกระบวนการคิด เพื่อ
 ตอบคำถามให้ได้ใจความที่สมบูรณ์

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มี 3 ข้อ คือ

กฎข้อที่ 1 เรียกว่ากฎแห่งความเฉื่อย กล่าวว่า วัตถุจะรักษาสถานะอยู่นิ่งหรือสถานะเคลื่อนที่
 อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรงเดิมไว้ เว้นแต่จะมีแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำไม่เป็นศูนย์
 มากกระทำ

กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า ถ้ามีแรงลัพธ์มากกระทำบนวัตถุหนึ่ง ย่อมก่อให้เกิดความเร่งในทิศทางของ
 แรงนั้น ความเร่งที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงลัพธ์ และเป็นสัดส่วนผกผันกับ
 มวลของวัตถุนั้น สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ : $F = ma$

กฎข้อที่ 3 กล่าวว่า ทุก ๆ แรงกิริยา จะต้องมีความปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน และมีทิศทาง
 ตรงข้ามเสมอ

1. จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ ดังนี้

1.1 ขณะที่นักเรียนนั่งในรถที่เคลื่อนที่ในทางตรง นักเรียนจะมีความเร็วในการ
 เคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ตอบ.....

1.2 เมื่อนักเรียนนั่งไปในรถที่เคลื่อนที่ในทางตรง คนขับเหยียบเบรคให้รถหยุดในทันที
 จะเกิดอะไรขึ้นกับนักเรียนบ้าง

ตอบ.....

- 1.3 จากคำตอบในข้อ 1.2 ให้นักเรียนหาเหตุผลว่าเป็นเพราะอะไรจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนั้น

ตอบ.....

- 1.4 นักเรียนใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่เท่าไรในการตอบคำถามข้อ 1.1 – 1.3

ตอบ.....

2. เมื่อนักเรียนนั่งรถมาถึงทางแยก ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ

- 2.1 เมื่อรถเลี้ยวโค้งไปทางขวา นักเรียนรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

- 2.2 จากคำตอบในข้อ 2.1 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 2.3 ถ้ารถเลี้ยวซ้ายนักเรียนรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

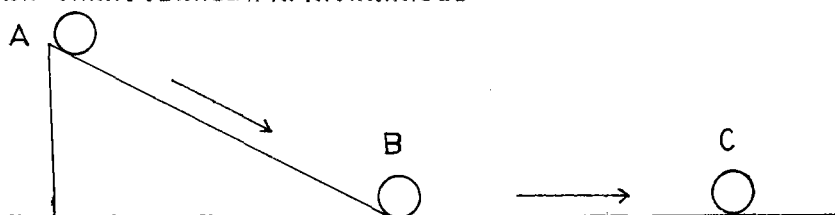
- 2.4 จากคำตอบข้อ 2.3 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 2.5 จากสถานการณ์ในข้อ 2 นี้ สามารถอธิบายโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด

ตอบ.....

3. จากรูปที่กำหนด ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ



- 3.1 วัตถุกลิ้งจาก A → B ด้วยแรงอะไร และมีลักษณะเช่นไร

ตอบ.....

- 3.2 ขณะที่วัตถุกลิ้งจาก A → B ความเร็วจะเป็นอย่างไร

ตอบ.....

- 3.3 วัตถุกลิ้งจาก B → C ใต้อิทธิพลอย่างไร

ตอบ.....

3.4 จากข้อ 3.3 วัตถุมีความเร็วเป็นอย่างไร ถ้าพื้นลื่นมากจนไม่มีความฝืดเลย

ตอบ.....

3.5 จากสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพในข้อนี้สามารถอธิบายโดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใด

ตอบ.....

4. จากงานการแข่งขันกระโดดร่ม จะมีทั้งการดึงพสุธา และการกระโดดร่มธรรมดาให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 การดึงพสุธา เครื่องบินจะต้องบินขึ้นสูงกว่าการกระโดดร่มธรรมดาเป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

4.2 เมื่อนักดึงพสุธากระโดดลงมาถึงความสูงระดับหนึ่ง เขาจะต้องกระตุกร่มให้กางออกเพื่ออะไร

ตอบ.....

4.3 ถ้าการดึงพสุธา เครื่องบินอยู่ในระดับเดียวกับที่ใช้ในการกระโดดร่มธรรมดาจะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

4.4 ให้นักเรียนเปรียบเทียบระหว่างการดึงพสุธา กับการกระโดดร่มธรรมดา ว่าแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ตอบ.....

.....

.....

5. ในการแข่งรถมอเตอร์ไซด์ นักขี่มอเตอร์ไซด์จะต้องขี่ด้วยความเร็วสูง ให้นักเรียนนำกฎที่กล่าวมาใช้ในการตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 ในขณะที่รถเลี้ยวโค้งนักแข่งจะต้องทำอย่างไร เพื่อไม่ให้รถออกนอกโค้ง

ตอบ.....

5.2 ในสนามแข่งขันโดยทั่วไป นักเรียนจะเห็นว่าเวลาเข้าโค้ง นักแข่งจะต้องเอียงตัวเพื่อให้รถเอียงตามโค้ง เสมอไป เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

- 5.3 ถ้านักแข่งไม่เอียงตัวและรถ ขณะเข้าโค้ง นักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีการอื่นใดบ้าง
ที่ไม่ให้รถออกนอกโค้งไป

ตอบ.....

- 5.4 สนามแข่งขันที่มีความโค้งมาก กับที่มีความโค้งน้อย จะมีผลต่างกันอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

- 5.5 ดังนั้นนักเรียนคิดว่า จากข้อ 5.1-5.4 สามารถนำไปอธิบายการสร้างถนนที่เป็น
ทางโค้งได้อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....

6. นักเรียนจะนำหลักการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ในการอธิบายการสร้างสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ
หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ในแต่ละข้อได้อย่างไร

- 6.1 ในการหลอกล่อขบวนรถ จะต้องทำเป็นดอกหรือลวดลายต่าง ๆ มากมายเพราะอะไร

ตอบ.....

- 6.2 ในการประชันรถแข่งที่ต้องการให้วิ่งได้เร็วขึ้น ควรจะมีหลักการอย่างไร

ตอบ.....

- 6.3 ในการสร้างถนนทางโค้ง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยที่สุดจะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....

- 6.4 การใช้รถในระบบเครื่องกลต่าง ๆ เพื่ออะไร

ตอบ.....

- 6.5 ทำไมจึงต้องฝึกการตีลูกเทนนิสเข้าข้างฝา แทนที่จะเป็นการตีลูกเทนนิสขึ้นข้างบน
ในแนวดิ่ง

ตอบ.....

.....

.....

แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย ชุดที่ 2

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากกฎ หกขกฎ หลักการ และความรู้ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ ให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต และกระบวนการคิด เพื่อตอบคำถามให้ได้ใจความที่สมบูรณ์

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มี 3 ข้อ คือ

กฎข้อที่ 1 เรียกว่ากฎแห่งความเฉื่อย กล่าวว่า วัตถุจะรักษาสภาวะอยู่นิ่งหรือสภาวะเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรงเดิมไว้ เว้นแต่จะมีแรงลัพธ์ภายนอกที่กระทำไม่เป็นศูนย์มากระทำ

กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า ถ้ามีแรงลัพธ์มากระทำบนวัตถุหนึ่ง ย่อมก่อให้เกิดความเร่งในทิศทางของแรงนั้น ความเร่งที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงลัพธ์ และเป็นสัดส่วนผกผันกับมวลของวัตถุนั้น สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ : $F = ma$

กฎข้อที่ 3 กล่าวว่า ทุก ๆ แรงกิริยา จะต้องมีความปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงข้ามเสมอ

โมเมนตัม เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทิศทางตามทิศของความเร็ว สามารถหาค่าของโมเมนตัมได้จากสูตร

$$\text{โมเมนตัมของวัตถุ} = \text{มวลของวัตถุ} \times \text{ความเร็วของวัตถุ}$$

แรงดล คือแรงที่กระทำในช่วงเวลาสั้น ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า แรงดล เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุนั้น ทั้งขนาดและทิศทาง

การดล คือการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{แรง} \times \text{เวลาที่กระทำในช่วงสั้น} = \text{มวล} \times \text{ผลต่างของความเร็วต้นกับความเร็วปลาย}$$

7. ให้นักเรียนใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมาตอบคำถามในแต่ละข้อ

7.1 ขณะที่โต๊ะอยู่กับที่ โต๊ะมีขนาดความเร็วเป็นเท่าไร

ตอบ.....

7.2 เมื่อออกแรงผลักโต๊ะไปทางขวามือให้เกิดการเคลื่อนที่ โต๊ะมีขนาดความเร็วเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับขณะอยู่กับที่

ตอบ.....

7.3 นักเรียนหาค่ามวลของโต๊ะได้หรือไม่ และจะหาได้โดยวิธีใด

ตอบ.....

7.4 โมเมนตัมของโต๊ะหาได้จาก ผลคูณระหว่างมวลของโต๊ะกับความเร็วในการเคลื่อนที่ ดังนั้น จากข้อ 7.1 โมเมนตัมของโต๊ะขณะอยู่กับที่เป็นเท่าไร

ตอบ.....

7.5 จากข้อ 7.2 โมเมนตัมของโต๊ะมีหรือไม่ หราบได้อย่างไร

ตอบ.....

7.6 จากคำตอบในข้อ 7.4 และ 7.5 โมเมนตัมของโต๊ะแตกต่างกันเพราะอะไร

ตอบ.....

8. จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

8.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าของอะไรบ้าง

ตอบ.....

8.2 การที่วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ จะต้องมีความเร่งอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

8.3 ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ไป อัตราส่วนระหว่างระยะทางกับเวลาที่ใช้เรียกว่าอะไร

ตอบ.....

8.4 แรงที่กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า "แรงคล" ดังนั้นแรงคลของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

ตอบ.....

8.5 การกระทบพื้นของลูกบอลที่ใช้ช่วงเวลาสั้นกับใช้ช่วงเวลานาน จะแตกต่างกัน
อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

8.6 ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่มีความเร็ว แสดงว่าวัตถุมีโมเมนตัม ดังนั้นถ้าความเร็วของวัตถุ
เปลี่ยนไป โมเมนตัมของวัตถุจะเป็นอย่างไร

ตอบ.....

9. จากหลักของโมเมนตัม ให้ตอบคำถามแต่ละข้อข้างล่างนี้

9.1 ในการตำน่ำพริก โดยให้ไม้ตีพริกมีความเร็วสูง กับความเร็วต่ำ จะได้ผลต่างกัน
อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

9.2 การตีทำให้ไม้ตีพริกมีความเร็วสูง จะต้องยกไม้ตีพริกขึ้นสูงหรือต่ำ

ตอบ.....

9.3 ในการยกไม้ตีพริกขึ้นสูง กับการยกต่ำ อย่างไหนออกแรงมากกว่ากัน เพราะอะไร

ตอบ.....

.....

9.4 ดังนั้น ถ้านักเรียนต้องการออกแรงน้อย ๆ ในการตำน่ำพริกควรจะทำอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....

10. ในการเล่นยิมนาสติก นักเรียนจะใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและหลักการของแรงคล
ไปตอบคำถามในแต่ละข้อได้อย่างไร

10.1 ในการเล่นบาร์เดี่ยว นักยิมนาสติกสามารถตีลังกาหนึ่งอยู่บนบาร์เดี่ยวได้อย่างไร

ตอบ.....

10.2 ในการกระโดดลงมาน้อยอยู่กับพื้นเพื่อไม่ให้หัวเข่าและข้อเท้าได้รับอันตราย
จะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....

10.3 จากคำตอบในข้อ 10.2 จะเกิดแรงกระแทกกับพื้นมากหรือน้อย

ตอบ.....

10.4 จากข้อ 10.3 นักเรียนนำหลักของแรงคลมาใช้อธิบายได้อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

11. จากสถานการณ์ในข้อ 10 นักเรียนสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ในแต่ละข้อข้างล่างนี้ได้อย่างไรบ้าง

11.1 นักเรียนนั่งในรถที่ติดระบบไฮโดรลิก (โซคัพ) กับนั่งในรถที่ไม่ได้ติดระบบไฮโดรลิก แตกต่างกันอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....

11.2 ในเครื่องบินจะต้องมีการติดระบบไฮโดรลิกไว้เพื่ออะไร

ตอบ.....

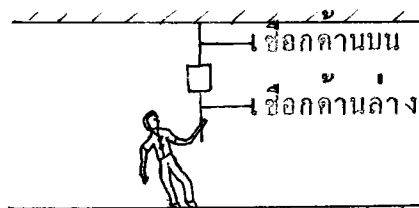
11.3 จากคำตอบในข้อ 11.2 สามารถใช้หลักของแรงคล มาอธิบายได้อย่างไรบ้าง

ตอบ.....

11.4 ถ้านักเรียนใส่ระบบไฮโดรลิกไว้ที่กันชนของรถยนต์ผลจะเป็นอย่างไรเมื่อเกิดชนกันขึ้น

ตอบ.....

12. จากรูปข้างล่างให้นักเรียนใช้หลักของแรงคลและหลักของโมเมนต์มาอธิบายในคำถามแต่ละข้อ



12.1 ถ้านักเรียนออกแรงดึงเชือกที่ปลายด้านล่างช้าๆ นักเรียนคิดว่าเชือกด้านบนหรือด้านล่างจะขาด

ตอบ.....

12.2 จากคำตอบข้อ 12.1 เป็นเพราะสาเหตุใด

ตอบ.....

12.3 ถ้านักเรียนออกแรงดึงปลายเชือกด้านล่างเร็ว ๆ (แบบกระตุก) นักเรียนคิดว่าเชือกด้านบนหรือด้านล่างจะขาด

ตอบ.....

12.4 จากคำตอบข้อ 12.3 เป็นเพราะสาเหตุใด

ตอบ.....

แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย ชุดที่ 3

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากกฎ ทฤษฎี หลักการ และความรู้ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ ให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต และกระบวนการคิด เพื่อตอบคำถามให้ได้ใจความที่สมบูรณ์

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มี 3 ข้อ คือ

กฎข้อที่ 1 เรียกว่ากฎแห่งความเฉื่อย กล่าวว่า วัตถุจะรักษาสภาวะอยู่นิ่งหรือสภาวะเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรงเดิมไว้ เว้นแต่จะมีแรงลัพธ์ภายนอกที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า ถ้ามีแรงลัพธ์มากระทำบนวัตถุหนึ่ง ย่อมก่อให้เกิดความเร่งในทิศทางของแรงนั้น ความเร่งที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงลัพธ์ และเป็นสัดส่วนผกผันกับมวลของวัตถุนั้น สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ : $F = ma$

กฎข้อที่ 3 กล่าวว่า ทุก ๆ แรงกิริยา จะต้องมีความปฏิกิริยาขนาดเท่ากัน และมีทิศทางตรงข้ามเสมอ

หลักความถาวรของโมเมนตัม

ในทุก ๆ อันตรกิริยาของวัตถุ ผลรวมของโมเมนตัมก่อนชน และหลังชนมีค่าเท่ากับศูนย์

13. ให้นักเรียนนำหลักความถาวรของโมเมนตัม มาใช้ในการตอบคำถามแต่ละข้อ ดังนี้

13.1 ก่อนยิงปืน ลูกปืนและกระบอกปืนมีความเร็วเป็นอย่างไร

ตอบ.....

13.2 ดังนั้น โมเมนตัมก่อนยิงปืนเป็นเท่าใด

ตอบ.....

13.3 ในขณะที่ลิ้นไถออกไป ทำให้ลูกปืน และกระบอกปืนมีทิศทางการเคลื่อนที่อย่างไร

ตอบ.....

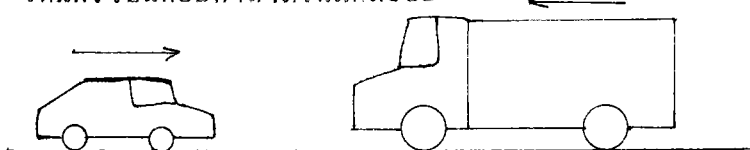
13.4 จากคำตอบในข้อ 13.3 นักเรียนคิดว่าจะใช้หลักเกณฑ์อะไรในทางกลศาสตร์ มาอธิบายการเคลื่อนที่ของลูกปืน และกระบอกปืน

ตอบ.....

13.5 โมเมนตัมหลังยิงปืนจะมากกว่า หรือน้อยกว่า หรือเท่ากับโมเมนตัมก่อนยิงปืน เพราะอะไร

ตอบ.....

14. จากรูปข้างล่าง ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ



14.1 รถเก๋งวิ่งไปทางขวา และรถบรรทุกวิ่งไปทางซ้ายบนถนนสายเดียวกันด้วยความเร็วต่างกัน ถ้ารถเก๋งใช้ความเร็วมากกว่ารถบรรทุก 2 เท่า ส่วนมวลของรถบรรทุกมากกว่ามวลของรถเก๋งเป็น 2 เท่า โมเมนตัมของรถเก๋งและรถบรรทุกเป็นเท่าไร

ตอบ.....

14.2 โมเมนตัมก่อนที่รถทั้งสองคันจะชนกันเป็นเท่าไร เพราะอะไร

ตอบ.....

14.3 ถ้ารถทั้งสองคันชนกัน ทำให้รถติดกันไป รถทั้งสองคันจะเคลื่อนที่ไปทางใด

ตอบ.....

14.4 จากคำตอบในข้อ 14.3 เป็นเพราะสาเหตุใด

ตอบ.....

15. ในการเล่นบิลเลียด นักเรียนจะนำหลักความถาวรของโมเมนตัมมาอธิบายในการตอบคำถามต่อไปนี้

15.1 ลูกบิลเลียดทุกลูกที่วางบนโต๊ะ มีโมเมนตัมเป็นเท่าไร

ตอบ.....

15.2 จากคำตอบในข้อ 15.1 เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

15.3 เมื่อยิงลูกสีขาวยังไปชนกับลูกสีแดง เพื่อให้ลูกสีแดงเคลื่อนที่ไปแล้วลูกสีขาวยุติอยู่กับที่ ลูกสีแดงจะมีโมเมนตัมเป็นอย่างไร

ตอบ.....

15.4 จากคำตอบในข้อ 15.3 เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

16. จากสถานการณ์ข้างล่าง ให้นักเรียนนำกฎ และหลักการต่าง ๆ ที่เรียนไปมาอธิบายคำถามแต่ละข้อ

16.1 ขณะที่จรวดอยู่กับที่ จะมีโมเมนตัมเป็นอย่างไร

ตอบ.....

16.2 ขณะที่จรวดจะเคลื่อนที่ จะต้องพ่นก๊าซออกทางคานซ้ายเพราะอะไร

ตอบ.....

.....

16.3 จากคำตอบในข้อ 16.2 ใช้กฎหรือหลักการอะไรบ้างมาอธิบาย

ตอบ.....

.....

16.4 โมเมนตัมของจรวด ขณะเริ่มเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ตอบ.....

16.5 จากคำตอบในข้อ 16.4 เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

17. นักเรียนสเกต 2 คน ซึ่งเป็นคนอ้วนกับคนผอม กำลังเล่นสเกตอยู่บนลานน้ำแข็ง

17.1 ถ้าคนอ้วนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง แล้วพุ่งเข้าชนคนผอมซึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ ทำให้ทั้งสองคนเคลื่อนที่ไปด้วยกัน นักเรียนคิดว่าคนผอมจะเคลื่อนที่ไปทางทิศใด

ตอบ.....

17.2 คนอ้วนจะมีความเร็วเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับยังไม่ได้เข้าชน

ตอบ.....

17.3 ถ้าหากคนอ้วนพุ่งเข้าชนคนผอมซึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ แล้วทำให้คนอ้วนหยุดนิ่งอยู่กับที่บ้าง นักเรียนคิดว่าคนผอมจะเคลื่อนที่หรือไม่อย่างไร

ตอบ.....

17.4 จากข้อ 17.3 คนผอมจะมีโมเมนตัมเป็นอย่างไร

ตอบ.....

18. เหตุการณ์เกิดขึ้นที่หน้าเจ้าพระยา ที่มีเรือลำหนึ่งจอดนิ่งอยู่ โดยที่หัวเรือหันเข้าหาหน้าน้ำ

18.1 ชายคนหนึ่งกระโดดออกจากหน้าน้ำ เพื่อที่จะลงเรือที่จอดนิ่งอยู่นั้น เรือจะเคลื่อนที่ไปทางใด

ตอบ.....

18.2 จากคำตอบในข้อ 18.1 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

18.3 ถ้าหากว่าชายคนนั้นต้องการให้เรือเคลื่อนที่ไปไกลกว่าเดิม เขาจะต้องทำอย่างไรในการกระโดด

ตอบ.....

18.4 ขณะที่ชายคนนั้นกระโดดลงเรือ เขาและเรือจะมีความเร็วเท่าไร

ตอบ.....

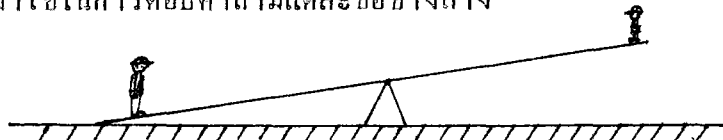
แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย ชุดที่ 4

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากกฎ ทฤษฎี หลักการ และความรู้ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ ให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต และกระบวนการคิด เพื่อตอบคำถามให้ได้ใจความที่สมบูรณ์

โมเมนต์ เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ใช้วัดขนาด และทิศทางการหมุนของวัตถุ
 ขนาดของโมเมนต์ = แรง $\times$ ระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนไปยังแนวแรง
 ทิศทางของโมเมนต์หาได้จาก กฎของสกรู
 เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ผลรวมของโมเมนต์รอบจุดใดจุดหนึ่งมีค่าเป็นศูนย์
 หรือ ขนาดของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ขนาดของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

19. ให้นักเรียนสังเกตจากภาพที่พบกับลูกชายเล่นไม้กระดานหก แล้วนำหลักการของ โมเมนต์ มาใช้ในการตอบคำถามแต่ละข้อข้างล่าง

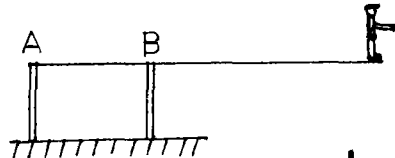


- 19.1 จากรูปถ้าให้พ่อลงจากไม้กระดาน นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
ตอบ.....
- 19.2 จากรูปถ้าให้ลูกชายลงจากไม้กระดานนักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
ตอบ.....
- 19.3 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพเป็นเพราะเหตุใด
ตอบ.....
- 19.4 ถ้าลูกชายต้องการทำให้ไม้กระดานด้านที่พ่อขึ้นลอยสูงขึ้นจากพื้นดินบ้าง ลูกชายจะมีวิธีการทำอย่างไร (บอกมาหลายวิธีได้)
ตอบ.....

- 19.5 ถ้าต้องการให้ไม้กระดานอยู่ในแนวระนาบ ไม่เอียงไปข้างใดเลย โดยที่ยังมีทั้งพ่อและลูกชายยืนอยู่บนไม้กระดานคนละข้าง นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง (บอกมาหลายวิธีได้)

ตอบ.....

20. กระดานสปริงสำหรับกระโดดน้ำดังรูป ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อข้างล่างนี้



- 20.1 ไม้กระดานจะตั้งฉากกับผิวน้ำหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 20.2 ขนาดของแรงที่กระทำต่อไม้กระดานที่จุด A กับจุด B แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

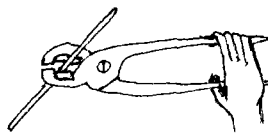
- 20.3 จากรูปนักเรียนคิดว่าแรงที่กระทำต่อไม้กระดานที่จุด A กับจุด B มีทิศทางอย่างไร

ตอบ.....

- 20.4 จากหลักการของโมเมนต์ นักเรียนคิดว่าจุดใดที่เป็นจุดหมุน

ตอบ.....

21. จากภาพ เป็นการใช้นิ้คีมตัดลวด ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ โดยใช้หลักการของโมเมนต์



- 21.1 จุดหมุนของคีมตัดลวดอยู่ที่ใด

ตอบ.....

- 21.2 ถ้าออกแรงบีบตามคีมเพื่อให้ตัดลวดขาดพอดี จะต้องออกแรงมากกว่าหรือน้อยกว่าแรงที่ลวดกระทำกับคีม

ตอบ.....

21.3 จากคำตอบในข้อ 21.2 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

21.4 ถ้าต้องการให้คีมตัดลวดผ่อนแรงได้มากขึ้น ควรออกแบบคีมอย่างไร

ตอบ.....

22. ให้นักเรียนนำหลักการของโมเมนต์ไปใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละข้อข้างล่าง

22.1 การติดรอกบนยอดเสาธง เพื่อใช้ในการชักธงขึ้นสู่ยอดเสานั้น นักเรียนคิดว่า เป็นการผ่อนแรงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

22.2 ในการใช้ประแจขันน็อต นักเรียนคิดว่าควรจับประแจในลักษณะอย่างไร เพื่อที่จะใช้แรงน้อยที่สุด

ตอบ.....

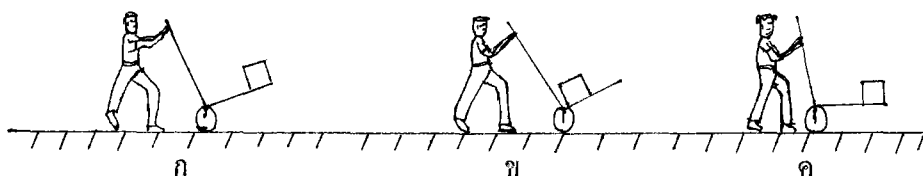
22.3 การใช้ฆอนถอนตะปูออกจากฝาผนัง ควรจะทำอย่างไรเพื่อที่จะใช้แรงน้อยที่สุด

ตอบ.....

22.4 การใช้ตะแลงแกงตัดหญ้าให้มีการผ่อนแรงได้มาก จะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....

23. จากรูปข้างล่าง ใช้หลักการของโมเมนต์ ตอบคำถามในแต่ละข้อดังนี้



23.1 นักเรียนคิดว่าการเข็นรถส่งของในรูป ก กับรูป ข ออกแรงต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

23.2 การเข็นรถในรูป ข กับรูป ค นักเรียนคิดว่ารูปใดออกแรงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

23.3 การเข้รลในรูป ข กับรูป ค นักเรียนคิดว่ารูปใดเกิดความสะดวกสบาย และ
คล่องตัวมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

ตอบ.....

23.4 นักเรียนคิดว่าการเข้รลในรูปใดที่ผ่อนแรงมากที่สุด

ตอบ.....

24. จากสถานการณ์ข้างล่าง ให้นักเรียนตอบคำถามในแต่ละข้อ

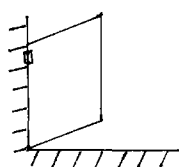
24.1 บานหน้าต่างของบ้าน สามารถเปิดกางออกได้ และไม่ตกลงกลับพื้นเพราะอะไร

ตอบ.....

.....

24.2 ถาบานพับที่ยึดคติดหน้าต่างมีเพียงตัวเดียว ตรงขอบบนด้านข้าง (ดังรูป)

นักเรียนคิดว่าหน้าต่างจะติดอยู่ในลักษณะใด



ตอบ.....

24.3 จากคำตอบในข้อ 24.2 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

24.4 ในการติดบานหน้าต่าง ่างจะต้องคิดถึงหลักการของโมเมนต์หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย ชุดที่ 5

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากกฎ ทฤษฎี หลักการ และความรู้ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ ข้อความหรือสัญลักษณ์ ให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต และกระบวนการคิด เพื่อตอบคำถามให้ได้ใจความที่สมบูรณ์

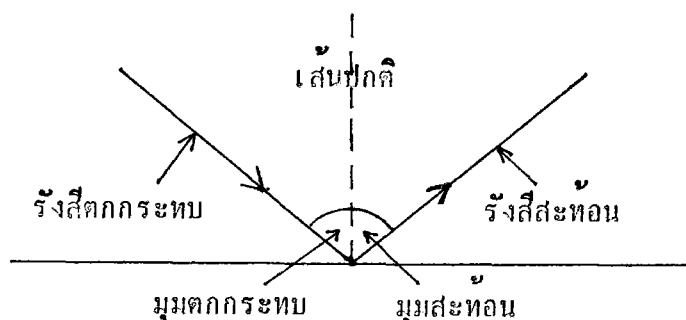
ความเร็วสัมพัทธ์ เป็นค่าความเร็วของวัตถุหนึ่ง เทียบกับความเร็วของวัตถุอีกอันหนึ่ง
 หลักการที่ใช้ คือ 1. ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ ดังนั้นต้องบวกหรือลบกันอย่างเวกเตอร์
 2. ต้องมีจุดอ้างอิง

ตัวอย่าง ความเร็วของรถยนต์สัมพัทธ์กับรถมอเตอร์ไซด์ สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

ความเร็วของรถยนต์สัมพัทธ์กับรถมอเตอร์ไซด์ = ความเร็วรถยนต์ - ความเร็วมอเตอร์ไซด์
 เมื่อคนสังเกตอยู่บนรถมอเตอร์ไซด์

กฎการสะท้อนของแสง ที่ผิวของวัตถุใด ๆ มีดังนี้

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ เท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบ



25. จากหลักการที่ใช้เกี่ยวกับเรื่องความเร็วสัมพัทธ์ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
- 25.1 ในขณะที่ฝนตกจากฟ้าที่ไม่มีลมพัด ทิศทางของเม็ดฝนที่ตกลงมายังพื้นโลกเป็นอย่างไร
- ตอบ
- 25.2 เมื่อนักเรียนนั่งอยู่ในรถที่ขับไปตามถนนด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง
- ตัวนักเรียนขณะนั้นมีความเร็วเป็นเท่าไร
- ตอบ
- 25.3 ขณะที่นักเรียนนั่งอยู่ในรถที่วิ่งไปบนถนน หอดิฝนตกลงมา นักเรียนสังเกตเห็นเม็ดฝนที่ตกลงมามีทิศทางเป็นอย่างไร
- ตอบ
- 25.4 จากคำตอบในข้อ 25.3 ให้นักเรียนอธิบายว่าเป็นเพราะเหตุใด
- ตอบ
26. ในขณะที่วิทยานั่งไปบนรถเมลที่วิ่งด้วยความเร็วขนาดหนึ่ง และมองออกไปนอกหน้าต่าง ก็พบเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาให้นักเรียนตอบในแต่ละข้อดังนี้
- 26.1 วิทยาเห็นคนที่นั่งอยู่ข้างถนนเคลื่อนที่สวนทางกับรถที่วิทยานั่งไป เป็นเพราะเหตุใด
- ตอบ
- 26.2 และคนที่นั่งอยู่ข้างถนนจะเห็นวิทยาเคลื่อนที่ในลักษณะใด
- ตอบ
- 26.3 เมื่อวิทยามองไปทางด้านหน้ารถ เห็นรถอีกคันหนึ่งวิ่งสวนทางมาด้วยความเร็วสูงมาก
- นักเรียนคิดว่าสิ่งที่วิทยาเห็น กับความเป็นจริงเกี่ยวกับความเร็วของรถที่สวนมา เป็นอย่างไร
- ตอบ
- 26.4 ถ้ารถคันที่วิทยานั่งอยู่มีความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง และมีรถมอเตอร์ไซด์
- อีกคันหนึ่งกำลังวิ่งอยู่ข้าง ๆ หน้าต่างคันที่วิทยานั่ง ด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตร
- ต่อชั่วโมง ความเร็วสัมพัทธ์ของมอเตอร์ไซด์กับรถเมลเป็นเท่าไร
- ตอบ
27. ลูกบอลถูกกำลังลดระดับลงในแนวตั้งด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที ขณะที่นักยิงปืน
- กระโดดลงมาถึงร่มในทางออก และมีความเร็วขาลงสม่ำเสมอ 8 เมตรต่อวินาที จาก
- ข้อมูลนี้ให้นำไปใช้ในการตอบคำถาม

คู่มือการใช้แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

แบบฝึกการคิดแบบอุปนัยนี้มีทั้งหมด 5 ชุด ชุดละ 6 ข้อ รวม 30 ข้อ ใช้เวลาทำชุดละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ก่อนให้นักเรียนทำแบบฝึกชุดนี้ ครูจะต้องอ่านแบบฝึกแต่ละชุดให้เข้าใจ เพื่อเตรียมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองและสาธิต ดังต่อไปนี้

ชุดที่ 1

1. ซอลัก
2. ตะขึงสปริง
3. แท่งเหล็กที่มีขอสําหรับเกี่ยว
4. ถาดลวดแรงเสียดทาน
5. สุ่มด
6. ลูกแก้วพร้อมรางไร้แรงเสียดทาน
7. ลูกแก้วใหญ่และเล็ก ขนาดละ 1 ลูก

ชุดที่ 2

1. ตะขึงสปริง
2. รถทดลอง 2 คัน
3. กระเป๋
4. กระดานสเก็ตบอร์ด

ชุดที่ 3

1. ลูกทราย 2 ลูก
2. เชือกสําหรับมัดลูกทราย
3. ชุดทดลองโมเมนตัม

ชุดที่ 4

1. ไม้มัดพร้อมขาตั้ง (ชุดทดลองเรื่องคาน)
2. ลูกทราย 5 ลูก
3. คีมคีลวด
4. ลวดเหล็ก
5. ประแจขันน็อต
6. เครื่องยนต์ที่มีน็อตขันติดไว้แล้ว
7. ตะแคง
8. ลังที่มีของหนัก ๆ ใส่ไว้
(อาจใช้โต๊ะครูแทนได้)

ชุดที่ 5

1. ชุดทดลองแสง (สําหรับทดลองเรื่องแสง)
2. ไม้โปรแทรกเตอร์สำหรับวัดมุม
3. กระดาษขาว
4. ดินสอ หรือปากกา

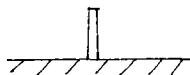
แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ชุดที่ 1

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ที่เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์
 ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง
 การสรุปผลความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น เพื่อการตอบคำถามในแต่ละข้อ

1. จากอุปกรณ์ที่แจกให้ คือ ชอล์กคนละแท่ง

1.1 ให้นักเรียนวางชอล์กวางไว้บนโต๊ะ ตามรูปแล้วสังเกตว่า ชอล์กอยู่ในสภาพอย่างไร



ตอบ.....

1.2 จากข้อ 1.1 ถ้าตั้งทิ้งไว้นาน ๆ จะมีการเคลื่อนที่หรือไม่

ตอบ.....

1.3 ถ้าต้องการให้ชอล์กเคลื่อนที่จะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....

1.4 ดังนั้นจากการทดลองในข้อนี้ เหตุที่ชอล์กหยุดนิ่งอยู่กับที่ได้เพราะอะไร

ตอบ.....

1.5 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองในครั้งนี้ได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

2. ให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต แล้วตอบคำถามแต่ละข้อ

- 2.1 เมื่อใช้ตาซึ่งสปริงลากแท่งเหล็กที่มีขอสําหรับเกี่ยวไปบนพื้นโต๊ะ โดยลากให้แท่งเหล็กเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ นักเรียนอ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงจากตาซึ่งสปริงตลอดระยะเวลาทางการเคลื่อนที่ว่ามีค่าเป็นอย่างไร

ตอบ.....

- 2.2 จากข้อ 2.1 เมื่อหยุดออกแรงลากแล้ว แท่งเหล็กมีการเคลื่อนที่อย่างไร

ตอบ.....

- 2.3 เมื่อนําแท่งเหล็กอันเดิมไปวางบนถาดลดแรงเสียดทาน แล้วใช้ตาซึ่งสปริงดึงให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ นักเรียนอ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงตลอดระยะเวลาทางการเคลื่อนที่จากตาซึ่งสปริงว่าเป็นอย่างไร

ตอบ.....

- 2.4 จากข้อ 2.3 เมื่อหยุดออกแรงลากแล้ว แท่งเหล็กมีการเคลื่อนที่อย่างไร

ตอบ.....

- 2.5 จากการสาธิตทั้ง 2 กรณี มีข้อแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

- 2.6 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปบนพื้น ที่ไม่มีความฝืดเลย นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

3. จากการสาธิตในข้อ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่าง

- 3.1 การดึงแท่งเหล็กให้มีความเร็วคงที่บนพื้น ที่มีความฝืด นักเรียนคิดว่ามีแรงใดมากระทำต่อแท่งเหล็กบ้าง

ตอบ.....

- 3.2 จากข้อ 3.1 แรงลัพธ์มีค่าเท่าไร

ตอบ.....

- 3.3 จากคำตอบข้อ 3.2 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 3.4 เมื่อหยุดออกแรงดึง แท่งเหล็กจะมีการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร
ตอบ.....
- 3.5 เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปบนพื้นที่มีความฝืด นักเรียนจะสรุปผลได้ว่าอย่างไร
ตอบ.....

4. นำสมุดวางไว้บนโต๊ะ และกลิ้งลูกแก้วไปตามรางที่ไร้แรงเสียดทาน ให้นักเรียนสังเกตและตอบคำถามในแต่ละข้อ
- 4.1 ถ้าไม่มีใครไปออกแรงเลื่อนสมุดที่วางบนโต๊ะ สมุดจะมีการเคลื่อนที่หรือไม่
ตอบ.....
- 4.2 วัตถุที่รักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมไว้ได้ เรียกว่า วัตถุนั้นมีความเฉื่อย ดังนั้นสมุดที่วางบนโต๊ะจะมีความเฉื่อยหรือไม่
ตอบ.....
- 4.3 เมื่อลูกแก้วกลิ้งไปตามรางในแนวระดับที่ยาวออกไป นักเรียนคิดว่าลูกแก้วจะเคลื่อนที่อย่างไร
ตอบ.....
- 4.4 จากคำตอบในข้อ 4.3 ลูกแก้วมีความเฉื่อยหรือไม่
ตอบ.....
- 4.5 จากการสังเกตและตอบคำถามในแต่ละข้อ นักเรียนจะตั้งกฎของความเฉื่อยได้ว่าอย่างไร
ตอบ.....

5. มีลูกแก้วอยู่ 2 ลูก คือลูกใหญ่ 1 ลูก และลูกเล็ก 1 ลูก วางไว้บนโต๊ะ ให้นักเรียนสังเกตลูกแก้วทั้ง 2 ลูก แล้วตอบคำถาม
- 5.1 ระหว่างลูกแก้ว 2 ลูก ลูกใดมีมวลมากกว่ากัน
ตอบ.....

5.2 ถ้าต้องการให้ลูกแก้วทั้งสองเคลื่อนที่ จะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....

5.3 ให้นักเรียนตอบข้อที่ว่างลูกแก้ว แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกแก้วทั้งสอง
แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

5.4 การที่วัตถุรักษาสภาพเดิมของการเคลื่อนที่ไว้ได้ เรียกว่า วัตถุนั้นมีความเฉื่อย
คือเฉื่อยต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ดังนั้นลูกแก้วลูกใดที่มีความเฉื่อยมาก

ตอบ.....

5.5 จากการสังเกตในข้อนี้ นักเรียนสามารถสรุปว่า ความเฉื่อยของวัตถุจะมีมากหรือน้อย
ขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ.....

6. ต่อจากข้อ 5

6.1 ขณะที่ลูกแก้วทั้งสองเคลื่อนที่ไป ให้นักเรียนสังเกตการหยุดว่าลูกใดที่หยุดการ
เคลื่อนที่ก่อน

ตอบ.....

6.2 การที่ลูกแก้วหยุดการเคลื่อนที่ต่างกัน นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

6.3 การที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมไว้ได้ แสดงว่าวัตถุนั้นมีความเฉื่อยต่อการ
เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ ดังนั้นลูกแก้วลูกใดที่มีความเฉื่อยมาก

ตอบ.....

6.4 ให้นักเรียนสรุปว่า ความเฉื่อยของวัตถุจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ.....

แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ชุดที่ 2

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์
 ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง
 การสรุปผลความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น เพื่อการตอบคำถามในแต่ละข้อ

7. จากการใช้ตาชั่งสปริงตึงรถให้เคลื่อนที่ ให้นักเรียนสังเกตการทดลองเพื่อตอบคำถาม

7.1 เมื่อตาชั่งสปริงตึงรถ 1 คัน ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ค่าแรงที่ใช้ดึงเป็นเท่าไร

ตอบ.....

7.2 เพิ่มรถเป็น 2 คัน แล้วดึงด้วยความเร็วคงที่ (พยายามให้เท่ากับข้อ 7.1)
 ใช้ค่าแรงดึงเป็นเท่าไร

ตอบ.....

7.3 จากคำตอบในข้อ 7.1 และ 7.2 ค่าแรงที่ใช้ดึงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ.....

7.4 จากคำตอบในข้อ 7.3 นักเรียนจะสามารถสรุปค่าของแรงให้อยู่ในรูปของการ
 แปรผันกับปริมาณที่เป็นคำตอบของข้อ 7.3 ได้อย่างไร

ตอบ.....

8. ต่อเนื่องมาจากการทดลองในข้อ 7

8.1 ถ้านักเรียนใช้ตาชั่งสปริงตึงรถ 1 คัน ให้เคลื่อนที่ไปช้า ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่ม
 ความเร็ว จะอ่านค่าของแรงที่ใช้ดึงเป็นเท่าไร

ตอบ.....

- 8.2 ถ้านักเรียนตั้งรถให้เคลื่อนที่ไปเร็วขึ้นกว่าในข้อ 8.1 แล้วสังเกตแรงที่ใช้ดึงเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับคำตอบในข้อ 8.1

ตอบ.....

- 8.3 ค่าของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่าอะไร

ตอบ.....

- 8.4 จากการทดลองในข้อ 8 นี้ นักเรียนสามารถสรุปค่าของแรงที่ใช้ดึงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าของอะไร

ตอบ.....

- 8.5 จากคำตอบในข้อ 8.4 นักเรียนสามารถค่าของแรงให้อยู่ในรูปของการแปรผันได้อย่างไร

ตอบ.....

- 8.6 จากคำตอบในข้อ 7.4 และ 8.5 นักเรียนสามารถสรุปรวมกันได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

9. ผู้ทดลองข้างหนึ่งของตาชั่งสปริงไว้กับขอเกี่ยวหน้าต่าง แล้วให้นักเรียนทดลองดึงตาชั่งสปริง เพื่อตอบคำถามดังนี้

- 9.1 เมื่อนักเรียนออกแรงดึงตาชั่งสปริง นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

- 9.2 ถ้านักเรียนออกแรงดึงมากกว่าเดิม นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

- 9.3 ความรู้สึกของนักเรียนขณะที่ดึงตาชั่งสปริงอยู่นั้น เหมือนกับกำลังเล่นชักกะเย่อหรือไม่

ตอบ.....

- 9.4 ความรู้สึกของนักเรียนคิดว่าตาชั่งมีแรงกระทำต่อมือของนักเรียนหรือไม่ เพราะอะไร

ตอบ.....

10. อุปกรณ์ที่ใช้คือ กระเป๋ 1 ใบ

10.1 นักเรียนหิ้วกระเป๋าขึ้น จะต้องออกแรงยกกระเป๋าหรือไม่

ตอบ.....

10.2 จากคำตอบในข้อ 10.1 ถ้าออกแรง นักเรียนคิดว่าจะต้องออกแรงเท่าไร เพื่อหิ้วกระเป๋าได้

ตอบ.....

10.3 การออกแรงหิ้วกระเป๋า จะมีทิศทางของแรงเป็นอย่างไร

ตอบ.....

10.4 น้ำหนักของกระเป๋ามีทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ.....

10.5 จากการหิ้วกระเป๋า ให้นักเรียนสรุปว่ามีแรงอะไรบ้าง มีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ.....

.....

11. ให้นักเรียนทดลองเอามือทุบโต๊ะ แล้วตอบคำถามแต่ละข้อ

11.1 เมื่อนักเรียนเอามือทุบโต๊ะค่อย ๆ จะรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

11.2 เมื่อนักเรียนเอามือทุบโต๊ะแรง ๆ จะรู้สึกอย่างไร

ตอบ.....

11.3 จากการทดลองทุบโต๊ะทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่ามีแรงอะไรกระทำกับมือของนักเรียน

ตอบ.....

11.4 จากการทดลองในข้อนี้ นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร

ตอบ.....

.....

12. ในการเล่นสเกตบอร์ด นักเรียนจะต้องยืนบนสเกต แล้วให้นักเรียนทดลองเพื่อตอบคำถาม

12.1 ให้นักเรียนหันหน้าเข้าหาผนังห้อง แล้วใช้มือผลักผนังห้อง ผลจะเป็นอย่างไร

ตอบ.....

12.2 การที่นักเรียนใช้มือผลักผนังห้อง นักเรียนออกแรงในทิศทางใด

ตอบ.....

12.3 ทิศทางการเคลื่อนที่ของนักเรียนหลังจากผลักผนังห้อง กับทิศทางออกแรงผลักเป็นอย่างไร

ตอบ.....

12.4 จากคำตอบข้อ 12.3 การที่นักเรียนเคลื่อนที่ออกไปได้ เกิดจากแรงกระทำของอะไร และมีขนาดเท่าไร

ตอบ.....

12.5 นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ชุดที่ 3

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์
 ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง
 การสรุปลงความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น เพื่อการตอบคำถามในแต่ละข้อ

13. ให้นักเรียนใช้มือขวาดึงดูทราย 1 ถุง โดยให้มือขวายู่เหนือมือซ้ายประมาณ 10 ซม.
 แล้วปล่อยดูทรายตกลงมาให้หยุดนิ่งในมือซ้ายโดยพยายามไม่ให้มือเคลื่อนที่ ต่อไปทำใหม่
 อีกครั้ง โดยให้มือขวายู่สูงจากมือซ้ายประมาณ 30 ซม. แล้วปล่อยลงมามือซ้าย
 เหมือนเดิม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

- 13.1 นักเรียนจะรู้สึกว่ามีมือซ้ายออกแรงรับดูทรายทั้งสองกรณีแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

- 13.2 ความเร็วของดูทรายขณะตกถึงมือ ทั้งสองกรณีแตกต่างกันหรือไม่

ตอบ.....

- 13.3 จากคำตอบข้อ 13.2 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 13.4 นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองในข้อนี้ได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

14. จากข้อ 13 ถ้าให้มือขวาอยู่เหนือมือซ้ายเป็นระยะคงที่คือประมาณ 30 ซม. แล้วปล่อย
 ดึงทราย 1 ดึงให้หยุดนิ่งอยู่ในมือซ้าย โดยพยายามไม่ให้มือซ้ายเคลื่อนที่ ต่อไปปฏิบัติ
 เช่นเดิมอีกครั้งหนึ่ง แต่เปลี่ยนเป็นดึงทราย 2 ดึงมัตติคกัน แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม
 ในแต่ละข้อ

14.1 นักเรียนจะรู้สึกว่ามีมือซ้ายออกแรงรับดึงทรายทั้ง 2 กรณีแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

14.2 ความเร็วของดึงทรายขณะตกถึงมือทั้ง 2 กรณีแตกต่างกันหรือไม่

ตอบ.....

14.3 จากคำตอบข้อ 14.2 เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

14.4 นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองในข้อนี้ได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

15. ให้นักเรียนนำผลจากการทดลองในข้อ 3 และ 14 มาใช้ในการตอบคำถามข้างล่างนี้

15.1 ความเร็วของดึงทรายขณะตกถึงมือ จะเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับดึงทรายหรือไม่

ตอบ.....

15.2 มวลของดึงทรายจะเกี่ยวข้องกับการออกแรงรับดึงทรายหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

15.3 ในการหยุดการเคลื่อนที่ของดึงทราย จะต้องใช้แรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

ตอบ.....

15.4 ผลคูณระหว่างมวล และความเร็วของวัตถุเรียกว่า "โมเมนตัม" ของวัตถุ
 เป็นปริมาณหนึ่งซึ่งบอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้นจากการทดลองในข้อ 13
 การปล่อยดึงทรายจากที่สูงกับที่ต่ำ กรณีใดที่มีโมเมนตัมของดึงทรายมากกว่า

ตอบ.....

15.5 ในการทดลองข้อ 14 กรณีใดที่มีโมเมนตัมของดึงทรายมากกว่า

ตอบ.....

16. ให้นักเรียนปล่อยตุร่าย 1 ตุร่ายใส่มือ จากระดับความสูงเดียวกัน 2 ครั้ง โดยครั้งแรก ให้นักเรียนรับตุร่ายเกร็งอยู่กับที่ ส่วนครึ่งหลังขณะรับตุร่ายให้ปล่อยมือลงจนกระทั่ง ตุร่ายหยุดนิ่งในมือ

16.1 แรงที่ใช้รับตุร่ายทั้งสองครั้งต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

16.2 ช่วงเวลาที่ใช้รับตุร่ายตั้งแต่ตุร่ายกระทบมือจนหยุดนิ่งทั้ง 2 ครั้งต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

16.3 โมเมนต์ัมของตุร่ายขณะกระทบมือทั้ง 2 กรณีต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

16.4 จากการทดลองในข้อนี้ นักเรียนจะสรุปว่าการออกแรงรับตุร่ายจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ.....

17. จากอุปกรณ์ชุดโมเมนต์ัม ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อตอบคำถามในแต่ละข้อ

17.1 ทรงกลมพลาสติกทุกลูกมีขนาดแตกต่างกันหรือไม่

ตอบ.....

17.2 กอนดิง ทรงกลมพลาสติกอยู่ในลักษณะใด

ตอบ.....

17.3 โมเมนต์ัมของทรงกลมพลาสติกกอนดิงเป็นเท่าไร

ตอบ.....

17.4 เมื่อกอนดิงทรงกลมพลาสติกออกมาหนึ่งลูก ระดับของลูกที่ถูกกอนดิง แตกต่างจากระดับ ลูกอื่น ๆ หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

17.5 ลูกที่ถูกกอนดิงจะมีพลังงานหรือไม่ เมื่อเทียบกับลูกที่ไม่ได้ถูกกอนดิง ถ้ามีจะเป็น พลังงานอะไร

ตอบ.....

18. เป็นการทดลองต่อจากข้อ 17

18.1 เมื่อนักเรียนปล่อยทรงกลมพลาสติกหนึ่งลูก จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

18.2 ทดลองใหม่โดยการทิ้งทรงกลมพลาสติกออกมา 2 ลูกแล้วปล่อย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....

18.3 ทดลองใหม่โดยการทิ้งทรงกลมพลาสติกออกมา 3 ลูกแล้วปล่อย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ.....

18.4 จากการทดลองในข้อ 18.1 – 18.3 นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ตอบ.....

18.5 ขณะที่ปล่อยทรงกลมพลาสติกให้เคลื่อนที่เข้าชนนั้น ทรงกลมมีโมเมนตัมหรือไม่ เพราะอะไร

ตอบ.....

18.6 เมื่อชนแล้วทรงกลมที่อยู่หนึ่งในตอนแรก จะเกิดโมเมนตัมขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร

ตอบ.....

18.7 จากข้อ 18.5 และ 18.6 นักเรียนจะสรุปว่าโมเมนตัมก่อนชน เท่ากับโมเมนตัมหลังชนได้หรือไม่ เพราะอะไร

ตอบ.....

.....

แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ชุดที่ 4

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์
 ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง
 การสรุปผลความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น เพื่อการตอบคำถามในแต่ละข้อ

19. จากการสาธิตการทดลอง ให้นักเรียนสังเกตผล เพื่อตอบคำถามในแต่ละข้อ
- 19.1 เมื่อแขวนถุงทรายบนไม้เมตรทางด้านซ้ายเพียงด้านเดียว จะมีผลเป็นอย่างไร
ตอบ.....
- 19.2 จากคำตอบในข้อ 19.1 ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
ตอบ.....
- 19.3 เมื่อแขวนถุงทรายเข้ากับไม้เมตรที่ใดที่หนึ่งทางด้านขวา จะมีผลเป็นอย่างไร
ตอบ.....
- 19.4 จากคำตอบในข้อ 19.3 เป็นเพราะเหตุใด
ตอบ.....
- 19.5 เมื่อปรับถุงทรายจนไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ ระยะห่างจากจุดหมุนไปยังถุงทราย
 ทั้งสองข้างเป็นอย่างไร
ตอบ.....

- 19.6 จากการทดลองในข้อนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลได้ว่าอย่างไร
ตอบ.....

20. การทดลองต่อจากข้อ 19

20.1 ถ้าเพิ่มถุงทรายทางขวาเป็น 2 ถุง อยู่ที่ตำแหน่งเดียวกับถุงแรก ผลจะเป็นอย่างไร

ตอบ.....

20.2 ถ้าเพิ่มถุงทรายอีกหนึ่งถุงทางซ้ายมือ ที่ตำแหน่งเดียวกับถุงแรก ผลจะเป็นอย่างไร

ตอบ.....

20.3 ถ้าเพิ่มถุงทรายอีก 1 ถุง เป็น 3 ถุง ทางขวามือ แล้วปรับให้ไม้เมตรอยู่ในแนวระดับ ระยะห่างจากจุดหมุนไปยังถุงทรายแต่ละถุงเป็นอย่างไร

ตอบ.....

.....

20.4 นักเรียนจะเปลี่ยนค่ามวลของถุงทรายให้เป็นค่าของน้ำหนักได้อย่างไร

ตอบ.....

20.5 ผลรวมของผลคูณระหว่างน้ำหนักถุงทราย กับระยะทางซ้ายเป็นเท่าไร

ตอบ.....

20.6 ผลรวมของผลคูณระหว่างน้ำหนักถุงทราย กับระยะทางขวาเป็นเท่าไร

ตอบ.....

20.7 ให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้ จากคำตอบในข้อ 20.5 และ 20.6

ตอบ.....

21. อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองได้แก่ คีมตัดลวด และลวดเหล็ก ให้นักเรียนทดลองเพื่อตอบคำถามในแต่ละข้อ

21.1 ให้นักเรียนตัดลวดโดยมือที่จับคีมอยู่ใกล้กับจุดหมุนของคีม แล้วให้นักเรียนออกแรงตัดลวดให้ขาด จะต้องใช้แรงมากน้อยอย่างไร

ตอบ.....

21.2 เมื่อเปลี่ยนระยะการจับมาเป็นตรงกึ่งกลางของคีม แล้วออกแรงตัดลวดให้ขาด จะต้องใช้แรงมากน้อยอย่างไร

ตอบ.....

- 21.3 เปลี่ยนการจับมาเป็นที่ยึดปลายสุดของค้ำจับ แล้วออกแรงตัดลวดให้ขาด จะต้องใช้แรงมากน้อยอย่างไร

ตอบ.....

- 21.4 ในการตัดลวดทั้ง 3 ครั้ง นักเรียนออกแรงต่างกันอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

- 21.5 นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด ในการตัดลวดแต่ละครั้งจึงออกแรงต่างกัน

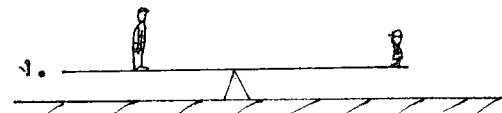
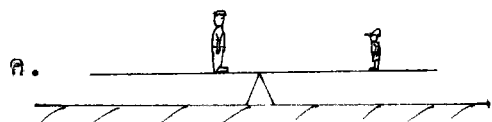
ตอบ.....

- 21.6 จากการทดลอง การใช้ค้ำตัดลวดที่ใช้แรงน้อย ๆ เพื่อให้ผ่อนแรงได้มาก ๆ จะต้องมีการอย่างไรบ้าง

ตอบ.....

.....

22. ให้นักเรียนสังเกตจากรูป เพื่อใช้ในการตอบคำถาม



- 22.1 รูป ก กับรูป ข ต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

- 22.2 รูป ข กับรูป ค ต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

- 22.3 รูป ค กับรูป ง ต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

- 22.4 จากรูป ค และรูป ง ไม่กระดานไม่เอียงไปข้างใดเลย เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

- 22.5 ให้นักเรียนสรุปสาเหตุที่ทำให้รูปทั้งสี่ แตกต่างกันเพราะอะไร

ตอบ.....

.....

22.6 ให้นักเรียนสรุปว่า การที่ไม่หมุนได้เป็นเพราะเหตุใด

ตอบ.....

23. ให้นักเรียนใช้ประแจขันน็อตตามภาพข้างล่าง แล้วตอบคำถาม



23.1 การจับปลายประแจตามรูป ก และตามรูป ข ออกแรงต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

23.2 การจับปลายประแจตามรูป ข และรูป ค ออกแรงต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

23.3 จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง นักเรียนจับปลายประแจตามรูปใดที่ใช้แรงน้อยที่สุด

ตอบ.....

23.4 ให้นักเรียนสรุปการใช้ประแจขันน็อตให้เกิดการผ่อนแรงมากที่สุด ควรทำอย่างไร

ตอบ.....

24. การใช้ชะแลงจัดลังขึ้นมา โดยให้นักเรียนทดลองตามขั้นตอน เพื่อตอบคำถาม



24.1 การใช้ชะแลงจัดตามรูป ก และรูป ข ออกแรงต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

24.2 การจัดตามรูป ข และรูป ค ใช้แรงต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

24.3 จากทั้ง 3 กรณี นักเรียนใช้แรงในกรณีใดน้อยที่สุด เป็นเพราะอะไร

ตอบ.....

24.4 นักเรียนคิดว่าตำแหน่งที่วางจุดหมุนมีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

24.5 นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร

ตอบ.....

.....

แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย ชุดที่ 5

ชื่อ.....นามสกุล.....
 วิทยาลัย.....ชั้น.....แผนก.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้เป็นรูปภาพ ข้อความ สัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อุปกรณ์
 ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการสังเกต การทดลอง
 การสรุปผลความเห็นจากข้อมูล เป็นต้น เพื่อการตอบคำถามในแต่ละข้อ

25. จากอุปกรณ์ที่เป็นกล่องแสง ให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิตการทดลอง เพื่อใช้ในการ
 ตอบคำถาม

25.1 เมื่อจัดให้ลำแสงตกกระทบผิวของแท่งพลาสติกทำมุมแหลมกับผิวแท่งพลาสติก
 นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

ตอบ.....

25.2 ลำแสงจากกล่องแสงที่ฉายไปกระทบผิวของแท่งพลาสติกเรียกว่า "รังสีตกกระทบ"
 ดังนั้นรังสีตกกระทบจะมีทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ.....

25.3 ลำแสงที่สะท้อนออกจากผิวแท่งพลาสติกเรียกว่า "รังสีสะท้อน" ดังนั้นรังสีสะท้อน
 จะมีทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ.....

25.4 รังสีตกกระทบกับรังสีสะท้อน เกิดขึ้นที่จุดเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

26. จากการทดลองในข้อ 25 เมื่อลากเส้นตรงตามขอบแนวแท่งพลาสติก ลากรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน แล้วลากเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงตามแนวขอบแท่งพลาสติกตรงตำแหน่งที่รังสี ตกกระทบ

26.1 รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบอยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

26.2 มุมที่เกิดจากรังสีตกกระทบ กับเส้นปกติ เรียกว่า "มุมตกกระทบ" มีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

26.3 มุมที่เกิดจากรังสีสะท้อน กับเส้นปกติ เรียกว่า "มุมสะท้อน" มีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

26.4 เปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากข้อ 26.2 และ 26.3 ว่าแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....

27. การทดลองเหมือนกับในข้อ 25 และข้อ 26 แต่เปลี่ยนมุมที่แสงตกกระทบทำกับเส้นขอบแท่งพลาสติก

27.1 ถ้าให้ลำแสงทำมุมตกกระทบโตกว่าในข้อ 26 นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

ตอบ.....

27.2 เมื่อลากรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติแล้ว ทั้ง 3 เส้นนี้อยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

27.3 มุมตกกระทบมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

27.4 มุมสะท้อนมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

27.5 มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนหรือไม่ และมีขนาดเท่าไร

ตอบ.....

28. เปลี่ยนแท่งพลาสติกเป็นผิวโค้งนูนแทน โดยลากเส้นตามขอบของผิวโค้ง

28.1 ให้อำแสงตกกระทบบนผิวโค้งนูน แล้วนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

ตอบ.....

28.2 เมื่อลากรังสีตกกระทบบน รังสีสะท้อน และเส้นปกติแล้วทั้ง 3 เส้นอยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

28.3 มุมตกกระทบบนมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

28.4 มุมสะท้อนมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

28.5 มุมตกกระทบบน เท่ากับมุมสะท้อนหรือไม่ และมีขนาดเท่าไร

ตอบ.....

29. เปลี่ยนจากผิวโค้งนูนเป็นผิวโค้งเว้า โดยลากเส้นตามขอบของผิวโค้ง

29.1 เมื่อลำแสงส่องยังผิวโค้งเว้า นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

ตอบ.....

29.2 รังสีตกกระทบบน รังสีสะท้อน และเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบบนอยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

29.3 มุมตกกระทบบนมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

29.4 มุมสะท้อนมีขนาดกี่องศา

ตอบ.....

29.5 มุมตกกระทบบน เท่ากับมุมสะท้อนหรือไม่ และมีขนาดเท่าไร

ตอบ.....

30. จากการทดลองในข้อ 25 - 29 ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่าง

30.1 จากการทดลองที่ผ่านมา รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบ อยู่บนระนาบเดียวกันหรือไม่

ตอบ.....

30.2 มุมตกกระทบและมุมสะท้อนที่ผิววัตถุ เท่ากันทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

30.3 นักเรียนคิดว่าถ้าเป็นวัตถุผิวมันชนิดอื่น ผลที่เกิดขึ้นจะเหมือนการทดลองที่ผ่านมาหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....

.....

30.4 นักเรียนสามารถสรุปเป็นกฎการสะท้อนได้หรือไม่ ถ้าได้ควรจะสรุปว่าอย่างไร

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

ตาราง 9 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทำแบบฝึกกับหลังทำแบบฝึกของนักเรียน
กลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย

คนที่	ก่อนทำแบบฝึก				หลังทำแบบฝึก			
	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม
1	9	9	1	19	12	12	3	27
2	8	6	2	16	9	8	1	18
3	7	6	0	13	13	13	2	28
4	11	9	2	22	5	5	0	10
5	5	4	0	9	7	7	1	15
6	8	7	2	17	11	9	0	20
7	8	8	1	17	6	6	1	13
8	6	6	2	14	7	7	1	15
9	5	5	1	11	7	4	1	12
10	8	8	2	18	10	10	3	23
11	7	7	0	14	8	7	2	17
12	6	6	0	12	7	7	0	14
13	13	13	3	29	9	9	2	20
14	12	11	4	27	7	7	2	16
15	9	8	2	19	10	10	1	21
16	8	7	0	15	10	10	0	20
17	6	5	0	11	12	11	0	23
18	11	11	1	23	15	14	2	31

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	ก่อนทำแบบฝึก				หลังทำแบบฝึก			
	คิดคลอง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคลอง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม
19	6	5	0	11	5	4	1	10
20	4	4	0	8	4	3	0	7
21	6	6	1	13	11	10	1	22
22	10	9	1	20	7	7	1	15
23	8	7	1	16	6	6	0	12
24	5	5	1	11	8	8	0	16
25	8	6	1	15	5	5	1	11
26	10	9	4	23	8	7	1	16
27	3	3	0	6	-	-	-	-
28	9	6	0	15	-	-	-	-
29	-	-	-	-	8	8	1	17
30	-	-	-	-	10	8	2	20

ตาราง 10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทำแบบฝึกกับหลังทำแบบฝึกของนักเรียน
กลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

คนที่	ก่อนทำแบบฝึก				หลังทำแบบฝึก			
	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม
1	10	8	2	20	10	9	3	22
2	6	6	1	13	7	7	0	14
3	5	4	0	9	5	5	1	11
4	7	7	1	15	10	8	1	19
5	6	6	0	12	8	7	1	16
6	8	6	0	14	6	5	1	12
7	11	7	1	19	8	7	1	16
8	6	6	0	12	10	10	2	22
9	6	5	2	13	10	9	1	20
10	5	4	2	11	9	9	1	19
11	4	4	1	9	5	5	0	10
12	3	3	1	7	3	3	1	7
13	10	9	0	19	9	9	0	18
14	4	3	1	8	6	5	0	11
15	7	5	2	14	12	9	1	22
16	7	7	0	14	6	6	0	12
17	5	5	1	11	9	7	1	17

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ก่อนทำแบบฝึก				หลังทำแบบฝึก			
	คิดคลอง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคลอง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม
18	4	3	0	7	6	6	0	12
19	3	2	0	5	7	7	1	15
20	3	2	0	5	5	5	1	11
21	2	2	0	4	5	5	0	10
22	5	4	0	9	8	8	1	17
23	5	3	0	8	7	5	0	12
24	5	4	1	10	10	8	2	20
25	7	7	1	15	8	8	1	17
26	3	3	0	6	-	-	-	-
27	6	6	0	12	-	-	-	-
28	10	8	0	18	-	-	-	-
29	-	-	-	-	7	5	0	12
30	-	-	-	-	8	8	1	17

การทดสอบความแปรปรวน ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนทำแบบฝึก

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ ดังนี้

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ขั้นที่ 2 ระบุระดับนัยสำคัญ คือ $\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 ค่า F ที่เปิดจากตาราง เท่ากับ 1.98

เมื่อ $df_1 = 25$, $df_2 = 24$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่า จากสูตร $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$

เมื่อ $s_1^2 = 28.7296$, $df_1 = n_1 - 1 = 25$

$s_2^2 = 19.1844$, $df_2 = n_2 - 2 = 24$

$$\text{แทนค่า} \quad F = \frac{28.7296}{19.1844}$$

$$F = 1.4975$$

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจ

ค่า F คำนวณ $<$ F ตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

การทดสอบความแปรปรวน ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม หลังทำแบบฝึก

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ ดังนี้

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ขั้นที่ 2 ระบุระดับนัยสำคัญ คือ $\alpha = .05$

ขั้นที่ 3 ค่า F ที่เปิดจากตาราง เท่ากับ 1.98

เมื่อ $df_1 = 25$, $df_2 = 24$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่า จากสูตร $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$

$$\text{เมื่อ } s_1^2 = 35.1649 \quad , \quad df_1 = n_1 - 1 = 25$$

$$s_2^2 = 18.7489 \quad , \quad df_2 = n_2 - 1 = 24$$

$$\text{แทนค่า} \quad F = \frac{35.1649}{18.7489}$$

$$F = 1.8755$$

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจ

ค่า F คำนวณ $< F$ ตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุภาณี ชื่อสกุล ลีละวัฒนากุล

เกิดวันที่ 27 เดือนตุลาคม พุทธศักราช 2498

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 68 ถนนสุมนเทวราช ตำบลในเวียง

อำเภอเมือง จังหวัดน่าน 55000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน วิทยาลัยเทคนิคน่าน กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2516 มัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียนเพชรพิทยาคม

พ.ศ.2521 กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

พ.ศ.2531 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์โดยใช้
แบบฝึกการคิดแบบนิรนัยกับแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย

บทคัดย่อ

ของ

สุภาณี ลีละวัฒนากุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ ที่ได้รับการฝึกการคิดแบบ นิรนัยกับแบบอุปนัย และหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ใน แต่ละด้าน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 51 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย จำนวน 26 คน และกลุ่มที่ทำแบบฝึก การคิดแบบอุปนัย จำนวน 25 คน ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบฝึกการคิดแบบนิรนัย แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย และ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ความเชื่อมั่น .6088) วิเคราะห์ข้อมูลโดย ใช้ t-test Independent, t-test Dependent และ Pearson Product-moment

Correlation Coefficient

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิด สูงกว่า ก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังทำแบบฝึกการคิด สูงกว่า ก่อนทำแบบฝึกการคิดแบบอุปนัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนที่ทำแบบฝึกการคิดแบบนิรนัย กับนักเรียนที่ทำ แบบฝึกการคิดแบบอุปนัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE CREATIVE THINKING OF THE SECOND YEAR
VOCATIONAL CERTIFICATE AUTOMECHANICS STUDENTS THROUGH
DEDUCTIVE AND INDUCTIVE THINKING DRILLS

AN ABSTRACT

BY

SUPANEE LEELAWATANAGUL

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
September 1988

The purpose of this study was to compare the science creative thinking of the second year vocational certificate automechanics students through deductive and inductive thinking drills. The correlation of each science creative thinking factors was also evaluated.

The subjects were 51 second year vocational certificate automechanics students of Phetchabun Technical College, in Phetchabun, during the second quarter of 1988 academic year. The students were divided into 2 groups, 26 students learning through deductive thinking drills and 25 students learning through inductive thinking drills. The study in each group took 12 teaching periods (50 minutes/period). The instruments of this study were deductive thinking drills, inductive thinking drills and the science creative thinking test ($r_{tt} = 0.6088$). The data were analyzed by t-test Independent, t-test Dependent and Pearson Product-moment Correlation Coefficient.

The results showed that

1. Science creative thinking between both groups were not significantly different.

2. Pretest and posttest scores on science creative thinking of the students learning through deductive thinking drills were not significantly different.

3. Posttest scores on science creative thinking of the students learning through inductive thinking drills were significantly higher than pretest scores at the .01 level.

4. Scores in each factors of science creative thinking between two groups were not significantly different.

5. There were significant positive correlations on each factors of science creative thinking at the .01 level.