การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

นางสาวจันทนี อุทธิสินธุ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-030-645-4
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF MANUAL SKILLS IN PHYSICS OF THE FIRST YEAR ENGINEERING STUDENTS IN RAJAMANGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

MISS JANTHANEE AUTHISIN

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education

Department of Secondary Education
Faculty of Education
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-030-645-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
โดย	นางสาวจันทนี อุทธิสินธุ์
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุนทร ช่วงสุวนิช

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ดร. ไพฑูรย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช)

……... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์สุนทร ช่วงสุวนิช)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จันทนี อุทธิสินธุ์ :การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (A STUDY OF MANUAL SKILLS IN PHYSICS OF THE FIRST YEAR ENGINEERING STUDENTS IN RAJAMANGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ สุนทร ช่วงสุวนิช , 116 หน้า. ISBN 974-030-645-4

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลในการปฏิบัติการด้านการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน144 คน จาก 40 กลุ่มการทดลอง โดยสุ่มแบบแบ่งชั้นจากนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลจาก 10 สาขา สาขาละ 4 กลุ่มการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติโดยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ครบทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความถูกต้องในการปฏิบัติการทดลอง ด้านความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติการและด้านความเป็นระเบียบในการปฏิบัติการ ยกเว้นทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม พบว่า ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่ไม่ได้ปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา มัธยมศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4283676227 : MAJOR Science Education
KEY WORD : Manual skills

JANTHANEE AUTHISIN : A STUDY OF MANUAL SKILLS IN PHYSICS EXPERIMENT OF THE FIRST YEAR ENGINEERING STUDENTS IN RAJAMANGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. THESIS ADVISOR : Assoc. SUNTORN CHUANGSUVANICH. 116 pp. ISBN 974-030-645-4

The purposes of this research were to study manual skills in Physics laboratory experiment of the first year engineering students of the Rajamangala Institute of Technology affairs in the aspects of using measuremental equipments, instrumental installation, experimenting and adjusting instrument or doing proper procedure. The sample were 144 persons from 40 experimental groups of the first year engineering students enrolled in the Physics1 course in the 2001 acadamic year which were stratifily sampled from 10 branches, 4 groups from each branch at the Center of Rajamangala Institute of Technology . The collected data were analyzed by using arithemetic percentage.

The research fidings were as follows : Most of the sample had skills in using measuremental equipments, instrumental installation, experimenting and adjusting instrument or doing proper procedure. They had these skills in Physics laboratory experiment in all 4 aspects which were : properiety, fluency, safety in experimenting and orderliness. Exceptionally in adjusting instrument or doing proper procedure, most students did not perform.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Secondary Education Student ‘s signature ……
Field of study Science Education Advisor ‘s signature ……
Academic year 2001 Co- advisor ‘s signature …….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์สุนทร ช่วงสุวนิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการดำเนินการวิจัยด้วยความเอาใจใส่และเป็นห่วงเป็นใยตลอดเวลาผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและพระคุณของท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำในการแก้ไขรูปเล่มจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย รวมทั้งอาจารย์บดินทร์ชาติ สุขบท ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและเป็นผู้ร่วมสังเกตในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัส บุณยธรรมา ผู้ทรงคุณวุฒิและกรุณาให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดเสนอผลงานด้วย power piont รองศาสตราจารย์วัชระ รอดสัมฤทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิในการ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ ที่มีความห่วงใยและเป็นกำลังใจในการเรียนแก่ผู้วิจัยตลอดมา

จันทนี อุทธิสินธุ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ช
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	ข้อตกลงเบื้องต้น	6
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	6
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	การปฏิบัติการทดลอง	8
	การวัดและประเมินผลการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	13
	การสังเกต	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	34
3	วิธีดำเนินการวิจัย	49
	การกำหนดประชากรและเลือกตัวอย่างประชากร	49
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	56
	การวิเคราะห์ข้อมูล	57
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	58
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	63
	สรุปผลการวิจัย	63
	อภิปรายผลการวิจัย	64
	ข้อเสนอแนะในการวิจัย	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายการอ้างอิง	66

ภาคผนวก 73
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 74
ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย 76
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 78
ภาคผนวก ง ตารางแสดงร้อยละของการใช้เครื่องมือวัด 112
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 116

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนตัวอย่างประชากรนักศึกษาจำแนกตามสาขาวิชาและจำนวนครั้งของการสังเกต	61
2	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ในการปฏิบัติการฟิสิกส์	64
3	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ในการปฏิบัติการฟิสิกส์	65
4	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เทอร์มิเตอร์ในการปฏิบัติการฟิสิกส์	66
5	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องชั่งในการปฏิบัติการฟิสิกส์	67
6	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรในการปฏิบัติการฟิสิกส์	68
7	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้นาฬิกาจับเวลาในการปฏิบัติการฟิสิกส์	69
8	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดทั้ง 6 ชนิดในการปฏิบัติการฟิสิกส์ทั้ง 4 ด้าน	70
9	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง	71
10	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดำเนินการทดลอง	72
11	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม	73

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การวางแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องสนองความต้องการของสังคมเพื่อความสมดุลระหว่างการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคุณภาพชีวิต (สิปปนนท์ เกตุทัต, 2541:2) ในการพัฒนาการเรียนการสอนก็เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนได้เต็มตามศักยภาพ เป็นผู้รู้จักคิดวิเคราะห์ ใช้เหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดรวบยอด รักการเรียนรู้ รู้วิธีการและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดี มีวินัยมีความรับผิดชอบและทักษะที่จำเป็นต่อการพัฒนาตนพัฒนาอาชีพและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540 - 2544 : 17)

จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้านได้แก่ 1) ด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 2) ด้านเจตพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คุณลักษณะด้านความสนใจ คุณลักษณะด้านปฏิบัติงาน คุณลักษณะด้านเจตพิสัยหรือด้านวิธีการคิด คุณลักษณะด้านความเข้าใจและการเห็นคุณค่าและ คุณลักษณะด้านค่านิยม และ/ หรือความเชื่อ 3) ด้านทักษะปฏิบัติการซึ่งการทำปฏิบัติการถือเป็นหัวใจสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ หรืออาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ขอบข่ายของทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ทักษะและความสามารถด้านการออกแบบและการวางแผน ทักษะและความสามารถด้านปฏิบัติหรือด้านดำเนินการ ทักษะและความสามารถด้านวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล ทักษะและความสามารถด้านการนำไปใช้(ธงชัย ชีวปรีชา , 2537 : 3 – 5)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องคำนึงถึงทั้งองค์ความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายปฏิบัติวิเคราะห์และสรุปผลด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายดังกล่าว ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความสามารถในการวางแผน สร้าง วิเคราะห์ และใช้เครื่องมือเพื่อวินิจฉัยคุณลักษณะ และศักยภาพของผู้เรียนได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงและครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย (สำนักงานการศึกษาแห่งชาติ, 2541 : 1)

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีลักษณะพิเศษแตกต่างกับสาขาวิชาอื่น ๆ คือวิชาวิทยาศาสตร์มักจะเกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ การทดลองนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาความรู้ ถ้าปราศจากวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ และนักวิทยาศาสตร์ก็ยากที่จะพัฒนาความรู้ได้ จากความสำคัญอันนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์จะต้องมีทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ เพื่อที่จะสามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตลอดจนการที่จะรักษาและถนอมเครื่องมือเหล่านี้ เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้นานที่สุด(ทบวงมหาวิทยาลัย,2525: 134) และได้กล่าวถึงประโยชน์ของ การมีทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. ด้านความปลอดภัย ในการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการนั้นผู้ทำการทดลองจะต้อง

คำนึงถึงความปลอดภัยทั้งของตนและของผู้อื่น ความปลอดภัยในการใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้อง

2. ด้านความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การมีทักษะในการใช้และเลือกใช้วัสดุ

อุปกรณ์ที่เหมาะสมและถูกต้องจะทำให้การทดลองนั้นดำเนินไปด้วยดีและรวดเร็ว และที่สำคัญที่สุดผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำและมีข้อผิดพลาดน้อย ในด้านฟิสิกส์การมีทักษะในการใช้และเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัด เช่นใช้ไม้บรรทัด เวอร์เนียร์คาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์วัดความหนา จะให้ผลการวัดค่าละเอียดแตกต่างกัน การใช้ไม้บรรทัดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมวัดได้ยาก และค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดมากกว่าที่จะวัดด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์ เป็นต้น การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมและไม่มีทักษะในการใช้จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก

3. ด้านการเรียนการสอน การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น จำเป็นต้อง

อาศัยวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลองดังนั้นครูผู้สอนจะต้องมีทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ในห้อง ปฏิบัติการได้ดีโดยมีแนวความคิดในการดัดแปลงแก้ไขอุปกรณ์บางอย่างเพื่อทดแทนอุปกรณ์การเรียนบางส่วนที่ชำรุดเพื่อให้การทดลองในห้องปฏิบัติการดำเนินไปด้วยดี นอกจากนี้ครูที่มีทักษะจะรู้จักวิธีการเก็บรักษาอุปกรณ์ซึ่งจะช่วยให้อุปกรณ์นั้นใช้ได้นาน

4. ผลทางเศรษฐกิจ การมีทักษะในการใช้วัสดุอย่างถูกวิธีเป็นการช่วยเหลือเศรษฐกิจ

ของประเทศชาติได้ทางหนึ่ง เนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็นสารเคมี เครื่องแก้ว อุปกรณ์ทดลองง่าย ๆ หรืออุปกรณ์ที่มีกลไกการทำงานซับซ้อนต่าง ๆ ล้วนแต่ต้องใช้ งบประมาณทั้งสิ้น การใช้ที่ไม่ถูกวิธีหรือไม่ศึกษาคู่มือ ข้อระมัดระวัง คำเตือนในการใช้เครื่องมือ นอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายแล้วจะทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหายใช้การไม่ได้

แอล นีเดลสกี(Nedelsky,1970: 30) ได้กล่าวไว้ว่า “วัตถุประสงค์สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนแบบปฏิบัติการทดลองก็คือการฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งสำหรับบุคคลทั่วไปซึ่งไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์อาจมองข้ามไป การที่นักเรียนมีทักษะไม่ถูกต้องอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น นักเรียนมีทักษะไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวัดระยะทาง อาจเนื่องมาจากการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อกับสายตายังไม่ดีพอ ทำให้ผลการทดลองของนักเรียนคลาดเคลื่อนไป หรือนักเรียนยังใช้นาฬิกาจับเวลาได้ไม่ถูกต้อง หรือใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์ผิดวิธีทำให้ ไฟไหม้เหล่านี้ครูสามารถสังเกตเห็นได้จากการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนและผลที่คลาดเคลื่อนในรายงานซึ่งครูจะต้องรีบแก้ไขและแนะนำวิธีที่ถูกต้องให้กับนักเรียน”

ฟิสิกส์ เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาส่วนประกอบของสสารและอันตรกิริยาระหว่างส่วนประกอบของสสาร (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2527 : 3) และเน้น กิจกรรมค้นคว้าหาความ

จริงจากธรรมชาติ ในบรรดาแขนงต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์กายภาพ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา ฯลฯ วิชาฟิสิกส์นับว่าเป็นพื้นฐานอันสำคัญ (สสวท.2524: บทนำ)ดังนั้นวิชาฟิสิกส์จึงเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ แพทยศาสตร์ (จันทร์ชัย หญิงประยูร, 2539 :5) นอกจากนี้ สุขุม ศรีธัญรัตน์(2524: คำแถลง) ได้กล่าวว่า "วิชาฟิสิกส์ต้องเป็นการสอนแบบมีการทดลองเป็นรากฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและมุ่งปลูกฝังให้มีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตในสังคม ให้เกิดทักษะที่จำเป็นในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง"

ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งสามด้าน คือ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย โดยเน้นทั้งตัวความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นแนวทางของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ นอกจากจะมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์แล้วผู้เรียนต้องได้รับการฝึกทำกิจกรรมในการเสาะแสวงหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การฝึกทำกิจกรรมเชิงแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริง กับคำอธิบายทางทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้าและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ (สุรสิงห์ นิรชร และ ศิลปชัย บูรณพานิช, 2543)

จุดประสงค์ของวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์คือการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้เนื้อหาเบื้องต้นในวิชาฟิสิกส์ผ่านทางการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งนอกจากจะได้ความรู้แล้วยังเป็นการฝึกให้นักศึกษาคุ้นเคยกับกระบวนการการศึกษาค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์และเป็นการฝึกการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในห้องทดลองของนักศึกษาด้วย ในแต่ละการทดลองนักศึกษาจะมีโอกาสได้เรียนรู้กฎเกณฑ์เบื้องต้นในวิชาฟิสิกส์หลายประการ นักศึกษาต้องสังเกตและบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อจะได้ใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจในกฎเกณฑ์เหล่านั้นต่อไป(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,2540:1)

การปฏิบัติกิจกรรมทดลองของผู้เรียนเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ก็เป็นเช่นเดียวกัน ดังนั้นการวางแผนการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมทดลอง การวัดและประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจึงเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งที่จะส่งเสริมผู้เรียน เรียนรู้ฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง มีทักษะปฏิบัติและเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน (สุรสิงห์ นิรชร และ ศิลปชัย บูรณพานิช, 2543)

การวัดวิธีปฏิบัติงานเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นการวัดถึงการที่ผู้เรียนนำเอาความรู้ ความคิดทั้งหลาย มาใช้ปฏิบัติจริง การประเมินผลด้านปฏิบัติอาจจะประเมินความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นสำคัญครูผู้สอนมักจะประเมิน ด้วยการวัดผลงาน โดยการนำผลงานที่เด็กทำเสร็จแล้วมาประเมินด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ผลการเขียนรายงาน โดยที่ครูไม่ได้ติดตามดูผลการปฏิบัติด้วย การวัดวิธีการปฏิบัติงานและการวัดผลงานโดยทั่วไปใช้การสังเกตเป็นหลักและต้องมีเครื่องมือ

ประกอบการสังเกตโดยใช้แบบสำรวจรายการ(Checklist)หรือการจัดอันดับคุณภาพ(Rating Scale)ช่วยในการสังเกต เป้าหมายของการวัดผลภาคปฏิบัติจะมุ่งไปที่การวัดทักษะ เพราะทักษะหรือความคล่องแคล่วในการปฏิบัติงานและสามารถปฏิบัติได้ถูกต้องเป็นเป้าหมายที่สำคัญของทุกรายวิชาทักษะจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของการศึกษาในการดำรงชีวิตของมนุษย์ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้นทักษะด้านการใช้เครื่องมือก็เป็นพฤติกรรมที่ยังมิได้มีการสอบวัดอย่างเป็นกิจลักษณะแบบทดสอบสำหรับการสอบรวมอาจจัดทำเป็นรูปภาพ และสถานการณ์ในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆที่มีความตรงตามสภาพความเป็นจริงสูง ครูต้องใช้การสอบให้นักเรียนปฏิบัติจริง โดยอาศัยการสังเกตของครูเป็นหลัก การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างระมัดระวังและปลอดภัยนั้น เป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์มากที่สุด(กมล สุดประเสริฐ 2528: 44-49)

เนื่องจากการปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และการมีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องมีและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้การปฏิบัติการทดลองเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ในการใช้เครื่องมือวัดเช่นการใช้ไมโครมิเตอร์ การใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ การใช้เทอร์มอมิเตอร์ การใช้เครื่องชั่ง การใช้ไม้บรรทัดและการใช้นาฬิกาจับเวลา การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมในการปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในด้านความถูกต้องในการปฏิบัติการ ความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ความปลอดภัยในการปฏิบัติการและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการของนักศึกษาว่ามี หรือ ไม่มี และนักศึกษายังมีข้อบกพร่องในทักษะด้านใดบ้าง โดยผู้วิจัยเข้าไปสังเกตตามสภาพจริงขณะที่นักศึกษาปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งผลการสังเกตจะทำให้ทราบว่านักศึกษามีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในด้านที่กำหนดไว้หรือไม่และจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนภาคปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ในการปฏิบัติการทดลองในด้านต่อไปนี้

1. การใช้เครื่องมือวัด
2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2. ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ศึกษาเฉพาะที่กำหนดไว้ในคู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 / ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราช มงคล ซึ่งประกอบด้วยการปฏิบัติการทดลองดังนี้

2.1 การใช้เครื่องมือวัด

2.2 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.3 การดำเนินการทดลอง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การเข้าไปสังเกตการปฏิบัติการฟิสิกส์ของผู้วิจัยไม่มีผลทำให้การปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาแตกต่างไปจากสภาพปกติ

2. การสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาคำนึงถึงการที่นักศึกษาได้ปฏิบัติหรือไม่ได้ปฏิบัติตามทักษะที่กำหนดไว้เท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์** หมายถึง พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกขณะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ด้านคือ ด้านความถูกต้องในการปฏิบัติการ ด้านความชำนาญ และความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ ด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติการ ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการ โดยวัดจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการในการปฏิบัติการทดลองที่กำหนดไว้ตามแบบสังเกต ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การใช้เครื่องมือวัด

1.2 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

1.3 การดำเนินการทดลอง

1.4 การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

2. **ความถูกต้องในการปฏิบัติการ** หมายถึงการปฏิบัติการแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการโดยไม่มีข้อผิดพลาดรวมทั้งการบันทึกตัวเลขและหน่วยได้ถูกต้อง

3. **ความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ**หมายถึงการปฏิบัติการได้ด้วยความว่องไว ราบรื่นไม่ติดขัด และมีความเชี่ยวชาญแม่นยำ

4. **ความปลอดภัยในการปฏิบัติการ** หมายถึง การปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดอันตรายและแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าที่อาจจะเกิดขึ้น ทั้งก่อนปฏิบัติการ ขณะปฏิบัติการและหลังปฏิบัติการเสร็จสิ้น

5. **ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการ** หมายถึง การจัด เครื่องมือ อุปกรณ์ในการปฏิบัติการให้สามารถหยิบ จับ ได้ง่าย การทำความสะอาดและการเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย

6. **นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์**หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ทำการเรียนการสอนที่ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษา 10 สาขาวิชา ได้แก่วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า-กำลัง วิศวกรรมไฟฟ้า-โทรคมนาคม วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเส้นใย วิศวกรรมเสื้อผ้า วิศวกรรมสิ่งทอ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมเคมี และวิศวกรรมพลาสติก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. **ทำให้ทราบว่านักศึกษามีทักษะด้านใดบ้าง และมีด้านใดบ้างที่ยังบกพร่อง**
2. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนฟิสิกส์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการฟิสิกส์ให้ดียิ่งขึ้น
3. เพื่อเป็นแนวทางในการวัดผลประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติการ
4. เพื่อพัฒนาแบบวัดทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์และนำไปใช้อย่างกว้างขวาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เสนอตามลำดับดังนี้

1. การปฏิบัติการทดลอง
   1.1 ความหมายของการปฏิบัติการทดลอง
   1.2 ความสำคัญและประโยชน์ของการปฏิบัติการทดลอง
   1.3 ทักษะปฏิบัติการทดลอง
2. การวัดและประเมินผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
   2.2 วิธีการวัดผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
3. การสังเกต
   3.1 ความหมายของการสังเกต
   3.2 ประเภทของการสังเกต
   3.3 เทคนิคในการสังเกต
   3.4 เครื่องมือช่วยในการสังเกต
   3.5 ความตรงและความเที่ยงของการสังเกต
   3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการสังเกต
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
   4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   4.2 งานวิจัยภายในประเทศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การปฏิบัติการทดลอง

ความหมายของการปฏิบัติการทดลอง

การปฏิบัติการทดลองหรือการทดลองได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวัฒก์ นิยมค้า(2517 : 142 -144)ได้สรุปเกี่ยวกับการทดลองไว้ว่า "การทดลองเป็นการพิสูจน์ตรวจสอบความจริงที่ผู้กระทำการทดลองยังไม่ทราบ หรือเป็นการพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะจริงหรือไม่การทดลองนั้นจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ภาคคือภาควางแผนการทดลอง (ภาคทฤษฎี)และภาคลงมือปฏิบัติ (ภาคปฏิบัติ)"

และยังกล่าวถึงการทดลองสรุปได้ว่า การทดลองมี 3 แบบ คือ แบบลองผิดลองถูก แบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ และแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ นอกจากนี้ ในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบใด ครูอาจจะจัดกิจกรรมในการทดลองได้ 2 แบบคือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) การทดลองแบบนี้ครูกำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารถให้คำตอบออกมา ซึ่งการสอนแบบนี้ไม่ส่งเสริมความคิดเป็นของนักเรียนเท่าที่ควร

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory Works) การทดลองแบบนี้ให้เด็กค้นหาคำตอบเอง โดยครูกำหนดปัญหาให้ เช่นการจะหาความหนาแน่นของแท่งเหล็กรูปทรงกระบอกได้อย่างไร เมื่อเด็กทราบปัญหาแล้ว ครูจะให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วจึงให้เด็กแยกกันทำการทดลองต่อไป แล้วนำผลที่ได้มาอธิบายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2524 : 16) ได้อธิบายเกี่ยวกับการทดลองไว้สรุปได้ดังนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อการหาคำตอบหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนด และควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์ และ / หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์(2532 :141) ได้ให้ความหมายของการทดลองไว้ดังนี้ “การทดลองหมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง
2. การปฏิบัติการทดลองหมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง”

สรุป การทดลองหมายถึงกระบวนการหรือวิธีการที่กระทำเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นจริงหรือไม่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นออกแบบการทดลอง ขั้นดำเนินการทดลองและขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

ความสำคัญและประโยชน์ของการปฏิบัติการทดลอง

ในการทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งมีผู้ได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ของการปฏิบัติการทดลองไว้ดังนี้

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2521 : 92) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองไว้ว่า “การปฏิบัติการทดลอง เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และได้ฝึกทักษะกระบวนการอันเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกัน ขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาให้รู้จักรับผิดชอบร่วมกันและมี เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์”

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา และคณะ (Lunetta and et al . 1981 : 22-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางนิมาน (Positive)

มังกร ทองสุขดี (2525 : 573) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการได้ลงมือปฏิบัติดังนี้

1. ได้รู้วิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ
3. มีวิธีการคิดหาเหตุผลในรูปแบบต่าง ๆ
4. ได้ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278-279) ได้ให้ความสำคัญของกิจกรรมการทดลองว่านักเรียนจะได้รับประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้
2. เป็นเทคนิคที่เป็นรากฐานของการแก้ปัญหา
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้การสรุปครอบคลุม(Generalization) และการใช้การสรุปครอบคลุมดังกล่าวในสถานการณ์ใหม่

4. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะทำการสืบเสาะหาความรู้และค้นพบความรู้
5. ผู้เรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะมากขึ้น
6. ช่วยพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญและมีประโยชน์ ในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนทั้งด้านองค์ความรู้ เช่นความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะปฏิบัติ เช่น การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจคติเชิงวิทยาศาสตร์

ทักษะปฏิบัติการทดลอง

ทักษะปฏิบัติการทดลองเป็นความสามารถที่จำเป็นในการทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องได้รับการฝึกฝน และมีผู้ให้ความหมายของทักษะหรือทักษะปฏิบัติการทดลองดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติการทดลอง ไว้ว่า “ทักษะภาคปฏิบัติการหมายถึงความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น”

พิศาล สร้อยธุหร่ำ (2525 : 47) ได้ให้ความหมายของทักษะภาคปฏิบัติว่า หมายถึง “ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาโครงสร้างและหาความสัมพันธ์ ตลอดจนการเสาะแสวงหาความรู้ การรวบรวมและการรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ”

มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะปฏิบัติการ ลักษณะที่บ่งถึงการมีทักษะปฏิบัติการ และ พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีทักษะปฏิบัติการมีดังนี้

โรเบิร์ต บี ซันด์ และเลสลี ดับบลิว โทรว์บริด (Sund and Trowbridge1969 :86 - 107) ได้กล่าวถึง ทักษะที่ได้จากกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีทักษะหลายด้านที่ควรพัฒนาคือ

1. การใช้เครื่องมือ
2. การวัดและการคำนวณอย่างง่าย
3. การเขียนรายงานการทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล และการจดบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
5. ความเข้าใจในโครงสร้างและการอ่านกราฟ
6. การอธิบายปรากฏการณ์อย่างง่ายที่เกิดขึ้น

7. การสาธิตการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี
8. การทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือ

ลีโอโปลด์ อี คลอปเฟอร์ (Klopfer 1972 : 565 - 580) กล่าวถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่านักเรียนที่มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์หมายถึงนักเรียนที่สามารถติดตั้งเครื่องมือเพื่อการสาธิตหรือการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อตนเอง เช่นตะเกียงอัลกอฮอล์ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์นี้เป็นวัตถุประสงค์ข้อหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517 : 146 - 147) กล่าวว่า ในการปฏิบัติการทดลองทุกเรื่องนักเรียนควรจะมีทักษะอย่างน้อย 5 ประการคือ

1. ทักษะในการได้มาซึ่งข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล (Acquisitive Skills)
2. ทักษะในการจัดระเบียบข้อมูล วิเคราะห์ และลงข้อสรุป (Oganizing Skills)
3. ทักษะในทางความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Skills) ความคิดริเริ่มสร้าง
4. ทักษะในการติดตั้งใช้และซ่อมแซมเครื่องมือ (Manipulative Skills)
5. ทักษะในการเขียนรายงานการทดลอง (Communication Skills)

สำหรับทักษะในการติดตั้งใช้ และซ่อมแซมเครื่องมือประกอบด้วย

1. รู้จักติดตั้งเครื่องมือ นำเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดมาประกอบและติดตั้งได้ด้วยความคล่องแคล่ว ชำนาญ และไม่เกะกะเก้งกาง
2. ใช้เครื่องมือเป็น รู้ว่าเครื่องมืออะไร ใช้สำหรับทำอะไร มีข้อจำกัดแค่ไหน ใช้อย่างไร
3. ซ่อมแซมเครื่องมือในส่วนที่ง่าย ๆ ได้ เมื่อเกิดการชำรุด
4. สร้างเครื่องมือง่าย ๆ ได้
5. รู้จักเก็บรักษาเครื่องมือให้ปลอดภัย

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 15 - 16) ได้กล่าวถึงทักษะด้านการปฏิบัติการ ซึ่งเป็นทักษะในการกระทำหรือปฏิบัติว่า อาจจำแนกได้เป็น 2 พวกคือ

1. ทักษะภาคปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติการทดลองโดยตรง ได้แก่

1.1 ทักษะในการปฏิบัติการ ได้แก่การหยิบจับอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1.2 ทักษะในการสังเกต ได้แก่การสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดหรือเปรียบเทียบและการสังเกตผลการทดลอง

1.3 ทักษะในการดำเนินการทดลอง ได้แก่การปฏิบัติตามตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียน หรือคู่มือการทดลองและการเตรียมการหรือการคิดค้นวิธีใหม่

2. ทักษะในการสื่อความหมายภาคปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและการใช้ผลการทดลองที่ได้รวบรวมไว้ในสมุดหรือรายงานการทดลอง ซึ่งได้แก่

2.1 ทักษะในการบันทึกผลการทดลอง ได้แก่การบันทึกผลการทดลองเป็นตารางหรือกราฟ หรือเขียนแผนภาพ และการจดบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต

2.2 ทักษะในการใช้ผลกาารทดลองได้แก่ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้ การแปลความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป การประเมินสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่ได้และการหาข้อสรุปที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่สังเกตได้

สรุปได้ว่าทักษะปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองด้วยความถูกต้องตามวิธีการเช่นการใช้เครื่องมือถูกวิธี ใช้ได้เหมาะสมกับงาน มีความคล่องแคล่วเชี่ยวชาญในการปฏิบัติการตลอดจนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยมีการทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือและการรู้จักระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง

การวัดและประเมินผลการปฏิบัติทดลองวิทยาศาสตร์

ความหมายของการวัดผลการปฏิบัติการทดลอง

การวัดผลประเมินผลภาคปฏิบัติการทดลอง ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของการวัดผลไว้หลายท่าน ด้วยกันดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89) ให้ความหมายว่า “การวัดผลภาคปฏิบัติ คือความสามารถในการปฏิบัติเป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมด้วยการกระทำโดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการ วิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน”

เผียน ไชยศร (2529 : 37) ให้ความหมายของการวัดผลงานภาคปฏิบัติว่า “การวัดผลงานภาคปฏิบัติเป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยที่บุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการจัดกระทำ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม โดยทางกายหรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส”

สรุป การวัดผลการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การที่ผู้สอนใช้วิธีการ หรือ เครื่องมือต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ เพื่อนำมาตรวจสอบคุณลักษณะของบุคคลนั้น ๆ ที่แสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อวิธีการหรือเครื่องมือเหล่านั้นซึ่งข้อมูล ที่ได้จะกำหนดเป็นตัวเลข หรือปริมาณต่าง ๆ ที่สามารถนำมาแปลความหมายแทนพฤติกกรมที่บุคคล นั้น ๆ แสดงออกมา

วิธีการวัดผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

การวัดผลการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์หรือการวัดผลภาคปฏิบัติ ได้มีผู้สร้างเครื่องมือหรือวิธีการในการวัดไว้หลายวิธีการดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2524 : 26) ได้แบ่งวิธีการทดสอบภาคปฏิบัติ โดยใช้การกระทำของผู้ถูกทดสอบเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ

1. การทดสอบที่ให้ลงมือกระทำ (Performance Test)
2. การทดสอบโดยให้เขียนตอบในกระดาษ (Paper – pencil Test)
3. การทดสอบปากเปล่า (Oral Test)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 : 44- 47) ได้เสนอแนะว่าในการวัดผลการปฏิบัติการทดลองโดยวิธีการสังเกต ผู้สอนอาจบันทึกผลของการสังเกตลงในตารางดังตัวอย่าง

ตารางบันทึกคะแนนการสังเกต

การปฏิบัติการครั้งที่……

ชั้น……...ภาคเรียนที่……ปีการศึกษา……

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ทักษะปฏิบัติ			การสังเกต			การดำเนินการทดลอง			รวม
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	
1.											
2.											
3.											

หมายเหตุ ทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การหยิบจับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

การสังเกต ได้แก่ การสังเกตข้อมูล การสังเกตผลการทดสอบ

การดำเนินการทดลอง ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้และการวางแผนการทดลอง

ความหมายของคะแนน 2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

0 หมายถึง ยังใช้ไม่ได้

วินเซนต์ เอน ลูเนตตา(Lunetta 1981: 21-24)ได้สรุปเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การวางแผนและการออกแบบการทดลอง
2. ทักษะปฏิบัติในการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การสังเกต
5. การจดบันทึกข้อมูล
6. การแปลความหมายของข้อมูลจากการทดลอง
7. ความรับผิดชอบ
8. ความคิดริเริ่มที่จะทำสิ่งใหม่
9. นิสัยในการทำงาน

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 211-214) แบ่งการประเมินผลงานด้านปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ผู้สอนสังเกตได้โดยตรงในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติการ แบ่งลักษณะที่จะต้องสังเกตออกเป็น 3 อย่าง คือ

ก. ทักษะปฏิบัติการ

ก $_1$ การหยิบจับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ก $_2$ การเลือกและการใช้เครื่องมือในการทดลอง

ข. การสังเกตที่ผู้เรียนกระทำ

ข $_1$ การสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ

ข $_2$ การสังเกตผลการทดลอง

ค. การดำเนินการทดลอง

ค $_1$ ดำเนินการทดลองตามวิธีการที่ระบุไว้ในแบบเรียน

ค$_2$ เตรียมการหรือคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ในการทดลอง

แบบฟอร์มในการบันทึกคะแนนที่ได้จากการสังเกตการปฏิบัติการแต่ละครั้งของผู้เรียนมีดังนี้

แบบฟอร์มบันทึกการสังเกตการปฏิบัติการครั้งที่ ……..

ชั้น……ภาคเรียนที่……..ชื่อวิชา……..…ปีการศึกษา……..

เลขที่	ชื่อ – สกุล	ก. ทักษะปฏิบัติการ		ข. การสังเกต		ค. การดำเนินการทดลอง		รวม	หมายเหตุ
		$ก_1$	$ก_2$	$ข_1$	$ข_2$	$ค_1$	$ค_2$		
		12 34 5	12 34 5	12 34 5	12 34 5	12 34 5	1 234 5		

การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง ผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติการ การสังเกต และสามารถดำเนินการทดลองได้ดีมาก โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากผู้สอนเลย

คะแนน 4 หมายถึง ความสามารถทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้สอนให้คำแนะนำบ้างในส่วนที่เป็นรายละเอียดของการทดลอง

คะแนน 3 หมายถึง ผู้เรียนทำการปฏิบัติการได้โดยมีข้อบกพร่องบ้าง และทำได้ดีขึ้นเมื่อได้รับความช่วยเหลือจากผู้สอน

คะแนน 2 หมายถึง ผู้เรียนไม่รอบคอบในการดำเนินการทดลอง ต้องมีผู้สอนคอยช่วย เหลือจึงจะทำได้

คะแนน 1 หมายถึง ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติตามวิธีการหรือทำผิดพลาดโดยผู้สอนต้องให้ ความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะพอทำได้

2. ส่วนที่เป็นงานที่มอบหมายซึ่งรวมทั้งการบันทึกผลการปฏิบัติการ แยกพิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ

2.1 วิธีการบันทึกผลเป็นการเขียนรายงานเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้รวมถึงการสร้างตาราง กราฟ การวาดรูป ตลอดจนการเขียนภาพประกอบการทดลอง

2.2 การใช้ผลการทดลอง ได้แก่การคำนวณโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการแปลความหมายของข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปการประเมินสมมติฐานจากข้อมูลและการหาข้อสรุปที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่สังเกตได้

ยูริ กาเนียลและเอวี ฮอฟสไตน์(Ganiel & Hofstein 1982: 581-591) ได้กำหนดพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ที่จะต้องประเมินในการปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์ ดังนี้

1. ด้านการปฏิบัติการทดลอง ได้แก่
    1.1 การดำเนินการทดลองตามวิธีการที่กำหนดไว้
    1.2 การติดตั้งอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามที่กำหนด
    1.3 การเลือกใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสมกับอุปกรณ์หรือวัสดุที่จะวัด
    1.4 การดัดแปลงเครื่องมืออย่างง่าย
2. ด้านการสังเกตและการวัด
    2.1 การใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง เช่น อ่านสเกล ค่าความคลาดเคลื่อน
    2.2 การปฏิบัติการสังเกตและทำการวัดได้ถูกต้อง
    2.3 การบันทึกผลจากการวัดและการสังเกตได้ชัดเจน
3. ด้านความเป็นระเบียบในการทำงาน
    3.1 การเตรียมเครื่องมือก่อนการทดลองได้อย่างเป็นระเบียบ
    3.2 การบันทึกผลการทดลองได้อย่างเป็นระเบียบและสะอาด
    3.3 มีความปลอดภัยในการปฏิบัติการ
    3.4 ดำเนินการเสร็จภายในเวลาที่กำหนด
    3.5 การทำงานด้วยความตั้งใจ ไม่หยอกล้อเพื่อน
4. ด้านการรบรวมและจัดกระทำข้อมูล
    4.1 การจัดกระทำผลการสังเกตได้ถูกต้อง
    4.2 การบันทึกผลการวัดถูกต้องและชัดเจน
    4.3 การบันทึกผลการวัดในหน่วยที่ถูกต้องและเป็นระบบหน่วยเดียวกัน
    4.4 สร้างกราฟได้ถูกต้อง เช่นการกำหนดสเกล การลงจุด การเลือกเส้นกราฟที่ดีที่สุด
    4.5 การตีความหมายจากกราฟ
    4.6 การเลือกสมการคำนวณหาตัวแปรที่ไม่ทราบค่า
    4.7 การแทนค่าตัวแปรในสมการได้
    4.8 คำนวณผลได้ถูกต้อง
5. ด้านการสรุปและอภิปรายผล
    5.1 เข้าใจวัตถุประสงค์ของการทดลอง ความเชื่อมโยงของแต่ละจุดประสงค์และขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 เลือกการวัดที่จำเป็นในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

5.3 เลือกชนิดของกราฟที่จะนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

5.4 ค้นหาสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองไม่ได้ผล

5.5 ค้นหาสาเหตุที่ทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

5.6 ค้นหาสาเหตุ การทดลองผิดพลาดขั้นตอนใด

5.7 เข้าใจข้อจำกัดของการทดลอง และพยายามคิดหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะทำการทดลอง

5.8 ตั้งสมมติฐานใหม่ ๆ เพื่อที่จะคาดคะเนผลการทดลอง

โกวิท ปวาลพฤกษ์ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2527 : 197) ได้เสนอแนะแนวทางในการวัดผลด้านการปฏิบัติว่ามีสิ่งที่จะต้องวัดสองประการคือ

1. ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงาน มีสิ่งที่จะต้องวัดสองประการคือ

1.1 การวัดวิธีปฏิบัติงาน (Procedure)ได้แก่การวัดวิธีการทัษะและเทคนิคในการปฏิบัติงาน เช่นการใช้เครื่องมือในการทดลอง วิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น

1.2 การวัดผลงาน (Product) เป็นการนำผลงานที่ทำเสร็จจากการปฏิบัติมาประเมินด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความถูกต้อง เป็นต้น

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียนสามารถวัดได้ด้วยวิธีการสังเกต เพราะการสังเกตสามารถเรียนรู้เรื่องราวของนักเรียนแต่ละคนได้ แต่การสังเกตที่ไม่ได้มีการเตรียมการในรายละเอียดต่าง ๆ หรือใช้วิธีการที่ไม่ดี ก็จะทำให้ขาดความเชื่อมั่นได้ วิธีที่จะช่วยให้การสังเกตได้ประโยชน์อย่างเต็มที่ก็คือ ใช้เครื่องมืออื่นประกอบการสังเกต เช่น ใช้แบบสำรวจรายการ (Checklist) หรือการจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) เป็นต้น

เผียน ไชยศร (2529 : 37- 61) ได้สรุปพฤติกรรมด้านการปฏิบัติมีดังนี้

1. การเลียนแบบ(Imitation) เป็นการทำตามที่ละขั้นไปตามที่แสดงให้ดู โดยเน้น การทำตามแบบ ทำไปตามขั้นตอนทีละขั้น มีผู้ทำให้ดูทีละขั้นตอน มีการช่วยเหลือขณะปฏิบัติ

2. การทำโดยยึดแบบ(Patterning)เป็นการทำด้วยตนเองโดยการบอกแนวให้คำชี้แจง หรือทบทวนการปฏิบัติให้ก่อนโดยเน้น ทำหลังจากอธิบายวิธีการให้ ทำหลังจากทบทวนขั้นตอนให้ฟัง ทำหลังจากปฏิบัติให้ดู ทำหลังจากให้ศึกษาจากคำสั่ง

3. การทำด้วยความชำนาญ(Mastering) เป็นการทำให้ถูกต้อง แม่นยำ

เหมาะสมกับเวลา โดยไม่มีการช่วยเหลือ ไม่มีการชี้แจง ไม่มีการแนะนำ ไม่มีการทำให้ดู โดยเน้นความถูกต้อง ความว่องไว ความคงที่ ความประสานสัมพันธ์ ความอดทน ความแน่นอน ความถูกต้องตามสัดส่วน ความแข็งแรง

4. การทำในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้(Applying) เป็นการทำในสถานการณ์ต่าง ๆ ในสถานการณ์ใหม่ หรืออื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่ทำมาแล้วได้ด้วยความถูกต้องในเวลาอันเหมาะสมโดยไม่มีการช่วยเหลือ การแนะนำ โดยเน้น การเลือกทักษะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา การกำหนดทักษะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ความแน่ใจในการใช้ทักษะในยามจำเป็น กำหนดขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา

5. การแก้ปัญหาได้โดยฉับพลัน(Improvising) เป็นการทำเพื่อแก้ปัญหาโดยฉับพลัน ซึ่งอาจเป็นการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ยืดหยุ่น เสนอสอดแทรกสิ่งใหม่เข้าไปกับทักษะที่มีมา โดยเน้น การหาหนทางใหม่ในการใช้ทักษะเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงทักษะที่ต้องทำในวิถีทางที่ต้องปฏิบัต การประสานสัมพันธ์ทักษะที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ๆ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2530 : 97 – 100) ได้สรุปว่า การวัดด้านการปฏิบัติการอาจจะมุ่งวัดวิธีการหรือผลงาน หรือทั้งสองประการ และได้แบ่งการทดลสอบการปฏิบัติออกเป็น 4 ชนิดคือ

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ
2. การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test)
3. การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ (Simulated Performance)
4. การปฏิบัติงานจริง (Work Sample)

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 648 - 652) ได้แนะนำเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ มี 2 อย่างได้แก่

1. ข้อสอบให้ปฏิบัติการ ครูจะให้นักเรียนทำการปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างดังต่อไปนี้

1.1 ให้ทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

1.2 ให้สาธิตการติดตั้งเครื่องมือให้ดู

1.3 ให้สาธิตการใช้เครื่องมือให้ดู

1.4 ให้สาธิตการประกอบเครื่องมือหรือวงจรให้ดู

1.5 ให้สาธิตการตอนกิ่งไม้หรืออย่างอื่นให้ดู

1.6 ให้ทดสอบสารเคมี

1.7 ให้ค้นหาจุดบกพร่องของระบบอันหนึ่ง เช่นระบบไฟฟ้า

2. แบบสังเกตพฤติกรรม ระหว่างการปฏิบัติจะช่วยให้ครูทราบว่าขณะที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เช่นการติดตั้งเครื่องมือ การวัด การปฏิบัติการทดลอง นักเรียนได้มีทักษะการปฏิบัติมากน้อยเพียงใด ในการสังเกตพฤติกรรม แบ่งสเกลอันดับคุณภาพเป็น 3 ระดับได้แก่ ดี พอใช้ ต้องแก้ไข ดังตัวอย่าง

แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติการ

ชั้น.....ห้อง.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....
ครั้งที่.....การทดลองเรื่อง.....
เมื่อวันที่..... .....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อนักเรียน	ทักษะการสังเกตและการวัด			ทักษะการทดลอง									รวม	หมายเหตุ
				การติดตั้งเครื่องมือ			การดำเนินการทดลองและการใช้เทคนิควิธี			การบันทึกข้อมูลและรายงานการทดลอง				
	ดี	พอใช้	แก้ไข	ดี	พอใช้	แก้ไข	ดี	พอใช้	แก้ไข	ดี	พอใช้	แก้ไข		
1..... 2..... 3.....														

หมายเหตุ : 1. ดี = 3 พอใช้ = 2 แก้ไข = 1 หรืออย่างอื่น

2. ทักษะการสังเกตและการวัดกับทักษะการทดลองแล้วแต่จะให้น้ำหนักเช่น1: 2

3. ผลปฏิบัติหรือผลการทดลองดูได้จากรายงานการทดลอง

การแปลผลจากตาราง ถ้าอยากดูทักษะโดยส่วนรวมของแต่ละคนก็ทำได้โดยหาคะแนนเฉลี่ยรายบุคคล แล้วแปลผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.99 โดยส่วนรวมจัดอยู่ในระดับต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 2.00 - 2.99 โดยส่วนรวมจัดอยู่ในทักษะระดับค่อนข้างต่ำ

3.00 โดยส่วนรวมจัดอยู่ในทักษะระดับดี

อุทุมพร จามรมาน (2533 : 35) ได้สรุป การประเมินกระบวนการปฏิบัติมีดังนี้

1. การออกแบบการทดลอง

2. การเลือกเครื่องมือ เครื่องใช้ อย่างถูกต้อง

3. การตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องมือ
4. การดำเนินการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ถูกต้องตามขั้นตอน
5. การใช้เครื่องมือและการอ่านหน้าปัด
6. การระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย
7. การตรวจสอบคุณภาพของงานด้วยตนอง
8. ความสะอาดในการปฏิบัติงาน
9. การทิ้งขยะหรือของที่เหลือใช้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 309 - 311) ได้กล่าวว่า การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการอาจทำได้ดังนี้คือ

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ
2. การตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ
3. การสอบภาคปฏิบัติ

และได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องสังเกตในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะปฏิบัติการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านเทคนิคการทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการทดลอง ความมีระเบียบในการทดลอง

ด้านเทคนิคการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้ถูกต้อง มีความปลอดภัย

การดำเนินการทดลอง หมายถึงนักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการ

ความคล่องแคล่ว หมายถึง นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยความว่องไว มีความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

ความมีระเบียบ หมายถึง นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย ติดตั้งเครื่องมือเรียบร้อย เก็บอุปกรณ์เครื่องมือเข้าที่เรียบร้อย โต๊ะปฏิบัติการสะอาดเรียบร้อย

2. การสังเกตผลการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และผลการทดลองขณะที่นักเรียนเก็บข้อมูลบันทึกผล

3. การแก้ปัญหา เป็นการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติการแก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่าง ๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม

การวัดผลโดยการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการนี้ ครูจะต้องวัดผลการปฏิบัติของนักเรียนพร้อมกับการสอนของครู ในการสังเกตควรแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 3 - 4 คน และสังเกตครั้งละกลุ่ม ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะต่าง ๆ ได้ทั่วถึงกัน ไม่ควร

ให้คนใดคนหนึ่งปฏิบัติอย่างเดียวกันตลอดเวลา เพื่อครูจะได้สังเกตทักษะต่าง ๆ ได้ครบ การให้คะแนน อาจบันทึกลงในแบบบันทึกดังต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

ชื่อ……เลขที่……ชั้น……..

วิชา……ภาคเรียนที่……..ปีการศึกษา…….

การสังเกตครั้งที่	วัน เดือน ปี ที่สังเกต	กิจกรรมหรือการทดลองที่สังเกต	**เทคนิคการทดลอง**			**การดำเนินการทดลอง**			**ความคล่องแคล่วและความเป็นระเบียบ**			**การสังเกตผลการทดลอง**			**การแก้ปัญหา**			**รวม**	**หมายเหตุ**
			2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1 2 3 4 5																			
รวม																			

<u>หมายเหตุ</u> ความหมายของคะแนน

2 หมายถึง ดี

1 หมายถึง พอใช้

0 หมายถึง ใช้ไม่ได้

ธงชัย ชิวปรีชา (2537 : 68-93) กล่าวถึงเทคนิคและวิธีการวัดและประเมินผลทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มี 4 วิธีคือ

1. การใช้แบบทดสอบ
2. การตรวจจากรายงานผลการทำปฏิบัติการ
3. การสังเกตขณะทำปฏิบัติการ
4. การสอบภาคปฏิบัติ

สำหรับการวัดและประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการซึ่งมีวิธีการสร้างดังนี้

การสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการอาจสร้างเป็นแนวกว้าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับการปฏิบัติการทุกเรื่องก็ได้ ในกรณีนี้หัวข้อหรือรายการที่จะสังเกตและประเมินอาจเป็นดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน ก่อนลงมือทำปฏิบัติการ มีการออกแบบและวางแผนการทำปฏิบัติการไว้เหมาะสมเพียงใด

2. ด้านการดำเนินการปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์ ฯลฯ มีความถูกต้อง คล่องแคล่วว่องไว ละเอียดรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัย เหมาะสมเพียงใด

3. ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล สามารถสังเกตและบันทึกข้อมูลได้ละเอียดชัดเจนเพียงใด

4. ด้านการจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล และการสรุปผลการทดลองทำได้ถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจนเพียงใด

5. ด้านความรับผิดชอบ และนิสัยในการทำงาน มีความตั้งใจและจริงใจในการปฏิบัติการเพียงใด ได้ดูแลบำรุงรักษาทำความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการกำจัดของเหลือทิ้งหรือขยะต่าง ๆที่เกิดจากการทำปฏิบัติการได้เหมาะสมเพียงใดการประเมิน พฤติกรรมทั้ง 5 ด้านจะกำหนดมาตราส่วนประเมินค่ากี่ระดับก็ได้ ดังตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการต่อไปนี้

แบบบันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ

ชื่อ……ชั้น……เลขที่……

วิชา……..ภาคเรียนที่……ปีการศึกษา……

ชื่อปฏิบัติการที่สังเกต	วันเดือนปี	คะแนน ผลการสังเกตพฤติกรรม					คะแนนรวม
		ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	ด้านที่ 5	
1 2 3 4 5 6							
	รวม						

หมายเหตุ ด้านที่ 1 = ด้านการออกแบบและวางแผน

ด้านที่ 2 = ด้านการดำเนินการปฏิบัติการทดลอง

ด้านที่ 3 = ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล

ด้านที่ 4 = ด้านการจัดกระทำ แปลความหมายและสรุปผลการทดลอง

ด้านที่ 5 = ด้านความรับผิดชอบและนิสัยการทำงาน

คะแนน 5 = ดียอดเยี่ยม

คะแนน 4 = ดีเยี่ยม

คะแนน 3 = ดี

คะแนน 2 = พอใช้

คะแนน 1 = ต้องปรับปรุง

นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชา(2537:64 - 67) ยังได้กำหนดขอบข่ายของพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของทาเมียร์และ ลูเน็ตตา (Tarmir and Lunetta)ได้ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน

1.1 ความสามารถในการกำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า

1.2 ความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับผลที่จะได้จากการศึกษา

1.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่จะทำการทดสอบในเรื่องนั้น ๆ

1.4 ความสามารถในการออกแบบวิธีการสังเกตหรือการวัดตัวแปรต่าง ๆ

1.5 ความสามารถในการออกแบบการทดลอง

2. ด้านการดำเนินการ

2.1 ความสามารถในการดำเนินการทดลองทั้งการทดลองเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

2.2 ความสามารถในการใช้เครื่องมือ

2.3 ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

2.4 ความสามารถในการคิดคำนวณผลการทดลอง

2.5 ความสามารถในการตัดสินใจเลือกและประยุกต์เทคนิคที่จะใช้ในการทดลอง

2.6 ความสามารถทำตามแผนที่วางไว้ตามแผนที่ตนได้จัดทำไว้

3. ด้านการวิเคราะห์และแปลความหมาย

3.1 ความสามารถในการแปลผลการทดลองให้อยู่ในรูปมาตรฐาน รวมทั้งนำ

เสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่นแผนภูมิ กราฟ

3.2 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

3.3 ความสามารถในการหาขอบเขตความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.4 ความสามารถในการระบุอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด และ / หรือ ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้านั้น ๆ

3.5 ความสามารถในการสร้างและเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

3.6 ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

3.7 ความสามารถในการสร้างคำถามใหม่หรือนิยามปัญหาใหม่ ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. ด้านการนำไปใช้

4.1 ความสามารถในการใช้ข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งหรือเรื่องใหม่ ๆ

4.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานใหม่ โดยอาศัยข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

4.3 ความสามารถในการใช้เทคนิควิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปใช้แก้ปัญหาอื่นหรือตัวแปรอื่น

สรุป ได้ว่าการวัดผลประเมินการปฏิบัติการทดลองมีวิธีการดังนี้

1. การสอบภาคปฏิบัติการอาจจะทำได้โดยการสาธิตให้ดู
2. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการทดลองโดยมีเครื่องมือช่วยในการสังเกต
3. การตวจรายงานผลการปฏิบัติการทดลอง

การสังเกต

ความหมายของการสังเกต

วรรณทิพา รอดแรงค้าและพิมพันธ์ เดชะคุปต์(2532 : 1)ได้สรุปความหมายของการสังเกตไว้ว่า “การสังเกตหมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือประสาทสัมผัสทั้ง 5 เข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติหรือจากการทดลองโดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตเข้าไปด้วย”

เสนอ ภิรมจิตผ่อง (2542 : 107-108)ได้สรุปว่า การสังเกต(Observation) หมายถึง การพยายามใช้ประสาทสัมผัสเพื่อแสวงหาความรู้หรือข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย หรืออาจกล่าวว่า การสังเกตเป็นการเฝ้าดูอย่างเอาใจใส่และจดบันทึกปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการอย่างเป็นระบบ การสังเกตเป็นกรรมวิธีหลักสำหรับรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเชิงทดลองและงานศึกษาภาคสนาม การสังเกตมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ

1. เพื่อทำความเข้าใจและรู้จักคนถูกสังเกตหรือปรากฏการณ์ที่สังเกตให้ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับเป็นแนวทางการศึกษาให้ลึกซึ้งต่อไป

สรุป การสังเกตหมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อค้นหารายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจศึกษา โดยไม่มีอคติต่อสิ่งที่สังเกตนั้น

ประเภทของการสังเกต

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 108 - 109) **การสังเกตที่ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูล**
ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกตโดยมีส่วนร่วม (Participant Observation) การสังเกตวิธีนี้ผู้สังเกตจะเข้าไปร่วมอยู่ในหมู่ผู้ถูกสังเกต และกระทำกิจกรรมร่วมกับผู้ถูกสังเกต การเข้าไปร่วมนี้อาจเป็นการเข้าไปร่วมอย่างสมบูรณ์(Complete Participant) หรือเข้าไปร่วมโดยไม่สมบูรณ์ (Incomplete Participant)ก็ได้กล่าวคือถ้าเข้าไปร่วมโดยสมบูรณ์ ผู้สังเกตจะเป็นสมาชิกผู้หนึ่งของกลุ่ม ร่วมในทุกกิจกรรมเป็นไปตามธรรมชาติ เข้าถึงเหตุการณ์หรือทุกสถานการณ์ ผู้ถูกสังเกตทำกิจกรรมอะไร มีบทบาทอย่างไร ผู้สังเกตจะมีกิจกรรมหรือบทบาทเช่นเดียวกันนั้น การเข้าร่วมโดยสมบูรณ์นี้ผู้ถูกสังเกต จะไม่รู้ตัวเลยว่ากำลังถูกสังเกตพฤติกรรม

2. การสังเกตโดยไม่มีส่วนร่วม (Non - Participant Observation) วิธีนี้ผู้สังเกตจะอยู่วงนอกของผู้ถูกสังเกต กระทำตนเป็นบุคคลภายนอกโดยไม่เข้าไปร่วมกิจกรรมของกลุ่มเลย ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ว่าการสังเกตนั้นถ้าให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวจะทำให้พฤติกรรมของผู้ถูกสังเกตเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใดหรือไม่ ถ้าหากรู้ตัว ผู้ถูกสังเกตจะแสร้งแสดงพฤติกรรมให้ผิดไปจากความเป็นจริง การสังเกตไม่ควรทำโดยไม่รู้ตัว ซึ่งอาจจะทำได้โดยผู้สังเกตอยู่ในที่ซึ่งผู้ถูกสังเกตมองไม่เห็น

เทคนิคในการสังเกต

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 123 – 125) ได้สรุปว่าการสังเกตจะต้องทำความเข้าใจให้แจ่มแจ้งก่อนว่า จะดูจะฟังอะไร จะเห็นหรือรับทราบได้อย่างไร จะสังเกตเมื่อไร และสิ่งที่สังเกตได้หมายความว่าอะไร องค์ประกอบของการสังเกตที่ดีมี 5 ประการคือ

1. จำกัดการสังเกตเป็นการเฉพาะเรื่องไป สิ่งที่อยู่นอกเป้าหมายจะต้องตัดออกไป

2. ต้องสังเกตอย่างมีความหมาย คือแปลหรือตีความหมายออกมาได้ว่าการที่นักเรียนกระทำเช่นนั้น เป็นอย่างไร แปลว่าดีมาก ดี หรือรู้แล้ว การแปลความดังกล่าวจะตีค่า หรือเปลี่ยนเป็นตัวเลขคะแนนต่อไปอีก

3. ต้องดูด้วยวิจารณญาณ จนสามารถเห็นรายละเอียดของประเด็นที่เราสังเกตได้เช่น เด็กไม่เข้าใจหรือทำในสิ่งที่เราคาดว่าควรจะทำได้แต่ทำไม่ได้เป็นเพราะเหตุใด บกพร่องตรงไหน

4. เมื่อสังเกตแล้วควรมีการบันทึกเป็นข้อความสั้น ๆ และบันทึกตามความเป็นจริง

5. ในการสังเกตนั้นควรจะมีแบบสอบถาม และแบบสำรวจต่าง ๆ ควบคู่กันไปด้วย แบบสอบถามหรือแบบสำรวจอาจจะมีรายละเอียดมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับประเด็นที่จะสังเกต

โกวิท ปวาลพฤกษ์ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2523 : 108 -109) ได้ให้หลักในการสังเกตเพื่อให้คะแนนทักษะปฏิบัติดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะสังเกตให้จำกัดเฉพาะเรื่อง
2. สังเกตอย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. สังเกตด้วยความพินิจพิเคราะห์รายละเอียดของสิ่งที่สังเกต
4. ต้องมีการบันทึก

ภัทรา นิคมานนท์(2540: 184-186) ได้สรุปการวัดทักษะการปฏิบัติที่เหมาะสมที่สุด คือการให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงและผู้วัดผลใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตคือการบันทึกข้อมูลการใช้แบบสำรวจ(Checklist) และมาตราส่วนประมาณ ค่า(Rating Scale) การใช้การสังเกตในการวัดทักษะเหมาะกับสถานการณ์ต่อไปนี้

1. ผู้สอบมีโอกาสเห็นการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด
2. ต้องการวัดทักษะกระบวนการทำงานของผู้เรียน
3. ต้องการวัดพฤติกรรมการทำงานของกลุ่มหรือของบุคคล
4. ต้องการวัดคุณลักษณะของการทำงานด้านจิตพิสัย เช่นความสนใจ ความเอาใจใส่ต่อการทำงาน
5. กลุ่มผู้เรียนมีขนาดเล็กสามารถสังเกตได้ทั่วถึง

6. มีลำดับขั้นตอนการทำงานชัดเจน
7. สามารถสังเกตพฤติกรรมหรือผลงานได้

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 109 - 110) ได้สรุปหลักในการสังเกตดังนี้

1. ต้องมีจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจง และแคบที่สุดเท่าที่จะแคบได้
2. วิธีการสังเกตจะต้องเป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้า
3. ข้อเท็จจริงที่สังเกตได้ควรเป็นแบบปริมาณ คือสามารถชั่ง ตวง หรือนับปรากฏการณ์ออกมาเป็นปริมาณหรือเป็นคะแนน เพื่อจะได้นำไปศึกษาเปรียบเทียบต่อไปได้อย่างมีความหมาย นั่นคือการสังเกตจะต้องใช้เครื่องมือช่วยสังเกต
4. ต้องบันทึกผลการสังเกตทันทีหรือโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความจำ ความคิดเห็นและความเชื่อของผู้สังเกตที่จะมีอิทธิพลทำให้ข้อมูลบิดเบือนจากความจริง

เครื่องมือช่วยการสังเกต

ริชาร์ด แอลโอเบอร์ และคณะ (Ober and et al. 1971 : 103-105)ได้กำหนดวิธีการสังเกตเป็น 2 วิธีคือ

1. การสังเกตโดยทางอ้อม (Indirect Observation) การสังเกตโดยวิธีนี้เครื่องมือที่จะใช้วัดคือการออกแบบสอบถามให้ครูหรือนักเรียนตอบและผลของการสอบถามจะสะท้อนถึงสภาพการเรียนการสอนอีกที ตัวอย่างเช่นแบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพห้องเรียวิธีการสร้างเครื่องมือทำนองนี้ควรสร้างขึ้นเฉพาะเรื่องที่เราสนใจจากพฤติกรรมที่สังเกตได้ อาจจะแปลออกเป็นตัวเลขเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ ข้อมูลต่อไป

2. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

2.1 การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง มีข้อเสียคือพฤติกรรมที่ผ่านมาแล้วจะกลับมาดูอีกไม่ได้ เพราะฉะนั้นผู้สังเกตจะต้องมีความแม่นยำในการเช็คพฤติกรรมต่าง ๆ และได้รับการฝึกหัดมาอย่างดี

2.2 การบันทึกภาพ (Videotape) สังเกตโดยการบันทึกภาพไว้ด้วย วิธีนี้ดีแต่สิ้นเปลืองมาก

2.3 การบันทึกเสียง(Audiotap) ใช้เทปบันทึกเสียงช่วยในการสังเกต วิธีนี้มีข้อบกพร่องตรงที่ไม่เห็นกิริยาท่าทาง อาจจะทำให้ผู้สังเกตแปลพฤติกรรมบางอย่างผิดไปได้ในการสังเกตขณะที่มีการเรียนการสอนโดยตรงมักจะทำในช่วงเวลาสั้น ๆประมาณ 3 นาที(ไม่ควรเกิน 5 นาที)หรือไม่ควรน้อยเกินไป เพราะพฤติกรรมที่แสดงออกมาอาจจะไม่ครบตามที่เราต้องการ

สังเกต ถ้าใช้เวลามากไปจะทำให้ผู้สังเกตลืมพฤติกรรมต้น ๆ ที่แสดงออกมา ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย ถ้าทำเช่นนี้จะต้องสังเกตคนเดียวหลาย ๆ ครั้ง และเราต้องทำความเข้าใจ แล้วฝึกเช็คพฤติกรรมไว้ก่อนว่า เราจะสังเกตอะไรบ้าง เช่นการสังเกตการถามคำถาม การแสดงความคิดเห็น ฯลฯ จากผลการสังเกตที่ได้ดูความถี่และดูลำดับขั้นตอนด้วย จะทำให้เราทราบพฤติกรรมในห้องเรียนได้ว่าเป็นอย่างไร สิ่งที่สำคัญในการสังเกตคือผู้สังเกตจะต้องมีความคงเส้นคงวา (Consistency) คือฝึกแล้วจะต้องหาความตรงภายใน(Inter Reliability) คือการที่ผู้สังเกตเหล่านั้นสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกันที่สุด และหาค่าความตรงภายนอก (Intra Reliability) คือการที่ผู้สังเกต หรือผู้ประเมินคนเดียวกันสามารถตัดสินพฤติกรรมต่าง ๆ ได้เหมือนเดิมตลอดไป

อนันต์ ศรีโสภา (2524 : 197-204) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้มาตราส่วนประเมินค่า(Rating Scale)ว่า “มาตราส่วนประเมินค่าสามารถระบุสถานภาพและคุณค่าของสิ่งที่จะวัดได้ และเป็นการบันทึกการรายงานผลการตัดสินใจของผู้สังเกตอย่างมีระดับ” และได้สรุปถึงแบบสำรวจรายการ(Checklist)ไว้ว่าแบบสำรวจรายการประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สอนบันทึกเมื่อพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แบบสำรวจรายการมีประโยชน์ในการประเมินผลกระบวนการหรือวิธีการที่ได้แบ่งการกระทำหรือปฏิบัติการต่าง ๆ อย่างชัดเจน คุณค่าของแบบสำรวจรายการขึ้นอยู่กับทักษะและความระมัดระวังของผู้สร้างเครื่องมือ เพราะแบบสำรวจรายการมีลักษณะดังนี้

1. บังคับให้ผู้สังเกตมุ่งสนใจตามรายการที่ระบุไว้
2. เป็นการเปรียบเทียบการกระทำต่าง ๆ ของนักเรียนกับผู้สังเกต

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะว่าการใช้แบบสำรวจรายการควรมีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. ใช้เมื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้กระทำพฤติกรรมเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่
2. ลักษณะของการกระทำต่าง ๆ ต้องกำหนดไว้ชัดเจน
3. จะต้องสังเกตนักเรียนคนเดียวในแต่ละครั้ง
4. ครูที่จะสังเกตควรได้รับการฝึกว่าจะสังเกตอะไร สังเกตอย่างไร และบันทึกผลการสังเกตอย่างไร

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 649 – 650) เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดทักษะการปฏิบัติ มี 2 อย่าง ได้แก่

1. ข้อทดสอบให้ปฏิบัติการ
2. แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติ แบบนี้จะช่วยให้ครูทราบว่า ขณะที่

นักเรียนได้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การติดตั้งเครื่องมือ การใช้เครื่องมือ การวัด การปฏิบัติการทดลอง นักเรียนได้มีทักษะการปฏิบัติมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะรู้อย่างรวดเร็วได้จากการสังเกตการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเป็นเครื่องมือ การสังเกตพฤติกรรมนี้แบ่งสเกลอันดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ ต้องแก้ไข

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 110 - 116) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตดังนี้

1. มาตรประมาณค่า (Rating Scale) มาตรประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้วัดทักษะการปฏิบัติได้ โดยการแสดงรายการพฤติกรรมที่วัด และตัวบ่งชี้คุณภาพของระดับการปฏิบัติซึ่งกำหนดเป็นโครงสร้างและมีช่วงของมาตรที่มีค่าเป็นตัวเลข หรือระดับของพฤติกรรมให้ผู้ประเมินเลือกตามการตัดสินใจของตนเอง

2. แบบสำรวจรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่ต้องการวัดโดยการบันทึกข้อมูลในแบบตรวจสอบรายการกิจกรรมและพฤติกรรมในการปฏิบัติว่ารายการใดมีรายการใดไม่มี รายการใดมีมาก รายการใดมีน้อย แบบสำรวจรายการประกอบด้วยรายการที่แสดงพฤติกรรมการปฏิบัติงาน เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การประกอบอุปกรณ์จากชิ้นส่วนของวัสดุตามที่กำหนดให้ซึ่งมีลำดับขั้นตอนชัดเจน การสำรวจว่าใช่ - ไม่ใช่ ถูก - ไม่ถูก จะแสดงถึงการปฏิบัติงานว่าทำได้ไม่ได้ตามขั้นตอนหรือตามรายการที่กำหนด การใช้แบบสำรวจรายการในการวัดกระบวนการเน้นการวัดความครบถ้วนของงาน มากกว่าจะวัดคุณภาพของงาน การใช้แบบสำรวจรายการก็ต่อเมื่อต้องการทราบว่าการกระทำหรือพฤติกรรมเฉพาะบางอย่างที่กำหนดไว้นั้นเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน และการสำรวจรายการมักแยกสำรวจเป็นรายบุคคล

3. การบันทึก (Record) การบันทึกเป็นวิธีการที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้ชัดเจน ผู้บันทึกมีอิสระในการบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ การบันทึกอย่างต่อเนื่องจะให้ข้อมูลที่ชัดเจน ในการบันทึกผู้ประเมินควรเขียนพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้นไม่ควรใส่ความเห็นลงไปด้วย ยกเว้นในกรณีที่ต้องการใส่ความเห็น ควรเขียนแยกในส่วนที่แสดงความคิดเห็นอย่างชัดเจน

ความตรงและความเที่ยงของการสังเกต

อนันต์ ศรีโสภา (2524 :194) ได้เสนอแนะวิธีการหาความเที่ยงของการสังเกตไว้ดังนี้

1. ควรวางแผนว่าจะสังเกตอะไรบ้างไว้ล่วงหน้า คือการกำหนดพฤติกรรมอะไรบ้างของนักเรียนที่เราจะสังเกต ซึ่งคล้ายกับการตัดสินใจเลือกเนื้อหาวิชาอะไรบ้างที่เราจะทำการทดสอบในเรื่องการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของ

การทดสอบ อย่างไรก็ดีการที่จะกำหนดพฤติกรรมอะไรบ้างที่จะทำการสังเกตก็ควรจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องและสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับจุดมุ่งหมายด้วย ดังนั้นผู้ที่จะทำการสังเกตจำเป็นต้องทราบจุดมุ่งหมายของการสังเกตว่ามีอะไรบ้าง

2. ควรจะกำหนดเวลาในการสังเกตให้อยู่ในลักษณะแบบสุ่มเพื่อที่จะกำจัดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

3. พยายามทำให้การสังเกตสัมพันธ์กับการสอน ควรจะตระเตรียมการสอนไปพร้อมกับการสังเกต เพราะถ้าได้ทำการสังเกตนักเรียนในขณะที่กำลังสอนจะช่วยให้การสังเกตมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และประหยัดเวลาด้วย

4. ควรบันทึกผลการสังเกตหลังการสังเกตสิ้นสุดลง แต่ไม่ควรทำการบันทึกในขณะทำการสังเกต เพราะจะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าถูกสังเกต บางคนอาจจะแสร้งแสดงออกซึ่งจะทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ไม่ควรตีความหมายหรือสรุปข้อคิดเห็นของการสังเกตระยะเวลาสั้น ๆ ควรจะรอจนกว่าการสังเกตทั้งหมดได้สิ้นสุดลง เพราะการตีความหมายจากการสังเกตครั้งย่อย ๆ อาจจะไปขัดแย้งกับการสังเกตมาโดยตลอด

6. ควรตระเตรียมรายการและแบบฟอร์มที่จะทำการสังเกตให้ชัดเจนซึ่งจะทำให้การสังเกตมีระบบเป็นปรนัยยิ่งขึ้น

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 118 - 119) ได้เสนอแนะวิธีการหาความเที่ยงของการสังเกตไว้ดังนี้

1. ความตรงและการตรวจสอบ ในการรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตนั้นจะต้องมีความตรงตามเนื้อหาเป็นสำคัญคือข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกตตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการศึกษาและสังเกตได้ข้อมูลมาอย่างครบถ้วนด้วย การตรวจสอบความตรงของการสังเกตจะต้องพิจารณาจาก

1.1 ความสอดคล้องชัดเจน และครบถ้วนของข้อมูลและลักษณะข้อมูลที่กำหนดไว้สังเกตกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้ตรวจสอบให้ ถ้าผู้เชี่ยวชาญต่างเห็นว่าสอดคล้องชัดเจนและครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยก็แสดงว่ามีความตรงด้านเนื้อหา

1.2 วิธีที่ใช้สังเกต จะต้องพิจารณาว่า ข้อมูลที่ไปสังเกตนั้นควรใช้วิธีการสังเกตอย่างใด จึงจะได้ข้อมูลตรงตามความเป็นจริง ข้อมูลบางอย่างสังเกตโดยให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัวก็ได้ความจริง

1.3 ผู้สังเกต ต้องพิจารณาว่าผู้สังเกตมีความรู้ความสามารถและความ

พร้อมที่จะสังเกตหรือไม่ การที่จะให้ผลของการสังเกตถูกต้องและครบถ้วน ผู้สังเกตควรมีลักษณะดังนี้

1.3.1 มีประสาทสัมผัสที่ไวและใช้การได้ดี

1.3.2 ต้องมีความไวที่จะประเมินพฤติกรรมที่พบเห็นได้ถูกต้องและแม่นยำสม่ำเสมอ

1.3.3 ต้องมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจที่จะไปสังเกต

1.3.4 ต้องสามารถควบคุมความลำเอียงส่วนตัว (Halo Effect) ที่จะมีผลต่อการสังเกตได้

1.3.5 ต้องมีความสามารถแยกประเด็นที่จะสังเกตและไม่สังเกตออกจากกันได้

2. ความเที่ยงและการตรวจสอบ ความเที่ยงของการสังเกตเป็นความสอดคล้องของการสังเกต ซึ่งอาจจะเกิดจากคนเดียวในเวลาต่างกัน หรือสังเกตพร้อมกันหลายคนในเวลาเดียวกัน การตรวจสอบความเที่ยงจากการสังเกตทำได้โดย

2.1 วิธีให้ผู้สังเกตคนเดียวสังเกตต่างเวลากัน ผู้สังเกตคนเดียวสังเกตสิ่งเดียวกัน 2 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้จากการสังเกตไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลครั้งแรกกับครั้งหลัง ถ้าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือร้อยละของความคงที่สูง ก็แสดงว่าการสังเกตนั้นมีความเที่ยงสูง

2.2 ใช้ผู้สังเกตหลายคนสังเกตพฤติกรรมเดียวกันในกลุ่มเดียวกัน วิธีนี้ใช้ผู้สังเกตตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สังเกตพฤติกรรมที่ต้องการเหมือนกันกับกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแล้วนำไปหาความสัมพันธ์สอดคล้องกันด้วยสูตรของ Scott

ข้อดีของการสังเกต

อนันต์ ศรีโสภา (2521 : 195) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสังเกตว่า มีประโยชน์ต่อครูในการประเมินผลหลายประการ คือ

1. การสังเกตการเรียน การทำงาน ตลอดจนนิสัยการทำงานของนักเรียนบ่อย ๆ เป็นประจำ จะช่วยให้ครูสามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่องกัน นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูสามารถสืบสวนข้อเท็จจริงหรือข้อบกพร่องหรือปัญหาต่าง ๆที่เกิดขึ้น และแก้ไขได้อย่างถูกต้อง และทันท่วงที

2. วิธีการสังเกตต่าง ๆ ก็ใช้เวลาไม่มากไม่กินเวลาเหมือนแบบทดสอบต่าง ๆ

3. ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมีคุณค่าต่อนักวิจัยอย่างมากในการประเมินผลการ

เรียนการสอนของครู และมีข้อมูลอีกมากที่ไม่สามารถเก็บได้โดยวิธีอื่น ๆ นอกจากจะต้องเก็บโดยอาศัยเทคนิคการสังเกตเท่านั้น

ภัทรา นิคมานนท์(2540: 185) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสังเกตดังนี้

1. ได้ข้อมูลที่เป็นปฐมภูมิ คือได้มาจากแหล่งข้อมูลจริง ๆ
2. การสังเกตไม่ได้รบกวน หรือก่อความรำคาญให้กับผู้ถูกสังเกตมากนัก
3. ข้อมูลที่ได้มักจะเป็นข้อมูลที่แท้จริง
4. ผู้สังเกตสามารถบันทึกเหตุการณ์ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ในขณะสังเกตได้ทันท่วงที

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 120 - 121)ได้กล่าวถึงข้อดีของการสังเกตที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย ดังนี้

1. ได้ข้อเท็จจริงด้วยวิธีการสังเกตโดยตรง ข้อมูลที่ได้มีความเชื่อถือได้สูง
2. ช่วยให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนพฤติกรรมในสภาพการณ์และสภาวการณ์ต่าง ๆ อย่างแท้จริง
3. สามารถบันทึกข้อเท็จจริงได้ในระหว่างที่ปรากฏการณ์ที่ต้องสังเกตกำลังเกิดขึ้นจริง ๆ
4. ช่วยให้ได้ข้อเท็จจริงที่ไม่บิดเบือน เพราะเป็นข้อเท็จจริงที่เก็บจากบุคคลนั้นทันทีโดยไม่มีโอกาสที่จะต้องนึกคิดเปลี่ยนแปลง
5. ช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลบางชนิดที่ผู้สังเกตไม่เต็มใจบอกหรือเป็นข้อมูลที่เป็นความลับบางอย่างได้
6. ช่วยรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากที่ได้ด้วยวิธีการอื่น เพื่อช่วยเสริมความรู้ความเข้าใจในข้อมูลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
7. ช่วยให้ได้ข้อเท็จจริงบางอย่างที่เป็นผลพลอยได้

.

ข้อจำกัดของการสังเกต

ภัทรา นิคมานนท์(2540 : 186) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสังเกต

1. ข้อมูลจากการสังเกตขึ้นอยู่กับความสามารถ และประสบการณ์ส่วนตัวของผู้สังเกตอย่างมาก
2. การสังเกตไม่สามารถทำได้ทุกเรื่อง เรื่องที่จะสังเกตมักอยู่ในวงจำกัด บางทีไม่แน่ว่าสิ่งที่เราต้องการจะสังเกตจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เราทำการสังเกตนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. มี บ่อย ๆ ที่ผลการสังเกตได้ไม่ตรงกัน จนยากที่จะหาข้อสรุปที่แน่นอนได้

4. อาจมีเหตุการณ์ที่เราไม่คาดฝันเกิดขึ้นได้ ซึ่งเหตุการณ์นั้นอาจมีผลกระทบกระเทือนต่อการสังเกตได้ เช่นในการปฏิบัติงาน ถ้าเด็กได้รับการฉีดยาก่อนที่เราจะไปสังเกต เด็กอาจจะซึมหรือเจ็บปวดขณะที่ทำการสังเกตก็ได้ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลไม่ตรงกับสภาพที่แท้จริง

5. ผู้สังเกตไม่สามารถที่จะเข้าใจสิ่งที่สังเกตได้ทุกแง่ทุกมุม หรือข้อมูลนั้นไม่สามารถสังเกตได้เสมอไป โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวกับพฤติกรรมภายใน

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง (2542 : 120 - 121) กล่าวถึงข้อจำกัดในการสังเกตไว้ดังนี้

1. ผลของการสังเกตขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของผู้สังเกตเป็นสำคัญ ถ้าผู้สังเกตไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะสังเกตดีพอ หรือไม่มีความเข้าใจในวิธีการสังเกตจะสังเกตได้ผลน้อย

2. เสียเวลามากเพราะพฤติกรรมบางอย่างที่ต้องการสังเกตอาจไม่เกิดขึ้นในระยะเวลาอันสั้นต้องรอเวลาระยะหนึ่งจึงจะเกิดพฤติกรรมนั้น

3. อาจมีเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้น ทำให้ไม่มีโอกาสได้สังเกตเพราะเหตุการณ์หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นยากที่จะคาดคะเนให้ได้แน่นอน เช่นวางแผนว่าจะสังเกตเด็กชายพรชัยในวันพรุ่งนี้ แต่เด็กชายพรชัยเกิดป่วยทำให้เราไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมของเด็กชายพรชัยในวันนั้นได้

4. เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์บางอย่างอาจจะยากที่จะไปสังเกตได้ เช่นเหตุการณ์บางอย่างอาจจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันหลาย ๆ อย่าง และหลาย ๆ แห่ง ทำให้ยากแก่การไปสังเกต

5. เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์บางอย่างไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงไม่สามารถบันทึกผลได้ผู้ถูกสังเกต ถ้ารู้ตัวว่ากำลังถูกสังเกต อาจจะพยายามแสร้งทำ จนทำให้ผู้สังเกตได้ข้อมูลไม่ตรงกับความเป็นจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เจมส์ เอ ซีแมนสกี และ จอร์น อี เพนิค (Shymansky and Penick 1979 : 195-203) ได้ศึกษาการสังเกตพฤติกรรมอย่างมีระบบ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาวิทยาลัย ซึ่งใช้การสังเกตที่เรียกว่า Science Laboratory Interaction Categories (SLIC) พฤติกรรมที่สังเกตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. พฤติกรรมในห้องปฏิบัติการของครูมี 15 ประเภท

2. พฤติกรรมในห้องปฏิบัติการของนักเรียนมี 10 ประเภท ซึ่งสรุปเป็นพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็น 6 ข้อคือ

2.1 การถาม (Asking Questions)

2.2 การให้คำแนะนำในการทดลอง (Giving Direction)

2.3 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของข้อมูลต่าง ๆ (Transmitting)

2.4 พฤติกรรมการตอบสนอง (Providing Feedback)

2.5 การสังเกตและการรวบรวมข้อมูล (Observing and Gathering Interaction)

2.6 การวางแผนหรือการใช้เครื่องมือ (Administering Program or Manipulating Equipment)

กลุ่มตัวอย่างคือ ครู 30 คน และนักเรียน 331 คน ใช้เวลาในการสังเกตพฤติกรรมของครู 30 วินาที และสังเกตนักเรียนครั้งละ 30 นาที เป็นเวลา 82 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสังเกตการอภิปรายก่อน และหลังการทดลอง เพื่อทราบพฤติกรรมของครูและนักเรียนในห้องปฏิบัติการ วิชาที่สังเกตคือ วิชาเคมี พฤกษศาสตร์ สัตววิทยา ธรณีวิทยา ฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ โดยมีแบบสังเกตที่เป็นระบบเป็นเครื่องช่วยในการวัดและประเมินผลที่มีความถูกต้องมากกว่าที่จะประเมินผลจากความรู้สึก หรือจากกระดาษคำตอบรายงานผลการทดลองที่นักเรียนทำส่งเพียงอย่างเดียว จากการสังเกตการเรียนการสอนอย่างมีระบบนี้ยังช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

เวด พาร์คัช โกเอล (Goel 1981 : 646 - A) ได้ศึกษาผลของการใช้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองต่อการมีทักษะปฏิบัติการ และต่อทักษะการคิดของนักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษา

1. ความแตกต่างของทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. ความแตกต่างของระดับการมีทักษะปฏิบัติการทดลองระหว่างนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในกรุงนิวเดลลีจำนวน 28 โรงเรียนแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม 14 โรงเรียน กลุ่มทดลอง 14 โรงเรียน โดยทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำการทดลองเดียวกัน หลังจากนั้นประเมินผลทักษะปฏิบัติการทดลองและทักษะการคิดนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแตก

ต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ระดับการมีทักษะปฏิบัติการทดลองของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ทักษะการคิดของนักเรียนที่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แมรี เจน(มอลลี) แวนเกน(Wankel 1984 : 171-A) ได้ทดสอบความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลองและเนื้อหา โดยการเปรียบเทียบการเรียนการสอนจากวีดิทัศน์กับการเรียนการสอนแบบปฏิบัติจริง ในวิชาฟิสิกส์ระดับวิทยาลัย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการใช้วีดิทัศน์ ในการเรียนรู้การใช้เครื่องมือในการแนะนำการทดลองฟิสิกส์ในเรื่อง คลื่นนิ่ง ในการศึกษาความถี่ของการสั่นของเส้นเชือกซึ่งขึ้นอยู่กับความยาว ความตึง และความหนาแน่นของเส้นเชือก ในเนื้อหาประกอบด้วย

1. การอภิปรายบทบาทของการทดลองที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. การอภิปรายบทบาทของวีดิทัศน์ที่มีต่อการเรียนการสอน
3. การอภิปรายวีดิทัศน์ที่มีต่อการทดลองวิทยาศาสตร์

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการทดลองที่มีการทดสอบก่อน(Pretest)การทดสอบหลัง(Posttest)กลุ่มควบคุม ทำการทดสอบก่อนนักศึกษาจำนวน 36 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 198G Physics ที่ University of Nebraska-Lincoln ซึ่งมีการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ระดับการเรียนรู้ ประสบการณ์ฟิสิกส์ในชีวิตประจำวัน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม จะควบคู่ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้และระดับการเรียนรู้ ให้นักเรียนทดสอบก่อนในเรื่องคลื่นและการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นการศึกษามโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ นักศึกษาที่ทำการทดลองจะเป็นกลุ่มควบคุม ประมาณ 2 หรือ 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มทดลองจะใช้วีดิทัศน์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์ และทดสอบหลังจากที่ทำการทดลองเรื่องคลื่นนิ่ง จากนั้นทดสอบความแตกต่างของคะแนนโดยการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการทดลองพบว่า นักศึกษาที่เรียนจากวีดิทัศน์ กับนักศึกษาที่เรียนจากการใช้เครื่องมือจริงในห้องปฏิบัติการ จะมีพัฒนาการ(ดูจาก Posttest) เหมือนกัน และมีข้อแนะนำจากการวิจัยสำหรับผู้ทำวิจัยและนักศึกษา ว่า วีดิทัศน์เป็นสถานการณ์จำลอง มีความปลอดภัย เงียบ และเป็นเครื่องมือในการสอนการเคลื่อนที่ได้

จอห์น ดับบลิว เรนเนอร์ และ คณะ(Renner and et al. 1985: 649-663)ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อในการปฏิบัติการทดลองวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 12 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ ที่เมืองนอร์แมน รัฐโอกลาโฮมา จำนวน

65 คน และมีการสัมภาษณ์ 6 คน เครื่องมือที่ใช้คือการสัมภาษณ์ก่อนการปฏิบัติการทดลอง และหลังการทำปฏิบัติการทดลอง โดยการบันทึกเทป ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชอบและเชื่อถือในกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง
2. นักเรียนรู้สึกว่าเขาประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น เมื่อทำการปฏิบัติการทดลอง
3. นักเรียนอยากเรียนกิจกรรมปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพราะว่าทำให้จดจำเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ได้ดี ทำให้เกิดความสับสนน้อยลง และทำให้เกิดความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการสังเกต
4. การปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนมีชีวิตชีวา และเกิดความกระตือรือร้น
5. การปฏิบัติการทดลองทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา มีความเชื่อมั่น และเข้าใจความคิดรวบยอด
6. นักเรียนชอบที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวของเขาเองและกิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ได้ตอบสนองความต้องการเหล่านี้
7. นักเรียนสนุกกับการเรียนฟิสิกส์ โดยกิจกรรมทดลองมากกว่าวิธีอื่น

ริชาร์ด จัสติน อิงจิเบรทสัน (Ingebretsen 1988 : 87-A)ได้สำรวจยุทธวิธีที่นักศึกษาใช้ในการออกแบบการทดลอง ในการปฏิบัติการฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบถึงการออกแบบการทดลองโดยการวิเคราะห์แบบ Protocol Analysis โดยนักศึกษารวบรวมมาจากการปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานระดับมหาวิทยาลัยในยูทาห์ ซึ่งมีระบบการจัดกลุ่มโดยการเปรียบเทียบ และมีความตรงอยู่ระหว่างร้อยละ 77 - 100 และพบว่านักศึกษาใช้วิธีการ Means - ends-analysis ในการออกแบบการทดลอง และพบว่าการทดลองที่นักศึกษาออกแบบนี้กว้างและลึกซึ้งกว่าฟิสิกส์พื้นฐาน และผู้ที่มีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ดี จะออกแบบการทดลองและมีทักษะการทดลองดีกว่า

แมกไซน์ ลอยด์ วีท (Veath 1988 : 109-A)ได้เปรียบเทียบผลของการใช้วิธีการทางปฏิบัติการทดลองที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ในการทำความเข้าใจวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยมีจุดมุ่งหมาย

1. เพื่อศึกษาการกำหนดวิธีการทดลองที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ในวิชากลศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัย
2. นักศึกษาที่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในทางนิมาน วิธีการในการทดลองที่แตกต่างและหลากหลาย การนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้พัฒนาการเรียนรู้ จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์

ตัวอย่างประชากร คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับฟิสิกส์ทั่วไป ระดับมหาวิทยาลัย ออกแบบโดยการทำการทดลอง 8 สัปดาห์โดยใช้วิธีการทดลอง 3 วิธีการคือ

1. วิธี Traditional Verification Lab
2. วิธี Prediction-modified Learning Cycle
3. วิธี Intermediate โดยที่วิธีนี้จะอยู่กึ่งกลางระหว่างวิธีที่1 และวิธีที่ 2

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis) จากคะแนนทดสอบก่อนเรียน ทดสอบหลังเรียนจากนักศึกษาจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง พิจารณาจาก

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชากลศาสตร์
2. การนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาความรู้
3. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และการปฏิบัติการทดลอง
4. ระดับคะแนน (เกรด)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. วิธีทดลองวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อย่างมีนัยสำคัญ
2. เจตคติของนักศึกษาที่ทำการทดลองโดยวิธีที่3 มีเจคติในทางนิมานที่ระดับสูงกว่า นักศึกษาที่ทำการทดลองวิธีที่1และวิธีที่ 2
3. ระดับการพัฒนาความรู้ของนักศึกษาและการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์
4. การปฏิบัติการทดลองวิธีที่2 และวิธีที่ 3 มีความสัมพันธ์กับการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ อย่างมีนัยสำคัญ
5. เกรดไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมโนทัศน์

แจ็ก จี เฮน (Hehn 1990 : 138 -A)ได้ศึกษาบุคลิกลักษณะและประสิทธิภาพของผู้ช่วยสอนในการสอนการทดลองฟิสิกส์แบบเปิด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. จัดลำดับพัฒนาการสอนการทดลองฟิสิกส์แบบเปิดที่ Physics Instructional Center (PIC) ในมหาวิทยาลัย นอร์ทเท็กซัส
2. การกำหนดนักศึกษา ภาควิชา และบุคลิกลักษณะของผู้ช่วยสอนในการสอนการทดลองฟิสิกส์แบบเปิด
3. หาคุณลักษณะที่ตรงกันของผู้ช่วยสอนที่อำนวยต่อการเรียนของนักเรียนมากที่สุดและกำหนดเป็นคุณลักษณะของผู้ช่วยสอน

การศึกษานี้ต้องอยู่ภายใต้ขอบเขตของการทดลองแบบเปิดของPostlethwaitเกณฑ์ใน

การพัฒนาหลักสูตร การสอนส่วนบุคคล การสอนแบบวางแผนของ Keller บุคลิกการเป็นผู้นำของนักเรียน และสิ่งต่าง ๆ ที่ส่งเสริมในหลักสูตรโดยดูจาก ทีมงานผู้สอน ผู้ช่วยสอน การสัมภาษณ์นักเรียนและการสำรวจของนักเรียนในการดูบุคลิกลักษณะของผู้ช่วยสอนในการสอนการทดลองฟิสิกส์แบบเปิด สิ่งที่นักเรียนตอบเกี่ยวกับผู้ช่วยสอน

1. มีความตั้งใจจะช่วยในการตั้งคำถาม
2. มีการเตรียมตัวที่ดี
3. มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลอง
4. ไม่มีพฤติกรรมหยาบคายต่อผู้เรียน

แอนิตา รอยโชฮิวรี (Roychodhury 1990 : 237 - A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน โดยเปรียบเทียบการสอนปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานระดับมหาวิทยาลัยแบบปกติกับแบบ Socretic-Dialogue-Inducing (SDI) ซึ่งประกอบด้วยการอภิปราย การเขียนแผนภาพแรง และความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการปฏิบัติการทดลอง โดยสอนแบบSDI จำนวน 6 การทดลอง และสอนแบบปกติ 4 การทดลอง การประเมินผลโดยการเปรียบเทียบคะแนนจาก

1. คะแนนสอบก่อน(Pretest)และคะแนนสอบหลัง(Posttest)การเรียนการสอนกลศาสตร์
2. การเขียนกรอบมโนทัศน์ก่อนและหลังการสอนแบบ SDI
3. การสอบสัมภาษณ์และการสาธิตการปฏิบัติการทดลอง
4. ความสนใจและเจตคติต่อการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วัดจากก่อนและหลังการศึกษานี้

เดนนิส เอ ลิเกนส์ (Likens 1990 : 163-A) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแก้ไขการสอนปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานแบบดั้งเดิมที่ส่งเสริมการสอนเรื่องกลศาสตร์ โดยศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเกี่ยวกับการทดลองที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในภาคทฤษฎี ซึ่งแบ่งได้ 4 ประเด็นคือ

1. วัตถุประสงค์ในการสอนปฏิบัติการกับวัตถุประสงค์ในการสอนทฤษฎี
2. วัตถุประสงค์ในการทดสอบมโนทัศน์กับการเขียนรายงาน
3. การทดลองใดมีความสำคัญในการเรียนทฤษฎี
4. การทดลองใดไม่สัมพันธ์กับภาคทฤษฎี

เก็บข้อมูลโดยการสำรวจ การทดสอบก่อนเรียน ทดสอบหลังเรียนในช่วงกลางภาคและทดสอบซ้ำในปลายภาคเรียน และใช้เกรดและคะแนนสอบเอนทรานส์เป็นตัวแปรร่วม วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการทดลอง พบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนทดสอบหลัง

เรียน และคะแนนสอบเอนทรานส์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การจัดกลุ่มใหม่แยกตามสาขาพื้นฐานทางภูมิประเทศ ขนาดชั้นเรียน เกรดเฉลี่ย สายการเรียนวิทย์-คณิต ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

โจน แมรี บูร์แมน (Boorman 1991 : 194-A)ได้พัฒนา และทดสอบแบบทดสอบภาคปฏิบัติสำหรับวัดความรู้ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยม ศึกษา เครื่องมือที่ใช้คือ Physics Labolatory Skills Test (PLST) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนามาจาก เครื่องมือวัดแบบเดิมที่ใช้วัดความสามารถด้านทักษะกระบวนการในการทดลองฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใน PLST ประกอบด้วย 7 หัวข้อย่อย ซึ่งครอบคลุมวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่ละหัวข้อประกอบด้วยการสอบปฏิบัติการทดลองซึ่งใช้เวลาสอบ 40 นาที ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนสาขาฟิสิกส์จากโรงเรียนประจำท้องถิ่น ตำบล ชุมชน และโรงเรียนเอกชน ใน NY และ PA จำนวน 219 คน ซึ่งได้สอบ PLST ในเดือนพฤษภาคม ปี 1990 ผลการศึกษาพบว่า PLST ใช้ได้ผล มีความตรง ความเที่ยง ในการที่จะใช้วัดทักษะพื้นฐาน (การวัดและการเขียนรายงาน) และทึกษะขั้นสูง (การวางแผนและการวิเคราะห์)

ออสซี-อัลโต (Ossei-Anto 1996: 161-A) ได้ศึกษาการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เลือกเรียนฟิสิกส์ในหัวข้อการมองเห็น โดยการศึกษาระดับของการแสดงทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 2 กลุ่ม จากโรงเรียน 7 แห่งในนิวยอร์คตะวันตก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 แบบคือ แบบA เกี่ยวกับมโนทัศน์ของการหักเหของแสง และแบบB เกี่ยวกับมโนทัศน์ของการสะท้อนแสง แต่ละแบบถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่1 การออกแบบการทดลอง ส่วนที่2 การปฏิบัติการทดลอง และส่วนที่ 3 การให้เหตุโดยที่กลุ่มตัวอย่างจะเลือกได้เพียง 1แบบเท่านั้นผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะหลักที่พบว่ามีการกระทำน้อยคือ ความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยและสาเหตุของข้อผิดพลาด
2. เพศ ระดับการศึกษา และชนิดของวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
3. เพศชายมีการทำงานในแบบA โดดเด่นกว่าเพศหญิง ในขณะที่เพศหญิงมีความโดดเด่นในแบบ B
4. นักเรียนที่เป็นหลักสูตรวิชาเอกฟิสิกส์ จะทำการทดลองได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป และนักเรียนเกรด 12 จะมีคะแนนโดดเด่นออกมาจากนักเรียนเกรด 10 และ 12

งานวิจัยในประเทศ

มาโนช วาทะพุกกณะ (2523 : 68 - 71) ได้ทำการศึกษาสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 268 คน การดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 44.283

2. พฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินแตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่

2.1 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ การใช้หลอดฉีดยา การใช้หลอดหยด การเตรียมสารละลายกรด การใช้กระดาษทดสอบกรดและเบส การเก็บรักษาแม่เหล็ก การปฏิบัติขณะต้มสาร การรินสาร การจับเวลา การทำเครื่องหมาย การใช้กล้องโทรทัศน์อย่างง่าย การใช้หลอดไฟพร้อมขั้ว

2.2 พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่ผลการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ การใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์ การใช้ช้อนตักสาร การใช้ไม้หนีบ การใช้แว่นขยาย การวัดความยาว - สูง การเขย่าหลอดทดลอง การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า การทำความสะอาด และเก็บรักษาเครื่องมือ

3. พฤติกรรมทักษะภาคปฏิบัติที่มีผลการประเมินไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่การปฏิบัติเมื่อกรดหก การปฏิบัติก่อนต้มสาร การใช้เทอร์โมมิเตอร์ การคนสาร การใช้ตาชั่ง

4. ค่าเฉลี่ยของคะแนนสัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศหญิงและเพศชาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนเพศชายและเพศหญิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว (2523 : ค) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 104 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .945

2. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้ทักษะการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .51 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ.01

3. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรม การนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .80 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ฉลองพร แก้ววชิราภรณ์ (2526 : ง) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ กับทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในปีการศึกษา2525 จำนวน 115 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีทัศนคติทางบวกต่อวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถทางทักษะปฏิบัติในการทดลองอยู่ในระดับดีมาก

3. ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะปฏิบัติในการทดลองวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาพ รักนิ่ม (2526 : ค) ได้ศึกษาปัญหาการจัดกิจกรรมการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตการศึกษา 2 พบว่าปัญหาในด้านการจัดกิจกรรมการทดลองครูวิทยาศาสตร์เห็นว่า มีปัญหาอยู่ในระดับต่ำยกเว้นปัญหาด้านการรักษาความปลอดภัย ซึ่งครูวิทยาศาสตร์เห็นว่ามีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางจากการที่เปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างครูวิทยาศาสตร์กับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาใน 4 ด้านคือ ด้านกิจกรรมการทดลอง ด้านห้องทำกิจกรรมการทดลอง ห้องประกอบด้านวัสดุอุปกรณ์การทดลอง และด้านรักษาความปลอดภัย พบว่าทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างครูวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน และผู้ช่วยฝ่ายวิชาการมีความเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สมนึก ตรีราภี (2528 : ข) ได้ศึกษาการฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ในวิชาฟิสิกส์โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึกทักษะโดยใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่าแบบฝึกปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.10 / 90.50และคะแนน

เฉลี่ยจากการทดสอบหลังจากฝึกทักษะมากกว่า แสดงว่าการฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ในวิชาฟิสิกส์โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการทำให้นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์มากขึ้น

ศรีสุวรรณา เดชอุดม (2528 : ค) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้ตัวอย่างประชากรจำนวน 262 คน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ ขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลองรวม 7 ทักษะ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องจำนวนร้อยละ 47.448 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องในแต่ละห้องเรียนดังนี้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ร้อยละ 46.426 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ร้อยละ 44.285 ชั้นมัธยมปีที่ 1/3 ร้อยละ 41.428 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 ร้อยละ 55.0 มัธยมศึกษาปีที่ 1/5 ร้อยละ 42.142 มัธยมศึกษาปีที่ 1/6 ร้อยละ 50.714 มัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ร้อยละ 52.142

2. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ใฝนเกณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวังได้แก่ ทักษะการใช้ตาชั่ง ทักษะการใช้ตะเกียง ทักษะการใช้ช้อนตักสาร ทักษะการใช้หลอดฉีดยา ทักษะการใช้หลอดหยด และทักษะการคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลานั้นนักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าที่คาดหวัง คืออยู่ในระดับเกณฑ์พอใช้

3. การสอนแบบสาธิตทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้งกับการสอนแบบทดลองจะทำให้ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ราเมศ เลียบสื่อตระกูล (2529 : ค) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดชัยนาท ที่มีพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยพิจารณาเชาว์ปัญญาเป็นองค์ประกอบร่วม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2529 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาสังกัดจังหวัดชัยนาท จำนวน 577 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา และแบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 จังหวัดชัยนาท ที่มีพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยพิจารณาเชาว์ปัญญาเป็นองค์ประกอบร่วม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน กล่าวคือนักเรียนที่มีพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยา

ศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง และนักเรียนที่มีพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำด้วย

2. พฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เชาว์ปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศรีลักษณ์ มาโกมล (2529 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติ กับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบภาคปฏิบัติการวิชาเคมี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองประกอบด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน และแบบสอบข้อเขียนซึ่งวัดความรู้และทักษะปฏิบัติตามแบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 (ว031) แล้วนำไปทดสอบกับตัวอย่างประชากร ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 72 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร จำนวน 12 โรงเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบภาคปฏิบัติก่อน เสร็จแล้วทำแบบสอบข้อเขียนทันที แล้วคำนวนหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการเคมี จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียน โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยค่าที (t- test) ผลการวิจัย พบว่าคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีจากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .71

ธีรพล จิณแพทย์ (2530 : ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และสร้างสมการพยากรณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีโดยใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีเป็นตัวพยากรณ์ ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2530 จำนวน 68 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกาญจนบุรีทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน และวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับทักษะปฏิบัติการเคมี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น .44 .74 และ .46 ตามลำดับ

2. มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .9548

3. สมการพยากรณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) ซึ่งพยากรณ์โดยใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) มีรูปแบบดังนี้

$$Y' = 0.07 X_1 + 0.32 X_2 + 4.50$$

ภพ เลาหไพบูลย์(2530 : ง -ฉ) ได้ศึกษารูปแบบของการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบของการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2524 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบฯ คือรูปแบบของการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ เป็มมาตราการจัดอันดับคุณภาพแบบตัวเลข ได้แก่ แบบการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ แบบสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ แบบการสังเกตพฤติกรรมขณะสอบปฏิบัติการ และการตรวจรายงานผลแบบสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และมาตรการวัดทัศนคติตามวิธีของกูด

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 85 คน จาก 50 โรงเรียน ใน 8 จังหวัด ใน เขตการศึกษา 8 และอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 3 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละหาค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว การทดสอบความแตกต่างระหว่างคาเฉลี่ยภายหลังการทดสอบความแปรปรวนตามวิธีของดันแคน

ผลการศึกษาพบว่า ผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4,5,6 นักเรียนทำคะแนนได้อยู่ในเกณฑ์ดี นักเรียนมีความตั้งใจเรียน สนใจในการทำปฏิบัติการทดลองฟิสิกส์ นักเรียนได้แสดงความรู้สึกและความคิดต่อวิชาฟิสิกส์เป็นไปทางบวก และพบว่าอาจารย์ผู้สอน วิชาฟิสิกส์โรงเรียนสาธิตฯ มีความเห็นด้วยเป็นอย่างมากกับรูปแบบการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาฟิสิกส์

เพียงใจ แดนเจริญไพศาล (2533 : ง) ได้ศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการประเมินผล ทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่เคยและไม่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ จำนวน 203 และ 97 คนตามลำดับ ซึ่งสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนรัฐบาล ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สภาพปัจจุบันของการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่กำหนดจุดประสงค์ของการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติสอบภาคปฏิบัติโดยใช้วิธีการสังเกต โดยจัดกิจกรรมการทดลองแบบกำหนดแนวทาง ดำเนินการวัดด้วยตนเอง โดยนำบทปฏิบัติการจากหนังสือเรียนมาใช้เป็นแบบผลทักษะภาคปฏิบัติในระหว่างที่มีการเรียนภาคปฏิบัติซึ่งสามารถสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลองได้ครั้งละ 5 คน ให้คะแนนทักษะภาคปฏิบัติด้วยตนเอง โดยให้คะแนนวิธีการปฏิบัติมากกว่า ผลของการปฏิบัติ และกำหนดอัตราส่วนระหว่างคะแนนภาคปฏิบัติกับคะแนนภาคทฤษฎีไว้ 20 : 80

2. ปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติ

2.1 ครูวิทยาศาสตร์ที่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติประสบปัญหาอยู่ในระดับปานกลางในการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติแต่ละด้าน

2.2 ครูวิทยาศาสตร์ที่ไม่เคยประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติประสบปัญหาซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่ประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง

เรืองชัย ทิมสุวรรณ (2534 : ง) ได้ศึกษาเรื่องความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2533 จำนวน 712 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมทุกด้าน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2521 จะเท่ากับได้เกรด 1 เท่านั้น และเมื่อแยกพิจารณาแต่ละด้านพบว่า

1. ด้านการออกแบบการทดลอง อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์
2. ด้านการเลือกใช้และเก็บรักษาเครื่องมือ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
3. ด้านการดำเนินการทดลอง อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
4. ด้านความปลอดภัยในการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

ทนัย สิงห์พันธ์ (2534 : ค) ได้ศึกษาการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ เครื่องมือประกอบด้วยแบบสังเกตกระบวนการทำงานที่เป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ กับแบบตรวจคุณภาพของผลงานจากรายงาน พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แบบสังเกตที่สร้างขึ้นแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้สังเกตกระบวนการทำงานทั่วไปกับประเภทที่ใช้สังเกตการทำงานเฉพาะการทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าความตรง ความเที่ยง ผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยการพิจารณาตัดสินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง 0.26 ถึง 0.56 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงเชิงจำแนก สามารถแยกผู้เรียนที่มีทักษะการทดลองสูงกับต่ำได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล ระหว่าง 0.37 ถึง 0.87 ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ.05

4. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของผู้ประเมิน 2 คน ได้ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.73 ถึง 0.83

เสน่ห์ ลีลา (2535 : ข) ได้ศึกษาองค์ประกอบด้านนักเรียน ครู และสิ่งแวดล้อมในการเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปปีที่ 4 ปีการศึกษา 2534 จังหวัดศรีสะเกษจำนวน 620 คน ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า ตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์มีอยู่ 8 ตัว เป็นตัวพยากรณ์ ด้านบวก 4 ตัว คือ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และครูฟิสิกส์ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนวิชาฟิสิกส์ ครูมีการศึกษาระดับปริญญาตรี และจำนวนนักเรียนที่ใช้ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม เป็นตัวพยากรณ์ด้านลบ 4 ตัวคือ ครูสอนวิชาฟิสิกส์ 5 - 8 คาบต่อสัปดาห์ นาน ๆ ครั้งครูจึงได้รับการสอบถามปัญหาจากผู้บังคับบัญชา โรงเรียนไม่มีที่เก็บอุปกรณ์โดยเฉพาะ และนักเรียนไม่มีเวลาว่างในการทำการบ้าน ตัวพยากรณ์เหล่านี้ได้ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ได้ร้อยละ 77.54 ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

วารี เอกสาร (2537 :ค) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาญจนบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536

จำนวน 80 คน จาก 10 โรงเรียน ในสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วัดทักษะปฏิบัติตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 - 3 (ว101 - ว203) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเองประกอบด้วยแบบสอบภาคปฏิบัติซึ่งมีแบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน และแบบสอบข้อเขียน ซึ่งมีค่าความเที่ยง.7276 ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.7965และคะแนนทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนด้านเทคนิค การทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ และความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .6323 .4995 .1942 และ .3860 ตามลำดับ

พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540 : ค) ได้ศึกษาทักษะปฏิบัติการในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในด้านการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลองและการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2539 จำนวน 22 กลุ่มการทดลอง ซึ่งสุ่มแบบแบ่งชั้นมาจากโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานครวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า

ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่มีทักษะการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้สารเคมี ทักษะการติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการดำเนินการทดลอง และทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ในการปฏิบัติการเคมี ครบทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความสามารถ ด้านความชำนาญและความคล่องแคล่ว ด้านความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อย ยกเว้น ทักษะการดำเนินการทดลองพบว่าตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่ยังขาดทักษะเกี่ยวกับความชำนาญและความคล่องแคล่ว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. กำหนดประชากร และเลือกตัวอย่างประชากร
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดประชากร และเลือกตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ 1

การเลือกตัวอย่างประชากรดำเนินการดังนี้เลือกนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่1 จำนวน 10 สาขาโดยวิธีแบ่งชั้นได้แก่วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า - กำลัง วิศวกรรมไฟฟ้า- โทรคมนาคม วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเส้นใย วิศวกรรมเสื้อผ้า วิศวกรรมสิ่งทอ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมพลาสติก โดยที่แต่ละสาขาจะมี 10 กลุ่มการทดลอง สุ่มตัวอย่างแบบง่ายจาก 10 สาขา ๆ ละ 4 กลุ่มการทดลอง รวมตัวอย่างประชากรทั้งหมด 40 กลุ่มการทดลอง จำนวน 144 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบตรวจรายการว่า นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในด้านที่กำหนดไว้ในแบบสังเกตหรือไม่ มีวิธีการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเกณฑ์การประเมินภาคปฏิบัติการวิชาฟิสิกส์ของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2530) ทนัย สิงห์พันธ์ (2534) และเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติการเคมีของ พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540) จากนั้นนำมาดัดแปลงเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และกำหนดทักษะที่จะทำการสังเกต 4 ด้าน ดังนี้

1.1 การใช้เครื่องมือวัดได้แก่ ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ไม้บรรทัด หรือ

ไม้เมตรเทอร์มอมิเตอร์ เครื่องชั่ง นาฬิกาจับเวลา

1.2 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

1.3 การดำเนินการทดลอง

1.4 การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

2. เลือกการทดลองที่จะใช้สังเกตจากคู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 / ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อรวบรวมทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ต่าง ๆ ตลอดจนศึกษาจุดประสงค์ของการทดลอง โดยเลือกศึกษาทักษะดังที่กำหนด ดังนี้

การทดลองที่	**เรื่อง**	**ทักษะที่สังเกต**
5	ความหนืด	การใช้ไมโครมิเตอร์ การใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด การใช้นาฬิกาจับเวลา การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลองและ การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม
7	โมเมนต์ความเฉื่อย	การใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ การใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด การใช้นาฬิกาจับเวลา การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม
8	การวัดความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง	การใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบอัลกอฮอล์ การใช้เครื่องชั่งแบบแขนเดียว การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม
13	การเคลื่อนที่เป็นวงกลม	การใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด การใช้นาฬิกาจับเวลา การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และการดำเนินการทดลอง
14	ยังโมดูลัส	การใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด การใช้ไมโครมิเตอร์ การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง และการดำเนินการทดลอง

3. สร้างแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการลงผลการสังเกตพฤติกรรมขณะนักศึกษาปฏิบัติการ โดย

ให้ทำเครื่องหมาย √ เมื่อนักศึกษาแสดงพฤติกรรมทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในแต่ละทักษะ ตามที่กำหนดไว้ในแบบสังเกต

ให้ทำเครื่องหมาย X เมื่อนักศึกษาแสดงพฤติกรรมทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

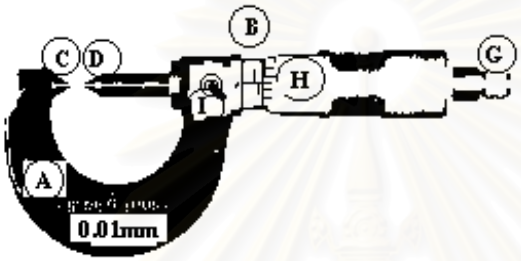
ใน แต่ละทักษะไม่ถูกต้อง หรือไม่ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในแบบสังเกต

4. กำหนดดัชนีชี้พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ทั้ง 4 ด้าน

4.1 พฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความถูกต้องในการปฏิบัติการพิจารณาจากการปฏิบัติการแต่ละขั้นตอนถูกต้องตามวิธีการไม่มีข้อผิดพลาดในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง ตลอดจนการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความถูกต้องในการปฏิบัติการทดลองจากเรื่องความหนืด

1. การใช้เครื่องมือวัด เช่น การใช้ไมโครมิเตอร์



1.1 มือซ้ายจับไมโครมิเตอร์ที่โครง A

1.2 ปรับศูนย์โดยหมุนแกน G ให้ปาก C – D แตะกันพอดี แล้วดูที่ขีดศูนย์ของสเกล H ว่าตรงกับขีดกลางของสเกล B หรือไม่ ไมโครมิเตอร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เมื่อปากวัดC-D สัมผัสพอดี ขีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับกับแกนนอนของสเกลหลัก และขอบของสเกลวงกลมจะทับขีดที่ 0 ของสเกลหลักพอดี

1.3 ทำการวัดโดยหมุนแกน G ให้แกนวัดถอยหลังเพื่อทำให้ปาก C - D เปิดกว้างกว่าขนาดของวัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C - D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้ แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกริ๊กเบาๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

1.4 การอ่านค่าบนสเกล เมื่อวางวัตถุที่ปากของไมโครมิเตอร์จนกระชับแน่นดีแล้ว ในการอ่านค่าให้ดูว่าขอบของสเกล H อยู่ที่เลขขีดใดบนสเกล B ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มของมิลลิเมตรและเศษของมิลิเมตรดูได้จากขีดที่เท่าใดของสเกล H ตรงกับเส้นนอนของสเกล B

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การบรรจุกลีเซอรีนลงในท่อทรงกระบอกใช้กรวยรองแล้วค่อย ๆ เทกลีเซอรีนลงในท่อทรงกระบอกให้เหลือที่ว่างจากปากท่อทรงกระบอกถึงผิวของเหลวประมาณ 10 cm.

2.2 การกำหนดระยะ d ใช้กระดาษกาวติดกำหนดระยะโดยให้ระยะเริ่มต้นอยู่ห่างจากผิวของเหลวด้านบนประมาณ 15 cm. และระยะสุดท้ายกำหนดที่ระยะสูงจากก้นภาชนะประมาณ 5 cm.

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลมใช้ไมโครมิเตอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลม เลือกมา 5 ลูก 5 ขนาด วิธีการวัด ใช้ปาก C - D ของไมโครมิเตอร์วัดผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลม แล้วหมุนให้ปากวัด D สัมผัสกับผิวของลูกกลมพอดี แล้วอ่านค่าที่วัดได้ การอ่านค่าบนสเกล เมื่อวางวัตถุที่ปากของไมโครมิเตอร์จนกระชับแน่นดีแล้ว ในการอ่านค่าให้ดูว่าขอบของสเกล H อยู่ที่เลขขีดใดบนสเกล B ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มของมิลลิเมตรและเศษของมิลิเมตรดูได้จากขีดที่เท่าใดของสเกล H ตรงกับเส้นนอนของสเกล B โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm

3.2 การจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลมเมื่อปล่อยให้ลูกกลมเคลื่อนที่ผ่านมาถึงจุดเริ่มต้นที่กำหนดไว้ให้เริ่มจับเวลาทันที และเมื่อลูกกลมเคลื่อนที่ถึงจุดสุดท้ายให้กดปุ่ม stop ทันที การวัดระยะการเคลื่อนที่ ใช้ไม้บรรทัดวัดระยะที่กำหนดไว้เป็นระยะของการเคลื่อนที่

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

4.1 ใช้แท่งแม่เหล็กดูดลูกกลมขึ้นมาจากก้นภาชนะ

4.2 พฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการพิจารณาจากการปฏิบัติการได้อย่างว่องไว ราบรื่นและมีความเชี่ยวชาญแม่นยำในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง ตลอดจนการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการทดลอง

พฤติกรรม	ทักษะด้านความชำนาญและความคล่องแคล่วในการปฏิบัติการ	
	ปฏิบัติได้อย่างว่องไว ราบรื่น	มีความเชี่ยวชาญแม่นยำ
การใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม	การใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมด้วยความว่องไวราบรื่นไม่ติดขัด ไม่ลังเล สับสน	ลงมือปฏิบัติการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องถามจากครูผู้สอน

4.3 พฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความปลอดภัยในการปฏิบัติการพิจารณาจาก การปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดอันตรายและแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งก่อนปฏิบัติการ ขณะปฏิบัติการ และหลังปฏิบัติการเสร็จสิ้นลงในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลองการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความปลอดภัยในการปฏิบัติการ

พฤติกรรม	ทักษะด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติการ	
	ความระมัดระวัง	แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า
การใช้เครื่องมือวัด ไมโครมิเตอร์	1. การหมุนD เคลื่อนที่สัมผัสวัตถุที่วัดค่อย ๆ หมุน G ห้ามหมุนให้แท่ง D เคลื่อนทีโดยวิธีการปัดแผ่นโลหะ A หมุนรอบแท่ง Dเพราะ ทำให้แท่ง D กระชับแน่นเกินไปทำให้เกลียวสกรูเสียไป และเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย	ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ขณะนั้น
การติดตั้งอุปกรณ์ การทดลองที่ 8 การวัดความจุความร้อนของของแข็ง	การตั้งกาต้มน้ำบนแผ่นความร้อนต้องวางด้วยความระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสกับแผ่นความร้อน	ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ขณะนั้น
การดำเนินการทดลอง การทดลองที่ 8 การวัดความจุความร้อนของของแข็ง	ขณะนำวัตถุที่ต้มจนร้อนไปใส่ในคาลอริมิเตอร์จะต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้โดนร่างกาย	ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ขณะนั้น
การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม การทดลองที่ 8 การวัดความจุความร้อนของของแข็ง	ใช้แขนหนีบจับเทอร์มอมิเตอร์แทนการจับด้วยมือ จะต้องค่อย ๆ หมุนเกลียวแขนหนีบให้ยึดกับเทอร์มอมิเตอร์พอดี อย่าหมุนแน่นเกินไปจะทำให้เทอร์มอมิเตอร์แตกได้	ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ขณะนั้น

4.4 พฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการ พิจารณาจากการจัดเครื่องมือ อุปกรณ์ในการปฏิบัติการให้สามารถหยิบจับได้ง่าย การทำความสะอาดและการเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง ตลอดจนการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรมที่เป็นดัชนีชี้ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการ

พฤติกรรม	ทักษะด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติการ
การใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม	การจัดเครื่องมือ อุปกรณ์ในการปฏิบัติการให้สามารถหยิบจับได้ง่าย การทำความสะอาดและการเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยในการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์ การดำเนินการทดลอง ตลอดจนการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

5. กำหนดเกณฑ์ในการสังเกตพฤติกรรมทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ และให้คะแนนโดยถ้านักศึกษาปฏิบัติได้ถูกต้องได้ 1 คะแนน ถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องหรือไม่ปฏิบัติ ได้ 0 คะแนน

6. การหาคุณภาพของเครื่องมือ

6.1 หาความตรงของเครื่องมือ มีขั้นตอนดังนี้

6.1.1 นำแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาและแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6.1.2 นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try-out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบและศึกษาทักษะปฏิบัติการ

6.1.3 นำเครื่องมือมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.2 หาความตรงของการสังเกต

หาความตรงของการสังเกตระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญมีขั้นตอนดังนี้

6.2.1 ฝึกหัดการใช้แบบสังเกต โดยผู้วิจัยฝึกหัดการใช้แบบสังเกตกับ

ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีประสบการณ์สอนวิชาฟิสิกส์ เป็นเวลามากกว่า 15 ปี และมีความชำนาญในการใช้แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยทดลอง 4 ครั้ง เป็นเวลาจำนวน 12 คาบ

6.2.2 หาความสอดคล้องของการสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ โดยศึกษาค่าความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตระหว่างผู้วิจัย กับผู้เชี่ยวชาญในการใช้แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ หลังจากฝึกการใช้แบบสังเกตตามข้อ 6.2.1 แล้ว

6.2.2.1 ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเข้าไปสังเกตและบันทึกผลการสังเกตทักษะปฏิบัติการ ฟิสิกส์ นักศึกษาที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ทั้งหมด 4 ครั้ง จำนวน 12 คาบ

6.2.2.2 นำข้อมูลจากข้อ 6.2.2.1ไปหาความตรงของการสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ โดยศึกษาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญดังนี้

6.2.2.2.1ให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมโดยมีหลักการให้คะแนนคือ

สังเกตพฤติกรรมได้ตรงกันได้ 1 คะแนน

สังเกตพฤติกรรมได้ไม่ตรงกันได้ 0 คะแนน

6.2.2.2.2 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 6.2.2.2.1มาคำนวณหาค่าร้อยละของคะแนนการสังเกตพฤติกรรมได้ตรงกัน รวมทั้งฉบับ

ค่าความสอดคล้องของการสังเกตพิจารณาจากคะแนนที่สังเกตพฤติกรรมได้ตรงกันอย่างน้อยร้อยละ 85

ผลการสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ค่าความสอดคล้องระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญเท่ากับร้อยละ96.336 95.238 94.505 89.010 ตามลำดับ ส่วนที่ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญสังเกตได้ไม่ตรงกัน ได้มีการอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจให้ตรงกันภายหลังจากการสังเกต

6.3 การหาความเที่ยงของการสังเกต มีขั้นตอนดังนี้

6.3.1 ถ่ายทำเทปบันทึกภาพทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรสาขาเครื่องจักรกลการเกษตร ขณะที่ถ่ายทำเทปบันทึกภาพทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ผู้วิจัยทำการสังเกต ให้เป็นการสังเกตครั้งที่ 1

6.3.2 หลังจากสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ตามข้อ 6.3.1 ไปแล้วต่อจากนั้น 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการสังเกตเทปบันทึกภาพชุดเดิมอีกครั้ง เป็นการสังเกตครั้งที่ 2

6.3.3 นำผลที่ได้จากการสังเกตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาหาค่าความสอดคล้องของการสังเกตของผู้วิจัย

ผลการสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ หาค่าความสอดคล้องของการสังเกตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของผู้วิจัย เท่ากับ 88.095 และ 90.476 ตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเข้าไปสังเกตการปฏิบัติการฟิสิกส์จากนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด 10 สาขา รวมเป็น 40 กลุ่มทดลอง ดังปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่1 จำนวนตัวอย่างประชากรนักศึกษาจำแนกตามสาขาวิชาและจำนวนนครั้งของการสังเกต

สาขาวิชา	จำนวนกลุ่มการทดลอง	จำนวนการสังเกต(ครั้ง)
1. วิศวกรรมโยธา	4	20
2. วิศวกรรมไฟฟ้า-กำลัง	4	20
3. วิศวกรรมไฟฟ้า-โทรคมนาคม	4	20
4. วิศวกรรมเครื่องกล	4	20
5. วิศวกรรมเส้นใย	4	20
6. วิศวกรรมเสื้อผ้า	4	20
7. วิศวกรรมสิ่งทอ	4	20
8. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	4	20
9. วิศวกรรมเคมี	4	20
10. วิศวกรรมพลาสติก	4	20
รวม	40	200

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปติดต่อกับหัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์เพื่ออนุญาตเข้าสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ตามตารางสอนของอาจารย์

3. ทำแผนผังที่นั่งทำปฏิบัติการของกลุ่มทดลองที่จะเข้าไปสังเกต

4. ผู้วิจัย และผู้ช่วยสังเกตเข้าไปทำความคุ้นเคยกับอาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการและนักศึกษาตลอดจนศึกษานักศึกษาที่เป็นตัวอย่างประชากรจนสามารถจำตัวอย่างประชากรแต่ละคนได้ถูกต้อง

5. ดำเนินการสังเกต โดยเลือกตำแหน่งที่สามารถสังเกตได้อย่างทั่วถึง บันทึกผลการสังเกตในแบบสังเกตที่สร้างขึ้น หลังจากนั้นนำข้อมูลที่สังเกตได้มาวิเคราะห์ผล

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มเก็บตั้งแต่ วันที่ 9 กรกฎาคม 2544 จนถึงวันที่ 15 กันยายน 2544 รวมจำนวนการสังเกตทั้งสิ้น 200 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของการสังเกตโดยใช้สูตรหาค่าความสอดคล้องของการสังเกตพฤติกรรม

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

เมื่อ P หมายถึง ค่าร้อยละของความสอดคล้องของการสังเกตพฤติกรรม
n หมายถึง คะแนนที่สังเกตพฤติกรรมได้ตรงกัน
N หมายถึง คะแนนทั้งหมดที่ทำการสังเกตพฤติกรรม

(ประคอง กรรณสูต, 2538)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย โดยผู้วิจัยนำผลการสังเกตจากแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์มาวิเคราะห์โดยการจำแนกร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในแต่ละด้าน โดยใช้สูตร

$$P = \frac{n}{N} \times 100$$

เมื่อ P หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนน
n หมายถึง คะแนนที่ได้
N หมายถึง คะแนนเต็มทั้งหมด

(ประคอง กรรณสูต, 2538)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เป็นการวิจัยเชิงศึกษาสำรวจ เก็บข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 40 กลุ่มการทดลอง จำนวน144 คน จาก 5 การทดลอง รวมทั้งสิ้น 200 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการใช้เครื่องมือวัด (ตารางที่ 2)
2. ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง(ตารางที่ 3)
3. ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดำเนินการทดลอง (ตารางที่ 4)
4. ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดัดแปลง อุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม(ตารางที่ 5)

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการใช้เครื่องมือวัด 6 ชนิด ปรากฏดังตารางที่2

ตารางที่ 2 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทั้ง 6 ชนิด ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

การใช้เครื่องมือวัด	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องมือวัด							ค่าเฉลี่ย
	ความถูกต้อง	ความชำนาญคล่องแคล่ว		ความปลอดภัย		ความมีระเบียบเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	ทำความสะอาด	การเก็บ	
1.ไมโครมิเตอร์	65.114	72.750	76.595	92.310	-	88.460	95.830	81.843
2. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์	92.301	78.472	91.666	100	-	75.690	93.750	88.646
3เทอร์โมมิเตอร์	95.138	90.273	93.055	79.164	-	90.972	100	91.433
4. เครื่องชั่ง	61.530	83.333	83.333	72.220	-	74.306	100	79.120
5. ไม้บรรทัด	100	100	100	91.640	-	100	94.874	97.752
6. นาฬิกาจับเวลา	100	96.990	96.527	100		100	100	98.919

จากตารางที่ 2 ผลของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดทั้ง 6 ชนิด พบว่านักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดตั้งแต่ร้อยละ61.530 -100 และพบว่านักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องชั่งในด้านความถูกต้องน้อยกว่าทักษะด้านอื่น ๆ คือร้อยละ 61.530 และพบว่านักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดบ้างด้านถึงร้อยละ 100 ได้แก่ การใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรและนาฬิกาจับเวลาได้อย่างถูกต้อง การใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรได้

อย่างรวดเร็วและมีความเชี่ยวชาญแม่นยำ การใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์และนาฬิกาจับเวลาด้วยความระมัดระวัง การทำความสะอาดไม้บรรทัดหรือไม้เมตรและนาฬิกาจับเวลา การเก็บเทอร์มอมิเตอร์ เครื่องชั่งและนาฬิกาจับเวลา เข้าที่อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย เนื่องจากไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจึงไม่พบพฤติกรรมการแก้ไขเหตุการณ์ เฉพาะหน้า

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

การทดลองที่สังเกต	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง							ค่าเฉลี่ย
	ความถูกต้อง	ความชำนาญคล่องแคล่ว		ความปลอดภัย		ความมีระเบียบเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	ทำความสะอาด	การเก็บ	
1. ความหนืด	100	100	100	96.520	-	100	-	99.304
2. โมเมนต์ความเฉื่อย	100	100	100	80.550	-	90.970	-	94.304
3. ความจุความร้อนจำเพาะ	76.920	88.190	100	100	-	77.77	-	88.576
4. เคลื่อนที่เป็นวงกลม	100	93.055	100	100	-	100	-	98.611
5. ยังโมดูลัส	100	100	100	100	-	100	-	100

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองถึงร้อยละ100 ยกเว้นการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษาติดตั้งอุปกรณ์ได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 76.920 การทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งและการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมนักศึกษามีความรวดเร็วในการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเป็นร้อยละ 88.190และร้อยละ93.055 ตามลำดับ การทดลองเรื่องความหนืดและ การทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยนักศึกษามีความระมัดระวังในการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเป็นร้อยละ96.520และ80.550 ตามลำดับ และการทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษาทำความสะอาดบริเวณทดลองเป็นร้อยละ 90.970และร้อยละ77.77 ตามลำดับ เนื่องจากไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจึงไม่พบพฤติกรรมการแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า

หมายเหตุ ในขณะติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง ไม่รวมถึงการเก็บอุปกรณ์

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดำเนินการทดลอง ปรากฏดังตาราง ที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดำเนินการทดลอง ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

การทดลองที่สังเกต	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดำเนินการทดลอง							ค่าเฉลี่ย
	ความถูกต้อง	ความชำนาญคล่องแคล่ว		ความปลอดภัย		ความมีระเบียบเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	ทำความสะอาด	การเก็บ	
1. ความหนืด	100	92.300	90.090	86.110	-	100	100	94.750
2. โมเมนต์ความเฉื่อย	100	100	93.055	63.194	-	90.972	100	91.203
3. ความจุความร้อนจำเพาะ	64.583	76.920	78.472	100	-	100	100	86.662
4. เคลื่อนที่เป็นวงกลม	100	100	100	100	-	92.998	100	98.833
5.ยังโมดูลัส	100	100	100	100		100	100	100

จากตารางที่ 4 พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะการดำเนินการทดลองถึงร้อยละ 100 ยกเว้นการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษาดำเนินการทดลองไดถูกต้องตามวิธีการเพียงร้อยละ64.583 การทดลองเรื่องความหนืดและการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษาดำเนินการทดลองด้วยความรวดเร็วร้อยละ92.300และร้อยละ76.920 ตามลำดับ การทดลองเรื่องความหนืด การทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษามีความเชี่ยวชาญแม่นยำในการดำเนินการทดลองร้อยละ90.090 93.055 และร้อยละ78.472 ตามลำดับ การทดลองเรื่องความหนืดและการทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยนักศึกษาดำเนินการทดลองด้วยความระมัดระวัง ร้อยละ86.110และร้อยละ63.194 ตามลำดับ การทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลมนักศึกษาทำความสะอาดบริเวณการทดลองและอุปกรณ์การทดลองร้อยละ90.972 และร้อยละ92.998 ตามลำดับ เนื่องจากไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจึงไม่พบพฤติกรรมการแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า

ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

การทดลองที่สังเกต	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม							ค่าเฉลี่ย
	ความถูกต้อง	ความชำนาญคล่องแคล่ว		ความปลอดภัย		ความมีระเบียบเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	ทำความสะอาด	การเก็บ	
1. ความหนืด	100	92.300	92.300	86.110	-	100	100	95.118
2. โมเมนต์ความเฉื่อย	69.230	69.230	69.230	69.230	-	69.230	69.230	69.230
3. ความจุความร้อนจำเพาะ	38.460	38.460	38.460	38.460	-	38.460	38.460	38.460

จากตารางที่ 5 พบว่าการทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยและการทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งนักศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมทุกด้านมีค่าเฉลี่ยร้อยละ69.230และร้อยละ38.460ตามลำดับ การทดลองเรื่องความหนืดนักศึกษาทำการการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมด้วยความรวดเร็วและมีความเชี่ยวชาญแม่นยำร้อยละ92.300 มีความระมัดระวังความปลอดภัยร้อยละ86.110 เนื่องจากไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจึงไม่พบพฤติกรรมการแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ในด้านการใช้เครื่องมือวัด การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 ได้แก่สาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า-กำลัง วิศวกรรมไฟฟ้า-โทรคมนาคม วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเส้นใย วิศวกรรมเสื้อผ้า วิศวกรรมสิ่งทอ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมเคมี และวิศวกรรมพลาสติก จำนวน ทั้งหมด 40 กลุ่มการทดลอง เป็นนักศึกษาทั้งหมด 144 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบตรวจรายการ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากเกณฑ์ในการประเมินผลภาคปฏิบัติของ ภพ เลาหไพบูลย์(2530) ทนัย สิงห์พันธ์ (2534) และพรพรหม สัมฤทธิ์ (2540) แล้วนำผลของการศึกษามาสรุปเพื่อให้ได้เกณฑ์ในการประเมินผลทักษะปฏิบัติโดยวิธีสังเกต เครื่องมือนี้มีความตรงตามเนื้อหาโดยการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ส่วนความตรงของการสังเกตของผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกต ตรวจสอบโดยหาความสอดคล้องของการสังเกต

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเข้าไปสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ แล้วบันทึกผลการสังเกตในแบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ ผู้วิจัยทำการสังเกตกุ่มตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 200 ครั้ง ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 10 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ 200 ครั้งแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในรูปตาราง ประกอบคำอธิบายตามลำดับขั้นดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการใช้เครื่องมือวัด ได้แก่ การใช้ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง ไม้บรรทัดหรือไม้เมตร และนาฬิกาจับเวลา
2. การวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง ในการทดลองเรื่องความหนืด การทดลองเรื่องการหาโมเมนต์ความเฉื่อย การทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม และการทดลองเรื่องยังโมดูลัส
3. การวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดำเนิน

การทดลองในการทดลองเรื่องความหนืด การทดลองเรื่องการหาโมเมนต์ความเฉื่อย การทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม และการทดลองเรื่องยังโมดูลัส

4. การวิเคราะห์ค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ในด้านการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ในการทดลองเรื่องความหนืด การทดลองเรื่องการหาโมเมนต์ความเฉื่อย การทดลองเรื่องการวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง

สรุปผลการวิจัย

นักศึกษาส่วนใหญ่มีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ในทุก ๆ ด้าน มีค่าเฉลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ 64.600 ถึง ร้อยละ100 แยกพิจารณาได้ดังนี้

1. การใช้เครื่องมือวัด นักศึกษามีทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรและนาฬิกาจับเวลา ครบทั้งด้านความถูกต้อง ด้านความชำนาญและคล่องแคล่ว ด้านความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยโดยมีทักษะการใช้เครื่องมือวัดค่าเฉลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ79.120 ถึงร้อยละ98.919

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองนักศึกษามีทักษะการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองครบทั้งด้านความถูกต้อง ด้านความชำนาญและคล่องแคล่ว ด้านความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยโดยมีทักษะการติดตั้งอุปกรณีการทดลองค่าเฉลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ88.576 ถึงร้อยละ100

3. การดำเนินการทดลองทั้ง 5 การทดลอง พบว่านักศึกษามีทักษะในการดำเนินการทดลองครบทั้งด้านความถูกต้อง ด้านความชำนาญและคล่องแคล่ว ด้านความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อย โดยมีทักษะการดำเนินการทดลองค่าแลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ86.662 ถึงร้อยละ100

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมพบว่านักศึกษามีทักษะในการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมครบทั้งด้านความถูกต้องด้านความชำนาญ และคล่องแคล่ว ด้านความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยโดยมีทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสมค่าเฉลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ64.600ถึง ร้อยละ69.230

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายดังนี้

1. นักศึกษามีทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์มีค่าเฉลี่ยร้อยละไม่ต่ำกว่าร้อยละ 64.600 ถึง ร้อยละ100

2. จากการศึกษาทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทั้ง 6 ชนิด จะเห็นว่านักศึกษามีทักษะการใช้เครื่องชั่งมีความถูกต้องน้อยที่สุดคือร้อยละ 61.530 เนื่องจากว่านักศึกษาไม่ได้ทำการปรับศูนย์ของเครื่องชั่งก่อนที่จะทำการชั่งวัตถุ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการใช้เครื่องชั่งเพราะถ้าหากไม่ทำการปรับศูนย์แล้วจะทำให้ผลการชั่งวัตถุที่ได้ไม่ตรงตามความเนื่องจากไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจึงไม่พบพฤติกรรมการแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าเป็นจริงเนื่องจากเครื่องชั่งอาจจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ และจะส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ และจะเห็นว่านักศึกษามีทักษะการใช้ไม้บรรทัดหรือไม้เมตรและนาฬิกาจับเวลามี

ความถูกต้องร้อยละ100 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเครื่องมือวัดทั้ง 2 ชนิดนี้นักศึกษามีความคุ้นเคยและใช้งานอยู่บ่อย ๆ จึงมีทักษะการใช้เครื่องมือเหล่านี้เป็นอย่างดี

3. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองจะเห็นว่านักศึกษามีทักษะในการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเรื่องการหาความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง(การทดลองที่8)น้อยกว่าการทดลองอื่น คือร้อยละ 76.920 ทั้งนี้เป็นเพราะว่านักศึกษาส่วนใหญ่อ่านคู่มือปฏิบัติการแล้วไม่เข้าใจทำให้ทำการทดลองผิดพลาดไป เช่น การใส่น้ำในคาลอริมิเตอร์มากเกินไป การวางเทอร์โมมิเตอร์ไม่ตรงและการต้มน้ำอุณหภูมิยังไม่คงที่นักศึกษาก็ดำเนินการทดลอง ซึ่งจะส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนมาก

4. การดำเนินการทดลองในการทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยนักศึกษามีความระมัดระวังความปลอดภัยน้อยกว่าการทดลองเรื่องอื่นๆ (ร้อยละ 63.194)จะเห็นว่าเวลาปล่อยให้มวลซึ่งหนักตั้งแต่ 0.5 ถึง 3.0 กิโลกรัมเคลื่อนที่ นักศึกษาบางคนจะนั่งอยู่ใกล้ ๆ หรืออยู่ด้านล่างซึ่งถ้าหากเกดอุบัติเหตุขึ้นมาก็จะเป็นอันตรายมาก และในการทดลองเรื่องความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง(การทดลองที่8)นักศึกษาดำเนินการทดลองมีความถูกต้องน้อยกว่าการทดลองเรื่องอื่น สืบเนื่องมาจากการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองที่ยังไม่ถูกต้อง

5. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม ผู้วิจัยกำหนดอุปกรณ์และเครื่องมือไว้เพื่อให้นักศึกษาสามารถดัดแปลงได้ตามความเหมาะสมในการทดลองเรื่องความหนืดจะมีแท่งแม่เหล็กสำหรับดูดเอาลูกกลมขึ้นมาจากก้นท่อทรงกระบอก ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่สามารถนำมาใช้ได้ดี ส่วนการทดลองเรื่องโมเมนต์ความเฉื่อยจะมีน้ำมันหล่อลื่นให้ใช้เพื่อลดแรงเสียดทานของเพลาแต่พบว่ามีนักศึกษาที่นำมาใช้เพียง ร้อยละ69.23 และในการทดลองเรื่องการความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง(การทดลองที่8) จะมีไม้หนีบพร้อมขาตั้งไว้ให้นักศึกษาใช้จับเทอร์โมมิเตอร์ขณะวัดในน้ำที่ต้มจนเดือด ซึ่งพบว่านักศึกษานำมาใช้น้อยมากคือร้อยละ38.46เท่านั้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการวัดผลประเมินผลภาคปฏิบัติการฟิสิกส์ควรมีการใช้วิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายมาผสมผสานกันเช่นการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ การให้นักศึกษาสาธิตวิธีการ หรือกระบวนการบางอย่างให้ดู การทดสอบภาคปฏิบัติ และการตรวจรายงาน

2. ในขณะปฏิบัติการถ้าพบว่านักศึกษาคนใดปฏิบัติการใด ๆ ไม่ถูกต้อง ผู้สอนจะต้องแนะนำวิธีการที่ถูกต้องทันที เพราะถ้าปล่อยไว้จะเป็นการเข้าใจผิดและทำการปฏิบัติการครั้งต่อไปไม่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าและมีการพัฒนาแบบตรวจรายงานเพื่อให้ผู้สอนใช้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

2. ควรมีการศึกษาเจตคติต่อปฏิบัติการฟิสิกส์ และต่อวิชาฟิสิกส์

รายการอ้างอิง

กมล สุดประเสริฐ. **แบบทดสอบเพื่อวัดผลภาคปฏิบัติ**. วารสารการวิจัยทางการศึกษา 5(เมษายน- มิถุนายน 2528)47.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น:คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2521.

โกวิท ปวาลพฤกษ์ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. **การประเมินผลในชั้นเรียน**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช. 2523.

โกวิท ปวาลพฤกษ์ และ สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. **การประเมินผลในชั้นเรียนฉบับพัฒนา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช. 2527.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน.**การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ**.กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน.**แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544)**.กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541.

จันทร์ชัย หญิงประยูร.**การค้นหารูปแบบใหม่ของการศึกษาวิทยาศาสตร์**.วารสารสสวท. 24(ตุลาคม – ธันวาคม 2539)3 – 6.

จีระพันธุ์ พูลพัฒน์. หลักสูตรและการสอน.กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**ปฏิบัติการฟิสิกส์การแพทย์**. คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์, 2541.

ฉลองพร แก้ววชิราภรณ์.**ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 5 . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

ทนัย สิงห์พันธุ์.**การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4**.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ทบวงมหาวิทยาลัย. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม** 1 , 2 . กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัย , 2524.

ทบวงมหาวิทยาลัย. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม** 3 . กรุงเทพมหานคร:ทบวงมหาวิทยาลัย ,2525.

เทคโนโลยีราชมงคล,สถาบัน.**คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์1/ฟิสิกส์พื้นฐาน1**. คณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาฟิสิกส์.,2544 .

เทคโนโลยีราชมงคล,สถาบัน.**คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์1**. วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา :คณะวิชาสามัญ แผนกวิทยาศาสตร์, (มปป).

เทคโนโลยีสุรนารี,มหาวิทยาลัย.**ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1**.นครราชสีมา: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาฟิสิกส์ 2540.

ธงชัย ชิวปรีชา. **ประมวลชุดวิชาสาระวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 13 – 15.** กรุงเทพมหานคร : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,2537.

ธีรพล จิณแพทย์. **ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531.

บุญชม ศรีสะอาด. การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา.กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2521.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. **คู่มืออาจารย์: การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การพิมพ์พระนคร, 2524.

ประคอง กรรณสูต.**สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ประวิตร ชูศิลป์. **เอกสารนิเทศการศึกษาฉบับที่ 233 : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู**, 2524.

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว. **การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4** . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523.

เผียน ไชยศร. **การวัดผลงานภาคปฏิบัติ** .วารสารการวัดผลการศึกษา. 8 (กันยายน-ธันวาคม 2529) : 37-61.

ผดุงยศ ดวงมาลา. **การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา**. สงขลา: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

พวงแก้ว ปุณยกนก และสุวิมล ว่องวานิช. **การวัดภาคปฏิบัติ**.ภาควิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2534 . (เอกสารอัดสำเนา)

พิศาล สร้อยธุหร่ำ. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: วิคตอรี่เพาเวอร์พอยท์, 2525.

ไพศาล หวังพานิช. **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช,2526.

เพียงใจ แดนเจริญไพศาล. **ปัญหาการประเมินผลทักษะภาคปฏิบัติในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์

ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ภพ เลาหไพบูลย์. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

ภัทรา นิคมานนท์. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพมหานคร:อักษรบัณฑิต. 2529.

มหาวิทยาลัยรังสิต.**คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับพยาบาล**.กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ภาควิชาฟิสิกส์ 2540.

มาโนช วาทะพุกกณะ. **สัมฤทธิผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุญวัฒนานครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

มังกร ทองสุขดี. **ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์**. วารสารวิทยาศาสตร์ 36(สิงหาคม 2525) : 573.

ราเมศ เลียบสื่อตระกูล. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดชัยนาท ที่มีพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยพิจารณาเชาว์ปัญญาเป็นองค์ประกอบร่วม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

เรืองชัย ทิมสุวรรณ. **ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

วรรณทิพา รอดแรงค้าและพิมพันธ์ เดชะคุปต์. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.),2532.

วารี เอกสาร. **ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

ศรีลัษณ์ มาโกมล. **ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนปฏิบัติการวิชาเคมีที่ได้จากแบบสอบภาคปฏิบัติกับแบบสอบข้อเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 4 . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2530.

ศรีสุวรรณา เดชอุดม. **ทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 1

โรงเรียน วัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2528.

สมนึก ตรีราภี.**การฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบฝึกปฏิบัติการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. **การวัดด้านปฏิบัติ**. วารสารการวิจัยทางการศึกษา 17(มกราคม-มีนาคม 2530)97-124.

สิปปนนท์ เกตุทัต. **แนวคิดเกี่ยวกับทิศทางและนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษาของประเทศไทย**.วารสารวิชาการ 5(พฤษภาคม 2541)2 – 15.

สุขุม ศรีธัญรัตน์. **แบบเรียนฟิสิกส์เล่ม1**. กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์คุรุสภา,2524.

สุนันท์ สังข์อ่องและบริบูรณ์สุข บัญชรเทวกุล.**เอกสารการสอนวิทยาศาสตร์** ภาควิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. (เอกสารอัดสำเนา)

สุภาพ รักนิ่ม. **ปัญหาการจัดกิจกรรมการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตการศึกษา 2** .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2526.

สุรสิงห์ นิรชร และศิลปชัย บูรณพานิช. **การเรียนการสอนฟิสิกส์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. การประชุมปฏิบัติการนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สำหรับครูยุคใหม่ ฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สุวัฒก์ นิยมค้า. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1 , 2**. กรุงเทพมหานคร : เจนเนอรัลบุคส์เซนเตอร์, 2531.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวัฒก์ นิยมค้า. **การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.**การสร้างเครื่องมือวัดทักษะในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพ ปีการศึกษา 2523**. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ-ชีวภาพ,2523.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,**การสอนวิทยาศาสตร์**.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา,2524.

เสน่ห์ ลีลา. **องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัทฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 จังหวัดศรีสะเกษ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2524.

เสนอ ภิรมจิตรผ่อง.**การประเมินผลภาคปฏิบัติ**.อุบลราชธานี: ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษาคณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี,2542.

อนันต์ ศรีโสภา. **การวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

อรพรรณ เหมภัทรสุวรรณ. **ความสัมพันธ์ระหว่างเจคติเชิงวิทยาศาสตร์เจคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการเคมี และความรู้ด้านปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6** .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

อุทุมพร (ทองอุไร) จามรมาร. **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Boorman, J. M. The Development and Testing of Laboratory Performance Tasks for the Assessment of Achievement in High School Physics. **Dissertation Abstract International** 52(February 1991): 194-A.

Doran, R.L. Assessing the Outcomes of Science Laboratory Activities. **Science Education.** 62(March 1978):401-407.

Ganiel, U.; and Hoftein,A.Objective and Continuous Assessment of Student Performance in the Physics Laboratory.**Science Education.** 66(July-September1982):581-591.

Goel, V.P. The Effect of Preinstructional Disclouse of Laboratory Behavioral Objective on Student Acquisition of Psychomotor and Related Cognitive Skills Among High School Physics Students. **Dissertation Abstract International** 42(August 1981): 646-A.

Hehn, J.G. The Open Physics Laboratory and Charateristics of Effective Teaching Assistants: A Case Study(Physics Instrution. **Dissertation Abstract International** 51(December 1990): 138-A.

Ingebretsen, R.J. Explorations of Strategies Used by Undergraduate Physics Laboratory Students in Designing a Laboratory Experiment. **Dissertation Abstract International** 49(July 1988): 87-A.

Kempa, R.F. ;Ward J.E. The Effect of Different Modes of Task Orientation on Observational Attainment in Practical Chemistry. **Journal of Research in Scinece Teaching 12(January** 1975)69 – 76.

Likens, D.A. A Study of Modifications to the Instruction of the Traditional Introductory Physics Laboratory to Improve Student Test Performance on Mechanics Topics (Laboratory Instruction). **Dissertation Abstract International** 52(January 1990):163-A.

Lunetta, V.N. ; Tamir ,P. Matching Lab Activities with Teaching Goal. **The Science Teacher**46(May 1979): 22-24.

Lunetta, V.N. The Role of The Laboratory in Secondary Science Teaching: A Curriculum Perspective. **The Science Teacher** 49(February 1982): 21.

Lunetta, V.N. ; Hoftein, A. ; and Gidding, G. Evaluating Science Laboratory Skills. The **Science Teacher** 48(January 1981): 22-25.

Manuel, F. A.; and Jorge A. G. **College Physics Laboratory Manual(Part I).** Phillipine:Royal Publishing house, 1996.

Mehrens , W.A.,; and Lehman, I.J. **Measurement and Evaluation in Education and**

Psychology. 2 nd ed. New York :Holt,Rinehart and Winston,1978.

Nedelsky, L.**Science Teaching and Testing**.New York : Harcourt,Brace& World,Inc,1970.

Ober, R.L. ; Bentley, E.L. ; and Miller, E. **Systematic Observation of Teaching and Interaction Analysis Instructional Strategy Approach**. New Jersey: Prentice-Hall, 1971.

Okebukola, P. A. Science Laboratory Behavior Strategies of Students Relate to Performance and Attitude to Laboratory Work. **Journal of Research in Scinece Teaching**. 22(March 1985)221 – 231.

Ossei-Anto, T.A. Assessing Laboratory Skills of Student in Selected High School Physics Topics in Optics. **Dissertation Abstract International** 57(July 1996): 161-A.

Renner, J.W.; Abraham, M.R.; and Birnie,H.H. Secondary School Students' Beliefs About The Physics Laboratory. **Science Education** 69(May 1985): 649-663.

Richardson, J. S. **Science Teaching in Secondary School**. New Jersey: Prentice- Hall Inc.,1957.

Roychodhury, A. Conceptual Change in Introduction Physics Students(Physics Education). **Dissertation Abstract International** 51(November 1990): 237-A.

Shymansky, J.A. ; and Penick, J.E. Use of Systematic Observation to Improve College Science Laboratory Instruction.**Science Education**.63(February 1979):195-203.

Sund, R.B. ;and Trowbridge, L.W.**Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. Ohio : Charles E Marrill Publishing Co. 1973.

University of Alberta. **Physics Laboratory Manual** .Department of Physics U.S.A. : McGraw-Hill,1994.

Veath, M.L. Comparing the Effects of Different Laboratory Approaches in Bringing about a Conceptual Change in the Uderstanding of Physics by University Student. **Dissertation Abstract International** 49(October 1988): 778-A.

Wankel, M.J.(Molly). Student Performance on Cognitive and Content Tests: A Comparison of Optical Videodisc to Laboratory Learning in College Physics. **Dissertation Abstract International** 45(September 1984): 171-A.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช รองศาสตราจารย์ระดับ 9 ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ วัชระ รอดสัมฤทธิ์ รองศาสตราจารย์ระดับ 9 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรัส บุณยธรรมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 7 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
4. อาจารย์บดินทร์ชาติ สุขบท อาจารย์ 2 ระดับ 7 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ทม.0302(2770.0603)1278

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

17 กรกฎาคม 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวจันทนี อุทธิสินธุ์ นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล" โดยมี รองศาสตราจารย์สุนทร ช่วงสุวนิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการฟิสิกส์ ชุดนิดแบบตรวจรายการ (checklist) ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวจันทนี อุทธิสินธุ์ ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.218-2682

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์
การทดลองที่ 5 เรื่องความหนืด

ชื่อ.....สาขา.....กลุ่มทดลองที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	ทักษะด้าน							รวม
	ความถูกต้อง	ความชำนาญ		ความปลอดภัย		ความเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ปัญหา	สะอาด	เก็บ	
1. การใช้เครื่องมือวัด 1.1 ไมโครมิเตอร์ 1.2 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด 1.3 นาฬิกาจับเวลา **2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง** 2.1 การบรรจุกลีเซอลีนลงในท่อทรงกระบอก 2.2 การกำหนดระยะ d **3. การดำเนินการทดลอง** 3.1 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลม 3.2 การจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลม 3.3 การวัดระยะการเคลื่อนที่ 4. **การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม** 4.1 ใช้แท่งแม่เหล็กดูดลูกกลมขึ้นมาจากก้นภาชนะ								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 5

ความหนืด

วัตถุประสงค์ **เพื่อศึกษาการหาค่าความหนืดของของเหลวที่กำหนดให้**

อุปกรณ์การทดลอง

1. ท่อทรงกระบอก
2. ของเหลวที่กำหนดให้ ในที่นี้เป็นกลีเซอรีน
3. ลูกเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกัน 5 ขนาด ลูกใหญ่สุดมีรัศมีไม่เกิน 3.2 mm
4. นาฬิกา จับเวลา
5. ไมโครมิเตอร์
6. ไม้บรรทัดหรือสายวัดเพื่อวัดระยะที่ลูกกลมตก
7. แท่งแม่เหล็กสำหรับดูดลูกเหล็กขึ้นมาจากก้นภาชนะ

วิธีการทดลอง

1. ความหนาแน่นของลูกกลมเหล็ก (ρ) โดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางก่อน แล้วคำนวณปริมาตรและคำนวณหาความหนาแน่น

2. วัดความหนาแน่นของของเหลว (ρ') โดยดูจากการทดลองเรื่องสมบัติของของเหลว

3. นำของเหลวที่จะหาความหนืด (ที่มีความหนาแน่นเป็น ρ') ใส่ในท่อทรงกระบอก แล้วทำเครื่องหมายบนท่อไว้ต่ำจากผิวของเหลวด้านบนประมาณ 15 ซม. และสูงจากก้นท่อประมาณ 5 ซม. ให้วัดระยะขีดหมายทั้งสอง เป็นระยะ d

4. ใช้ปากคีบลูกกลมที่มีรัศมีน้อยที่สุดแล้วปล่อยลง ณ ตำแหน่งศูนย์กลางของผิวบนของของเหลวในท่อทรงกระบอก เริ่มจับเวลาเมื่อลูกกลมเหล็กเคลื่อนที่มาถึงขีดหมายแรก และสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อลูกกลมเคลื่อนมาถึงขีดหมายที่สองด้านล่าง บันทึกเวลาเป็น t_1 จากนั้นใช้ลูกกลมเดิมทดลองใหม่อีก 2 ครั้ง บันทึกเวลาเป็น t_2, t_3 แล้วหาค่าเฉลี่ย $\bar{t}$ จึงคำนวณหาค่า v_t จาก $\frac{d}{\bar{t}}$ (การเอาลูกกลมเหล็กออกจากภาชนะทรงกระบอก ให้ใช้แม่เหล็กแนบกับผนังด้านนอกของภาชนะทรงกระบอกลูกกลมที่จมอยู่ที่ก้นภาชนะจะถูกแม่เหล็กดูดขึ้นมาแล้วรีบเช็ดให้แห้งและล้างด้วยกระดาษทิชชู บางครั้งต้องเอียงภาชนะทรงกระบอกเล็กน้อยเพื่อให้ลูกเหล็กกลิ้งมาอยู่ที่ขอบ การเอียงต้องระวังอย่าให้ของเหลวไหลล้นจากภาชนะ)

5. ทดลองตามข้อ 4. แต่ใช้ลูกกลมเหล็กที่มีขนาดโตขึ้นเรื่อยๆ จนครบ 5 ลูก บันทึกข้อมูลในตาราง

6. อาศัยสมการที่ (9) เขียนกราฟระหว่าง v_t เป็นแกนตั้ง และ r^2 เป็นแกนนอน หาสมการคณิตศาสตร์ แล้วนำค่าความชัน(Slope) มาคำนวณหาค่าความหนืด (η) ของของเหลว

7. สรุป และอภิปรายผลการทดลอง เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับค่าทฤษฎี

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 5 ความหนืด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก g = 981 cm/s^2

ระยะที่ลูกเหล็กตกในของเหลว d = …….. cm

ความหนาแน่นของลูกเหล็ก ρ = 7.8 g/cm^3

ความหนาแน่นของ ρ' = ……..…..g/cm^3 **(กลีเซอรีน** 1.1825g/cm^3)

อุณหภูมิขณะทำการทดลอง = ……^0C

รัศมีของท่อทรงกระบอกที่บรรจุของเหลว = ……. cm

รัศมีลูกเหล็ก r (cm)	r^2	**เวลาที่ลูกกลมตกในของเหลวระยะ** d (cm) **เป็นวินาที**				v_t = d / t (cm/s)	**หมายเหตุ**
		ครั้งที่ 1	**ครั้งที่** 2	**ครั้งที่** 3	**เวลาเฉลี่ย** (t)		

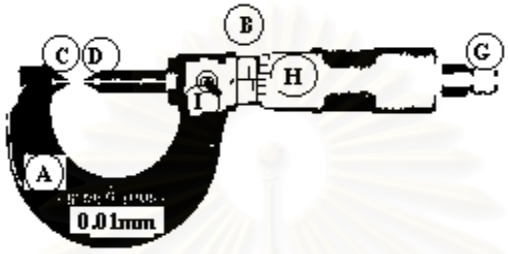
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ลงชื่อ)……อาจารย์

คู่มือประกอบการสังเกต
การทดลองที่ 5 เรื่องความหนืด

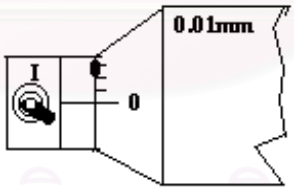
1. การใช้เครื่องมือวัด

1.1 ไมโครมิเตอร์



1. มือซ้ายจับไมโครมิเตอร์ที่โครง A
2. ปรับศูนย์โดยหมุนแกน G ให้ปาก C – D แตะกันพอดี แล้วดูที่ขีดศูนย์ของสเกล H ว่าตรง

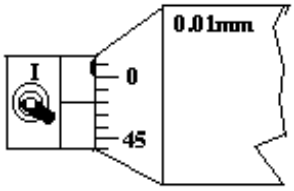
กับขีดกลางของสเกล B หรือไม่ ไมโครมิเตอร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เมื่อปากวัด C - D สัมผัสพอดี ขีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับกับแกนนอนของสเกลหลัก และขอบของสเกลวงกลมจะทับขีดที่ 0 ของสเกลหลักพอดี ดังแสดงในรูปที่ 1.10



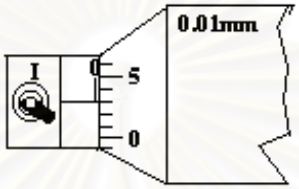
รูปที่ 1.10

แต่ในบางครั้งอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ดังกรณีรูปที่ 1.11 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้วจะได้ค่าน้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.020 มิลลิเมตรเสมอ ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องบวกด้วย 0.020 มิลลิเมตรเข้าไปด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.11



รูปที่ 1.12

สำหรับกรณีรูปที่ 1.12 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้วจะได้ค่ามากกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.030 มิลลิเมตร

ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องลบออกด้วย 0.030 มิลลิเมตร เสมอ

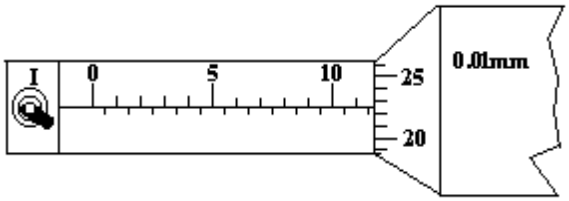
3. ทำการวัดโดยหมุนแกน G ให้แกนวัดถอยหลังเพื่อทำให้ปาก C - D เปิดกว้างกว่าขนาดของ

วัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C - D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้ แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกริ๊กเบาๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

4. การอ่านค่าบนสเกล เมื่อวางวัตถุที่ปากของไมโครมิเตอร์จนกระชับแน่นดีแล้ว ในการอ่านค่าให้ดูว่าขอบของสเกล H อยู่ที่เลขขีดใดบนสเกล B ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มของมิลลิเมตรและเศษของมิลิเมตรดูได้จากขีดที่เท่าใดของสเกล H ตรงกับเส้นนอนของสเกล B ตัวอย่าง ถ้าผลการวัดได้ดังรูปที่ 1.8

โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.8

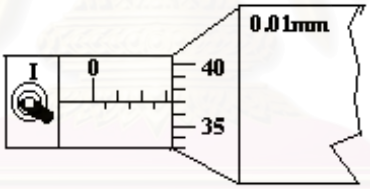
(1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.500 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก

(2) ขีดที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น 22.5x0.010 = 0.225 mm

(3) นำค่าที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้งนี้ นั่นคือ

ผลการวัด = 11.500 mm + 0.225 mm

= 11.725 mm



รูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 เป็นผลการวัดของวัตถุอีกอันหนึ่ง เมื่อ Least Count เป็น 0.010 mm

(1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3.000 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก

(2) ขีดที่ 37.0 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนของสเกลหลัก

ดังนั้นเศษของมิลลิเมตร = 37.0x0.010 = 0.370 mm

(4) ผลการวัดครั้งนี้ = 3.000 + 0.370 = 3.370 mm

ข้อควรระวัง

1. ในการหมุนเพื่อให้แท่งทรงกลม D เคลื่อนที่ไปสัมผัสวัตถุที่วัดนั้นให้ค่อย ๆ หมุนที่ G ห้ามหมุนให้แท่ง D เคลื่อนทีโดยวิธีการปัดแผ่นโลหะ A หมุนรอบแท่ง D ทั้งนี้แผ่นโลหะ A ซึ่งหนักจะหมุนไปด้วยแรงเหวี่ยงและทำให้แท่ง D กระชับกับวัตถุที่จะวัดแน่นเกินไปจนทำให้เกลียวสกรูเสียไป และเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

2. ในการใช้ควรระมัดระวังอย่าให้ไมโครมิเตอร์ตกกระทบพื้นจะทำให้สเกลคลาดเคลื่อนได้

3. ไมโครมิเตอร์ที่ใช้แล้วควรทำความสะอาดและชโลมน้ำมันป้องกันสนิมก่อนที่จะเก็บ

1.2 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด

1. การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวหรือความสูง ในการวัดจะต้องจรดปลายสเกลให้ตรงและตั้งฉากกับขอบของวัตถุที่จะทำการวัด

2. อ่านค่าปลายขอบอีกข้างหนึ่งของวัตถุจากสเกลบนไม้บรรทัดโดยที่สายตาต้องอยู่ตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือส่วนสูงนั้น

3. ในการบันทึกผลการวัดจะต้องบอกเลขนัยสำคัญด้วย เช่นการรายงานผลการวัดเป็น 7.30 cm และ 7.3 cm. เป็นการรายงานผลที่มีเลขนัยสำคัญแตกต่างกันแสดงถึงความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้วัดแตกต่างกัน

4. วางไม้เมตรในที่ปลอดภัยไม่หยอกล้อเล่นกัน

1.3 นาฬิกาจับเวลา

1. ก่อนใช้ต้องลองกดเปิด-ปิด ให้นาฬิกาเดินก่อน
2. จับเวลาทันทีเมื่อถึงกำหนด
3. อ่านเวลาเป็นตัวเลขจากนาฬิกาได้ตรงตามตัวเลขของนาฬิกาที่เป็นจริง
4. ใช้เวลาในการอ่านเวลาเป็นตัวเลขอย่างรวดเร็ว
5. บอกให้เพื่อนจดบันทึกได้อย่างเข้าใจ
6. เก็บนาฬิกาเข้ากล่องเมื่อทำการทดลองเสร็จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การบรรจุกลีเซอรีนลงในท่อทรงกระบอก โดยใช้กรวยรองแล้วค่อย ๆ เทกลีเซอรีนลงในท่อทรงกระบอกให้เหลือที่ว่างจากปากท่อทรงกระบอกถึงผิวของเหลวประมาณ 10 cm.

2.2 การกำหนดระยะ d ใช้กระดาษกาวติดกำหนดระยะโดยให้ระยะเริ่มต้นอยู่ห่างจากผิวของเหลวด้านบนประมาณ 15 cm. และระยะสุดท้ายกำหนดที่ระยะสูงจากก้นภาชนะประมาณ 5 cm.

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลมใช้ไมโครมิเตอร์วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลม เลือกมา 5 ลูก 5 ขนาด วิธีการวัด ใช้ปาก C - D ของไมโครมิเตอร์วัดผ่านเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลม แล้วหมุนให้ปากวัด D สัมผัสกับผิวของลูกกลมพอดี แล้วอ่านค่าที่วัดได้ การอ่านค่าบนสเกล เมื่อวางวัตถุที่ปากของไมโครมิเตอร์จนกระชับแน่นดีแล้ว ในการอ่านค่าให้ดูว่าขอบของสเกล H อยู่ที่เลขขีดใดบนสเกล B ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มของมิลลิเมตรและเศษของมิลลิเมตรดูได้จากขีดที่เท่าใดของสเกล H ตรงกับเส้นนอนของสเกล B โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm

3.2 การจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกกลมเมื่อปล่อยให้ลูกกลมเคลื่อนที่ผ่านมาถึงจุดเริ่มต้นที่กำหนดไว้ให้เริ่มจับเวลาทันที (กดปุ่ม start) และเมื่อลูกกลมเคลื่อนที่ถึงจุดสุดท้ายให้กดปุ่ม stop ทันที

3.3 การวัดระยะการเคลื่อนที่ ใช้ไม้บรรทัดวัดระยะที่กำหนดไว้เป็นระยะของการเคลื่อนที่

การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

1. ใช้แท่งแม่เหล็กดูดลูกกลมขึ้นมาจากก้นภาชนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์
การทดลองที่ 7 เรื่องโมเมนต์ความเฉื่อย

ชื่อ.....สาขา.....กลุ่มทดลองที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	ทักษะด้าน							รวม
	ความถูกต้อง	ความชำนาญ		ความปลอดภัย		ความเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ปัญหา	สะอาด	เก็บ	
1. **การใช้เครื่องมือวัด** **1.1 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์** 1.2 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด 1.3 นาฬิกาจับเวลา								
2. **การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง** 2.1 การพันเชือกรอบเพลา 2.2 การผูกมวลเข้ากับเชือก 2.3 การกำหนดระยะ y								
3. **การดำเนินการทดลอง** 3.1 การปล่อยให้มวลค่อย ๆเคลื่อนที่ 3.2 การจับเวลาการเคลื่อนที่ของมวล 3.3 การวัดรัศมีของเพลา								
4. **การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม** 4.1 ลดแรงเสียดทานโดยใช้สารหล่อลื่น								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 7
โมเมนต์ความเฉื่อย

วัตถุประสงค์

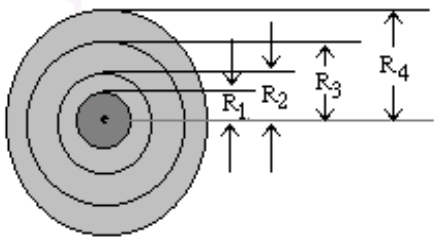
1. เพื่อศึกษาการหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย ของล้อโลหะ
2. เพื่อศึกษาการหาค่าทอร์คเนื่องจากแรงเสียดทานที่เพลาของล้อโลหะ

อุปกรณ์การทดลอง

1. ล้อโลหะที่ตรึงแน่นกับเพลาและหมุนได้คล่องรอบปลายทั้งสอง
2. เชือกยาวประมาณ 180 เซนติเมตร
3. มวลตุ้มน้ำหนักค่าต่างๆ
4. เทปวัดระยะทาง หรือไม้เมตร
5. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. ผูกปลายเชือกด้านหนึ่งติดกับตะขอบนเพลา แล้วพันเชือกรอบเพลา และผูกปลายเชือกอีกด้านหนึ่งกับตะขอให้ดิ่งลงมา (ดูรูปที่ 3)
2. แขวนมวลค่าหนึ่งที่ตะขอแล้วปล่อยให้ตกลงมาเป็นระยะทางคงที่ค่าหนึ่ง(ประมาณ 120 ซ.ม.) จับเวลา 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย บันทึก
3. ทดลองซ้ำข้อ 1 และ 2 โดยเพิ่มมวลไปอีกค่าหนึ่ง (ไม่เอามวลเดิมออก) และทดลองซ้ำเพิ่มมวลอีกไปจนครบ 5 - 6 ครั้ง บันทึก
4. คำนวณหาค่า τ_T และ α ของการทดลอง แต่ละครั้งต่อมวลค่าหนึ่ง
5. เขียนกราฟระหว่าง τ_T และ α โดยให้ τ_T เป็นแกนตั้ง α เป็นแกนนอน และคำนวณค่าความชัน (Slope) ของกราฟ ซึ่งก็คือค่า I_E นั้นเอง และอ่านค่าจุดตัดแกนตั้งซึ่งจะได้ค่า τ_f
6. ให้วัดรัศมีของล้อโลหะโดยคิดว่ามีล้อกลวง 3 อัน ซ้อนกันมีรัศมี (ระยะห่างจากแกนหมุน) เป็น R_2 และ R_3 และ R_4 ส่วนซ้อนกันอยู่บนเพลารัศมีเป็น R_1 ดังแสดงในรูปที่ 4 แล้วคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยทั้งหมด นั่นคือ



$$I_C = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$= \frac{M_1}{2}R_1^2 + \frac{M_2}{2}\left(R_1^2 + R_2^2\right) + \frac{M_3}{2}\left(R_2^2 + R_3^2\right) + \frac{M_4}{2}\left(R_3^2 + R_4^2\right)$$

เมื่อ M_1, M_2, M_3, M_4 คือมวลของส่วนเพลาเรียงไปจนถึงล้อนอกที่คล้องเชือก กำหนดให้ความหนาแน่นของเหล็ก = 7.8 $\frac{g}{cm^3}$

7. เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ความเฉื่อยที่คำนวณได้กับค่าที่ทดลอง และหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยคิดว่าค่าที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าที่ถูกต้อง

$$\% \text{ ความคลาดเคลื่อน} = \frac{I_E - I_C}{I_C} \times 100\ \% = _____\%$$

เมื่อ I_E เป็นค่าโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากการทดลอง

I_C เป็นค่าโมเมนต์ความเฉื่อยที่ได้จากการคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 7 โมเมนต์ความเฉื่อย

ตารางที่ 1

r (รัศมีของเพลา) = ... cm

m (g)	y (cm)	T (s)	$a = \frac{2y}{t^2}$ (m/s^2)	$\alpha = \frac{a}{r}$ (rad/s^2)	$\tau_T = (g - a)mr$ (N-m)

ตารางที่ 2 $\rho_{เหล็ก} = 7.8 \frac{g}{cm^3}$

รัศมี(R) (cm)	ส่วนสูง H(cm)	ปริมาณ (V) (m^3)	มวล (M) (kg)	โมเมนต์ความเฉื่อย(I) (kg-m^2)
R_1 =	h_1 =	V_1 =	M_1 =	
R_2 =	h_2 =	V_2 =	M_2 =	
R_3 =	h_3 =	V_3 =	M_3 =	I_C = _____
R_4 =	h_4 =	V_4 =	M_4 =	

สรุป ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของการทดลองนี้มีค่า = ...

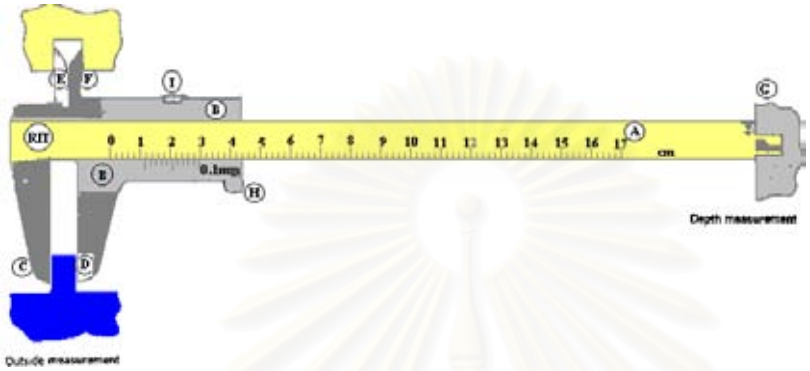
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ลงชื่อ) .....อาจารย์

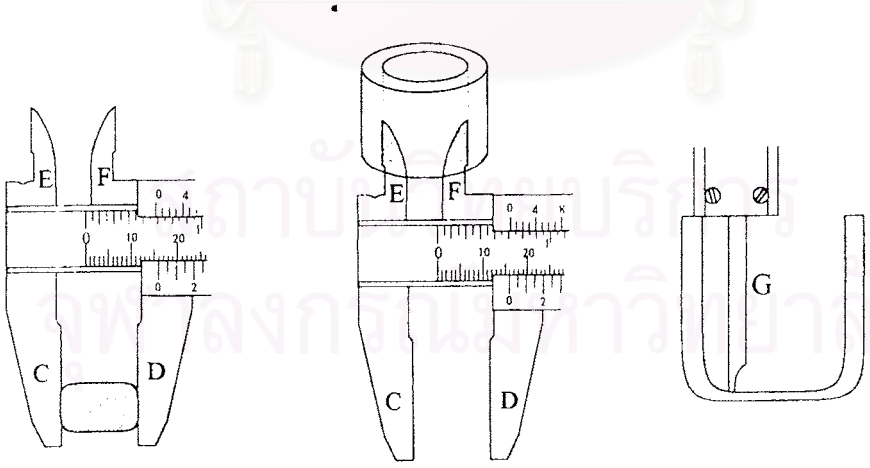
คู่มือประกอบการสังเกต
การทดลองที่ 7 เรื่องโมเมนต์ความเฉื่อย

1. การใช้เครื่องมือวัด

1.1 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์



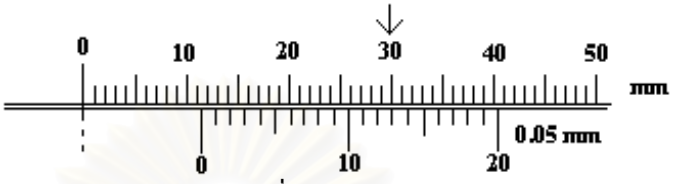
1. จับเวอร์เนียร์ตรงที่สเกล A
2. เลือกใช้ปากวัดให้เหมาะสมกับวัตถุที่จะวัด ในการวัดขนาดวัตถุที่มีลักษณะต่างกัน จะต้องเลือกใช้ปากวัด หรือปลายแหลม G ให้เหมาะสม เช่นถ้าจะวัดความยาวของแท่งวัตถุจะต้องใช้ปากวัด C-D ดังรูป ก. ถ้าจะวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในทรงกระบอกกลวง จะต้องใช้ปากวัด E - F ดังรูป ข. และถ้าจะวัดความลึกของวัตถุจะต้องใช้ปลายแหลม G ดังรูป ค.



รูป ก.วัดความยาวหรือความหนา **รูป ข**.วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน **รูป ค**.วัดความลึก

3. การวัดจะต้องให้ผิวด้านหนึ่งของวัตถุแตะพอดีกับปากวัดที่ติดสเกลหลัก (ปากวัด C หรือ E) แล้วเลื่อนปากวัดอีกด้านหนึ่งซึ่งเป็นปากวัดที่ติดกับสเกลเวอร์เนียร์ (ปากวัด D หรือ F) ให้มาชิดกับผิวอีกด้านหนึ่งของวัตถุ แล้วให้หมุนสกรู I ยึดสเกลเวอร์เนียร์ให้ติดกับสเกลหลัก จากนั้นจึงอ่านค่าที่วัดได้

4. การอ่านบนสเกล เมื่อผลการวัดของวัตถุอันหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6

จากรูปที่ 1.6 อ่านได้ดังนี้

(1) ขณะนี้ขีดที่ 0 ของสเกลเวอร์เนียอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.00 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก

(2) และขีดที่ 13 ของสเกลเวอร์เนียตรงกับขีดบนสเกลหลัก จึงนำเอาเลข 13 คูณกับ least count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร คือ 13 x 0.05 = 0.65 มิลลิเมตร

(3) นำค่าที่อ่านได้จากข้อ (1) บวกกับค่าที่อ่านได้ในข้อ (2) ก็จะเป็นผลการวัดในครั้งนี้ นั่นคือ

ค่าที่วัดได้ = 11.00 + 0.65 มิลลิเมตร

= 11.65 มิลลิเมตร

5. เก็บเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ใส่กล่องให้เรียบร้อย

6. ขณะทำการวัดระวังไม่ให้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ตกหล่น

1.2 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด

1. การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวหรือความสูง ในการวัดจะต้องจรดปลายสเกลให้ตรงและตั้งฉากกับขอบของวัตถุที่จะทำการวัด

2. อ่านค่าปลายขอบอีกข้างหนึ่งของวัตถุจากสเกลบนไม้บรรทัดโดยที่สายตาต้องอยู่ตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือส่วนสูงนั้น

3. ในการบันทึกผลการวัดจะต้องบอกเลขนัยสำคัญด้วย เช่นการรายงานผลการวัดเป็น 7.30 cm. และ 7.3 cm. เป็นการรายงานผลที่มีเลขนัยสำคัญแตกต่างกันแสดงถึงความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้วัดแตกต่างกัน

4. วางไม้เมตรในที่ปลอดภัยไม่หยอกล้อเล่นกัน

1.3 นาฬิกาจับเวลา

1. ก่อนใช้ต้องลองกดเปิด-ปิด ให้นาฬิกาเดินก่อน
2. จับเวลาทันทีเมื่อถึงกำหนด
3. อ่านเวลาเป็นตัวเลขจากนาฬิกาได้ตรงตามตัวเลขของนาฬิกาที่เป็นจริง
4. ใช้เวลาในการอ่านเวลาเป็นตัวเลขอย่างรวดเร็ว
5. บอกให้เพื่อนจดบันทึกได้อย่างเข้าใจ
6. เก็บนาฬิกาเข้ากล่องเมื่อทำการทดลองเสร็จ

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การพันเชือกรอบเพลาจะต้องพันให้เส้นเชือกขนานกัน ไม่พันสลับไปมา เพราะจะทำให้เพลาหมุนไม่คงที่

2.2 การผูกมวลเข้ากับปลายเชือกผูกมวลเข้ากับปลายเชือกที่เหลือให้แน่น ให้มวลทิ้งตัวในแนวดิ่ง เชือกตึง เมื่อปล่อยมือ มวลเคลื่อนที่ได้สะดวก

2.3 การกำหนดระยะ y จะต้องกำหนดระยะเริ่มต้น ให้อยู่ที่ระยะห่างจากจุดปล่อยมวลประมาณ 30 ซม. และให้อยู่ห่างจากจุดปลายสุดของเชือกประมาณ 30 ซม. ไม่ใช้ระยะปลายสุดของเชือกเป็นระยะสุดท้าย เนื่องจากเมื่อมวลเคลื่อนที่ถึงจุดปลายสุดของเชือกเพราะเพลายังไม่หยุดหมุนจะกระตุกเชือกหมุนกลับทันทีทำให้เชือกขาดได้

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การปล่อยให้มวลค่อย ๆ เคลื่อนที่ ปล่อยมือจากมวลให้เส้นเชือกตึงพอดีปล่อยให้มวลค่อย ๆ เคลื่อนที่ในแนวดิ่งโดยที่มวลไม่สั่นแกว่งไปมา

3.2 การจับเวลาการเคลื่อนที่ของมวลปล่อยมวลให้เคลื่อนที่ เมื่อมวลเคลื่อนที่ผ่านจุดเริ่มต้นให้เริ่มจับเวลาจนกระทั่งมวลเคลื่อนที่ถึงจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ให้หยุดจับเวลาทันที ทำการทดลองเช่นนี้ 3 ซ้ำ

3.3 การวัดรัศมีของเพลาใช้ไมโครมิเตอร์วัดรัศมีของเพลาทีละอัน โดยใช้ส่วนปลายของปากวัด C - D แตะที่ผิวของเพลาโดยผ่านเส้นศูนย์กลางของเพลา

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

4.1 การลดแรงเสียดทานโดยใช้สารหล่อลื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์
การทดลองที่ 8 เรื่องการวัดความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง

ชื่อ.....สาขา.....กลุ่มทดลองที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	ทักษะด้าน							รวม
	ความถูกต้อง	ความชำนาญ		ความปลอดภัย		ความเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ปัญหา	สะอาด	เก็บ	
1. การใช้เครื่องมือวัด 1.1 เทอร์โมมิเตอร์ แบบอัลกอฮอล์ 1.2 เครื่องชั่งแบบแขนเดียว								
2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง 2.1 การใส่น้ำในคาลอริมิเตอร์ 2.2 การวางเทอร์โมมิเตอร์ 2.3 การต้มน้ำ								
3. การดำเนินการทดลอง 3.1 การชั่งมวลของวัตถุ 3.2 การชั่งมวลของคาลอริมิเตอร์ 3.3 การวัดอุณหภูมิเริ่มต้น (อุณหภูมิห้อง) 3.4 การวัดอุณหภูมิของวัตถุ 3.5 การวัดอุณหภูมิผสม								
4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม 4.1 การใช้แขนหนีบจับเทอร์โมมิเตอร์								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 8
การหา ค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง

วัตถุประสงค์

1. **เพื่อศึกษาวิธีการหาค่าของความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง (วัตถุที่กำหนดให้)**
2. **เพื่อศึกษาวิธีการหาค่าของความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของของแข็ง (น้ำแข็ง)**

อุปกรณ์การทดลอง

1. คาลอรีมิเตอร์
2. ชุดต้มน้ำร้อน
3. เทอร์โมมิเตอร์ชนิด 0 – 100 ^{0}C และ 0 - 150 ^{0}C
4. วัตถุที่จะหาความจุความร้อนจำเพาะที่กำหนดมาให้ เช่น เหล็ก ทองเหลือง ทองแดง อลูมิเนียม
5. เครื่องชั่ง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งหามวล m_s ของวัตถุที่จะหาความร้อนจำเพาะ ชนิดใดก็ได้เพียงชนิดเดียว
2. ชั่งหามวล m_c ของคาลอรีมิเตอร์อันในพร้อมที่กวน
3. ใส่น้ำ (อุณหภูมิห้อง) ลงไปให้มากพอที่จะท่วมวัตถุทั้งก้อนได้ แล้วนำไปชั่งเพื่อหามวล m_w ของน้ำ ประกอบชุดแคลอรีมิเตอร์ และเสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงไป วัดอุณหภูมิน้ำเป็น t_2
4. เติมน้ำในชุดต้มน้ำ และต้มให้เดือด
5. ใช้เชือกผูกกับวัตถุ แล้วหย่อนลงไปในหม้อต้มน้ำปิดฝา รอจนกระทั่งวัตถุได้รับความร้อนเต็มที่ (ประมาณ 3 – 5 นาที) ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของวัตถุขณะอยู่ในน้ำ บันทึกอุณหภูมิเป็น t_1
6. นำวัตถุที่อยู่ในชุดต้มน้ำมาใส่ลงในคาลอรีมิเตอร์ แล้วกวนน้ำด้วยที่กวน รอจนกระทั่งระบบอยู่ในสภาวะ สมดุลความร้อน วัดค่าอุณหภูมิผสมเป็น t_3 (ระวังอย่าให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์แตะกับวัตถุ ให้อยู่ในน้ำเท่านั้น)
7. คำนวณหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ (c_s) จากสมการ (6)
8. ทดลองหัวข้อ (3) ถึงข้อ (7) อีก 2 ครั้ง โดยใช้สารตัวอย่างเดิม

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 8 เรื่องการหา ค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็ง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารตัวอย่างคือ…….. m_s ……กรัม. m_c……กรัม

ครั้งที่	t_1 (^oC)	t_2 (^oC)	T_3 (^oC)	m_w (g)	c ; ($\frac{Cal}{g^oC}$)
1					
2					
3					
				c (เฉลี่ย)	

(ลงชื่อ)……อาจารย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือประกอบการสังเกต

การทดลองที่ 8 เรื่อง การหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของของเหลว

1. การใช้เครื่องมือวัด

1. 1 เทอร์โมมิเตอร์แบบอัลกอฮอล์

1. ก่อนใช้เทอร์โมมิเตอร์ต้องดูขีดบอกอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดเสียก่อนเพื่อจะได้นำไปใช้วัดค่าอุณหภูมิในระหว่างช่วงสูงสุดและต่ำสุดนั้น เท่านั้น ถ้าใช้วัดอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าระดับอุณหภูมิสูงสุดจะทำให้เทอร์โมมิเตอร์แตก

2. ขณะทำการวัดจะต้องให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัด แต่จะต้องไม่สัมผัสกับข้างหรือก้น ภาชนะ จับเทอร์โมมิเตอร์ในลักษณะตั้งตรง

3. ขณะอ่านอุณหภูมิจากขีดบอกระดับบนแท่งเทอร์โมมิเตอร์ จะต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และอ่านอุณหภูมิขณะที่เทอร์โมมิเตอร์ยังสัมผัสกับสิ่งที่จะวัด

4. เมื่อใช้เทอร์โมมิเตอร์เสร็จแล้ว จะต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้งแล้วจึงเก็บเข้าที่

1.2 เครื่องชั่งแบนแขนเดียว

การใช้เครื่องชั่งแบบตั้งในการชั่งน้ำหนักของวัตถุซึ่งมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. ในการชั่งน้ำหนักผู้ชั่งจะต้องนั่งตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่งและทำการปรับศูนย์ของเครื่องชั่ง

2. วางวัตถุที่จะชั่งไว้ตรงจุดกึ่งกลางจานทางซ้ายมือของเครื่องชั่งและวางตุ้มน้ำหนักบนกึ่งกลางจานทางขวามือเสมอ และควรจะวางตุ้มน้ำหนักให้รวมกันเป็นกลุ่มอยู่ตรงจุดกึ่งกลางจาน ในกรณีที่เป็นเครื่องชั่งแบบจานเดียวให้วางวัตถุที่จะชั่งบนจานและเลื่อนตุ้มน้ำหนักด้านขวามือ

3. ปรับเครื่องชั่งให้สมดุล โดยการเปลี่ยนตุ้มน้ำหนักหรือเลื่อนแผ่นน้ำหนักบนสเกลของเครื่องชั่ง จนกระทั่งเข็มชี้สเกลศูนย์ อ่านค่าน้ำหนักและจดบันทึกผลโดยคำนึงถึงเลขนัยสำคัญด้วย

4. เมื่อชั่งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องเก็บตุ้มน้ำหนักและแผ่นน้ำหนักเข้าตำแหน่งเดิมและนำวัตถุหรือสารที่ชั่งออกจากจานให้หมด แล้วหนุนจานรองเครื่องชั่งโดยใช้จุกยางหนุนใต้แกนจานรองเพื่อป้องกันการกระดกพร้อมทั้งทำความสะอาดเครื่องชั่งก่อนนำไปเก็บ

5. ไม่ควรเคลื่อนย้ายเครื่องชั่งบ่อย ๆ แต่ถ้าจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายจะต้องมีจุกยางหนุนอยู่ใต้แกนจานรองเสมอ เครื่องชั่งจะต้องตั้งอยู่บนที่ที่มีความแข็งแรงมั่นคงไม่มีการสั่นสะเทือนไม่ควรตั้งอยู่ในที่ที่ใกล้หน้าต่างหรือใกล้ความร้อนและอย่าให้แสงแดดส่องถูกเครื่องชั่งโดยตรง

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การใส่น้ำในคาลอริมิเตอร์ ใส่น้ำในคาลอริมิเตอร์ให้มีประมาณ 3 ใน 4 ส่วน หรือใส่พอท่วมวัตถุทั้งก้อน

2.2 การวางเทอร์โมมิเตอร์วางเทอร์โมมิเตอร์ ให้กระเปาะสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการจะวัดพอดีและกระเปาะจะต้องไม่สัมผัสกับด้านข้างหรือก้นภาชนะ ตั้งเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่ในลักษณะตรง

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การชั่งมวลของวัตถุก่อนทำการวัดต้องปรับศูนย์เครื่องชั่งให้เรียบร้อย วางก้อนวัตถุที่ตรงกึ่งกลางของจานรอง ค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนเครื่องชั่งสมดุล แล้วจึงอ่านค่าน้ำหนัก เมื่อใช้แล้วต้องเลื่อนตุ้มน้ำหนักกลับไปอยู่ที่จุดเริ่มต้นเหมือนเดิม

3.2 การชั่งมวลของคาลอริมิเตอร์ก่อนทำการวัดต้องปรับศูนย์เครื่องชั่งให้เรียบร้อย วางคาลอริมิเตอร์ ที่ตรงกึ่งกลางของจานรอง ค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนเครื่องชั่งสมดุล แล้วจึงอ่านค่าน้ำหนัก เมื่อใช้แล้วต้องเลื่อนตุ้มน้ำหนักกลับไปอยู่ที่จุดเริ่มต้นเหมือนเดิม

3.3 การวัดอุณหภูมิเริ่มต้นใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในน้ำให้กระเปาะอยู่กึ่งกลางและไม่สัมผัสกับข้างหรือก้นของคาลอริมิเตอร์ ขณะอ่านอุณหภูมิระดับตาตรงกับระดับของเหลว ในเทอร์โมมิเตอร์

3.4 การวัดอุณหภูมิของวัตถุใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในน้ำให้กระเปาะอยู่กึ่งกลางและไม่สัมผัสกับข้างหรือก้นของคาลอริมิเตอร์ ขณะอ่านอุณหภูมิระดับตาตรงกับระดับของเหลว ในเทอร์โมมิเตอร์

3.5 การวัดอุณหภูมิผสมใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในน้ำให้กระเปาะอยู่กึ่งกลางและไม่สัมผัสกับข้างหรือก้นของคาลอริมิเตอร์ ขณะอ่านอุณหภูมิระดับตาตรงกับระดับของเหลว ในเทอร์โมมิเตอร์

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

1. ใช้แขนหนีบจับเทอร์โมมิเตอร์แทนการจับด้วยมือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์
การทดลองที่ 13 เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

ชื่อ……..……สาขา……..……กลุ่มทดลองที่……

พฤติกรรมที่สังเกต	ทักษะด้าน							รวม
	ความถูกต้อง	ความชำนาญ		ความปลอดภัย		ความเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ปัญหา	สะอาด	เก็บ	
1. การใช้เครื่องมือวัด 1.1 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด 1.2 นาฬิกาจับเวลา **2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง** 2.1 การต่อวงจรชุดแกนเหวี่ยง 2.2 การจัดวางรถบนราง 2.3 การกำหนดตำแหน่งสมดุล **3. การดำเนินการทดลอง** 3.1 การจับเวลาการเคลื่อนที่ 3.2 การวัดรัศมีของการเคลื่อนที่ 3.3 การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ **4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม**								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 13
การเคลื่อนที่เป็นวงกลม

วัตถุประสงค์

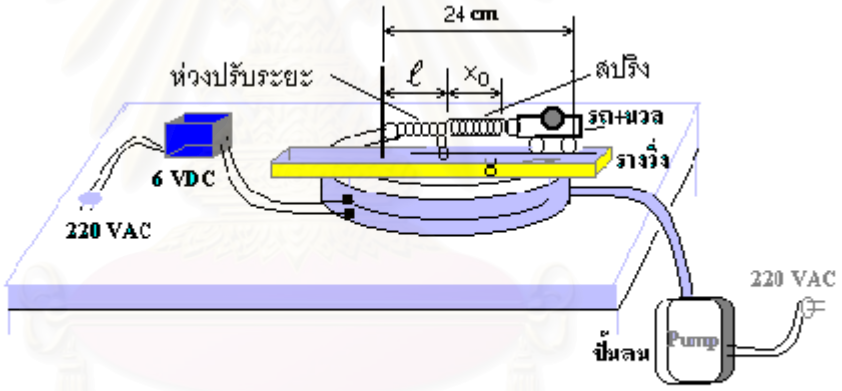
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง และความเร็วเชิงมุมของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดแกนเหวี่ยง
2. รถ + ตุ้มน้ำหนัก
3. สปริงอ่อน
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ห่วงปรับระยะ
6. กระดาษกราฟมาตรฐาน

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3 โดยใส่มวลขนาดหนึ่งไว้บนรถ ทำเครื่องหมายไว้ ณ ตำแหน่งห่างจากจุดศูนย์กลางการหมุนประมาณ 24 ซม.



รูปที่ 3

2. คล้องสปริงที่ตำแหน่งหนึ่งของห่วงปรับระยะ วัดความยาวของสปริง (x_0) และระยะห่างจากจุดคล้องสปริงถึงแกนเหวี่ยง แล้วคล้องปลายสปริงอีกด้านกับ รถ + มวล

3. เปิดสวิทช์ให้แกนเหวี่ยงหมุนด้วยอัตราเร็วคงที่ ที่ทำให้ รถ + มวล เลื่อนไปตรงตำแหน่งที่ทำ เครื่องหมาย(จากแกนหมุนไปเป็นระยะ 24 ซม.)ไว้พอดี จับเวลา 20 รอบ แล้วบันทึกลงในตาราง

4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 - 3 อีก 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยและบันทึกค่าในตารางบันทึกข้อมูล แล้วคำนวณ คาบ (T) และความเร็วเชิงมุม (ω) ของการหมุนแล้วบันทึกค่า

5. วัดแรงเข้าสู่ศูนย์กลางของการหมุน (F_c) จากระยะยืดออกจากเดิมของสปริง ($x = 24 - x_0$ -/) โดยวิธีแขวนสปริงกับที่แขวนไว้ในแนวดิ่ง แล้วถ่วงน้ำหนักที่ปลายล่างของสปริง หาแรงที่ทำให้สปริงยืดออกเป็นระยะเท่ากับ (ระยะ x ต่าง ๆ) บันทึกค่าในตารางบันทึกข้อมูล

6. เปลี่ยนตำแหน่งคล้องห่วง แล้วทำการทดลองซ้ำข้อ 2-5 เพื่อหาข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่าง F_c และ ω อีก 5 ค่า

7. ระหว่าง F_c เป็นแกนตั้ง กับ ω และ ω^2 เป็นแกนนอน แล้วเขียน. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์สมการคณิตศาสตร์แทนความสัมพันธ์ระหว่างค่า F_c กับ ω และ ω^2 ที่ได้

8. ตรวจสอบว่าผลการทดลองว่าสอดคล้องทฤษฎีหรือไม่โดยนำผลคูณของรถ+มวลกับรัศมี(24 ซม.) เทียบกับค่าความชันที่ได้กราฟ (F_C และ ω^2) ควรเท่ากัน

ใบบันทึกการทดลอง
การทดลองที่ 13 การเคลื่อนที่เป็นวงกลม

ตารางบันทึกการทดลอง

รถ + มวล มีรัศมีการเคลื่อนที่ (r) = ... cm. ความยาวของสปริง (x_0) = ... cm.

$x = 24 - x_0 - l$

ครั้งที่	ความยาว (l) (ซม)	เวลาของการหมุนครบ 20 รอบ (วินาที)				คำนวณค่า ω rad/s			แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	T(s)	ω	ω^2	x (ซม)	F_c
1										
2										
3										
4										
5										

คู่มือประกอบการสังเกต
การทดลองที่ 13 เรื่อง การเคลื่อนที่เป็นวงกลม

1. การใช้เครื่องมือวัด

1. 1 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด

1. 1 การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวหรือความสูง ในการวัดจะต้องจรดปลายสเกลให้ตรงและตั้งฉากกับขอบของวัตถุที่จะทำการวัด

1.2 อ่านค่าปลายขอบอีกข้างหนึ่งของวัตถุจากสเกลบนไม้บรรทัดโดยที่สายตาต้องอยู่ตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือส่วนสูงนั้น

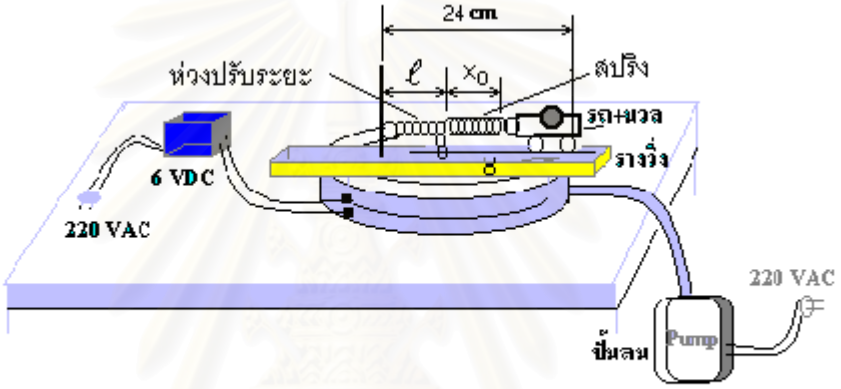
1.3 ในการบันทึกผลการวัดจะต้องบอกเลขนัยสำคัญด้วย เช่นการรายงานผลการวัดเป็น 7.30 ซม. และ 7.3 ซม. เป็นการรายงาผลที่มีเลขนัยสำคัญแตกต่างกัน แสดงถึงความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้วัดแตกต่างกัน

1.2 **นาฬิกาจับเวลา**

1. ก่อนใช้ต้องลองกดเปิด-ปิด ให้นาฬิกาเดินก่อน
2. จับเวลาทันทีเมื่อถึงกำหนด
3. อ่านเวลาเป็นตัวเลขจากนาฬิกาได้ตรงตามตัวเลขของนาฬิกาที่เป็นจริง
4. ใช้เวลาในการอ่านเวลาเป็นตัวเลขอย่างรวดเร็ว
5. บอกให้เพื่อนจดบันทึกได้อย่างเข้าใจ
6. เก็บนาฬิกาเข้ากล่องเมื่อทำการทดลองเสร็จ

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การต่อวงจรชุดแกนเหวี่ยง ทำการติดตั้งอุปกรณ์การทดลองต่อวงจรได้ถูกต้อง ดังรูป



รูปที่ 3

2.2 การจัดวางรถบนราง วางรถพร้อมมวลลงให้ตรงรางรถเพื่อรถจะได้เคลื่อนที่สะดวกไม่เกิดแรงเสียดทาน ในขณะทดลองรถต้องไม่ตกราง

2.3 การกำหนดตำแหน่งสมดุล ใช้กระดาษกาวติดที่ข้างรางรถโดยวัดจากจุดศูนย์กลางของการหมุน 29 เซนติเมตร

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การจับเวลาการเคลื่อนที่ เมื่อใส่มวลค่าหนึ่งลงบนรถแล้วค่อย ๆ เพิ่มความเร็วของการหมุนจนกระทั่งความเร็วคงที่จึงเริ่มจับเวลานับคาบการเคลื่อนที่จนครบ 20 รอบจึงหยุดจับเวลาทันที

3.2 การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ ต้องค่อย ๆ ปรับปุ่มควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ ไม่ให้เคลื่อนที่เร็วจนเกินเพราะจะทำให้รถตกรางและสปริงอาจจะขาดได้

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

(ไม่ทำการสังเกตในการทดลองนี้)

แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์
การทดลองที่ 14 เรื่องยังโมดูลัส

ชื่อ.....สาขา.....กลุ่มทดลองที่.....

พฤติกรรมที่สังเกต	ทักษะด้าน							รวม
	ความถูกต้อง	ความชำนาญ		ความปลอดภัย		ความเรียบร้อย		
	ปฏิบัติถูกต้อง	รวดเร็ว	เชี่ยวชาญ	ระวัง	แก้ปัญหา	สะอาด	เก็บ	
1. การใช้เครื่องมือวัด 1.1 ไม้เมตรหรือไม้บรรทัด 1.2 ไมโครมิเตอร์ **2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง** 2.1 การปรับระยะสมดุลของเส้นลวด 2.2 การกำหนดความยาวของเส้นลวด **3. การดำเนินการทดลอง** 3.1 การอ่านระยะที่ยืดออกของเส้นลวด 3.2 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวด **4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม**								

ยังโมดูลัส

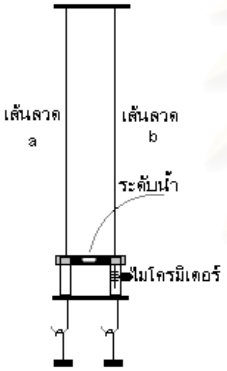
วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการหาค่า Young's Modulus ของเส้นลวด

อุปกรณ์การทดลอง

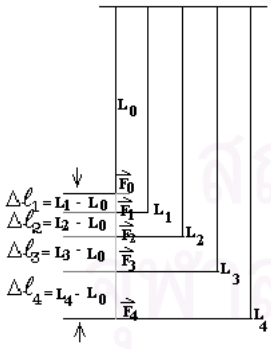
1. เส้นลวดยาวประมาณ 2 เมตร 2 เส้น
2. ชุดทดลองโมดูลัสของยัง
3. ตุ้มน้ำหนัก ก้อนละ 500 กรัม 4 ก้อน พร้อมด้ามแขวน และก้อนละ 100 กรัม 2 ก้อน
4. ไมโครมิเตอร์ และเทปวัดระยะ

วิธีการทดลอง



รูปที่ 3

1. จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3 โดยแขวนตุ้มน้ำหนักขนาด 100 กรัม เพื่อให้ลวดทั้งสอง(a และ b)ตึง และปรับระดับน้ำให้อยู่ตรงกึ่งกลาง แล้วอ่านตำแหน่ง L_0 ที่ไมโครมิเตอร์ บันทึกลงในตาราง ในหน่วยมิลลิเมตร
2. วัดระยะยืดของเส้นลวด b โดยเพิ่มน้ำหนักใต้เส้นลวด b ครั้งแรก 500 กรัมแล้วปรับระดับน้ำให้อยู่ตรงกึ่งกลาง แล้วอ่านค่าตำแหน่ง L_1 ที่ไมโครมิเตอร์ บันทึกในตาราง เป็น มิลลิเมตร ดูรูปที่ 4 ประกอบ
3. เพิ่มตุ้มน้ำหนักอีกครั้งละ 500 กรัม แล้วปรับระดับน้ำ อ่านค่าตำแหน่ง L_2 , L_3 และ L_4 เป็นมิลลิเมตร ตามลำดับ บันทึก
4. คำนวณหาค่า $\Delta\ell$ ดูรูปที่ 4 ประกอบ
5. กำหนดให้ g = 9.8 m/s^2 คำนวณค่า $\vec{F}$ เป็น นิวตัน
6. เขียนกราฟระหว่าง $\vec{F}$ (N) เป็นแกนตั้ง และ $\Delta\ell$ เป็นแกนนอน แล้วหาค่าความชัน (Slope) คำนวณหาค่า Y
7. เปรียบเทียบค่า Y ที่ได้กับค่ามาตรฐานในย่าน 15.96×10^{10} - 21×10^{10} N/m^2



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบบันทึกผลการทดลอง

การทดลองที่ 14 **ยังโมดูลัส**(Young's Modulus)**ของเส้นลวด**

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ความยาวเดิมของเส้นลวด L_0 = ... mm

เส้นผ่าศูนย์กลางของลวด b = ... mm

พื้นที่หน้าตัดของเส้นลวด b = ... mm^2

มวล (g)	แรง (F) (นิวตัน)	ตำแหน่งที่ L (mm)	$\Delta\ell$ (mm)
-	F_0 =	L_0 =	
500	F_1 =	L_1 =	$\Delta\ell_1 = L_1 - L_0$ =
1000	F_2 =	L_2 =	$\Delta\ell_2 = L_2 - L_0$ =
1500	F_3 =	L_3 =	$\Delta\ell_3 = L_3 - L_0$ =
2000	F_4 =	L_4 =	$\Delta\ell_4 = L_4 - L_0$ =

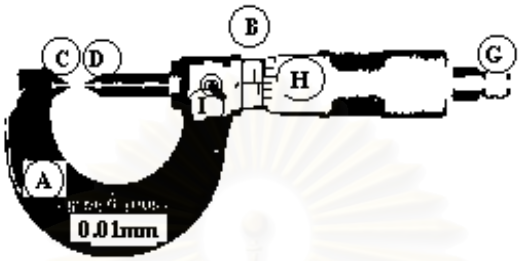
(ลงชื่อ)..... อาจารย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือประกอบการสังเกต
การทดลองที่ 14 เรื่องยังโมดูลัส

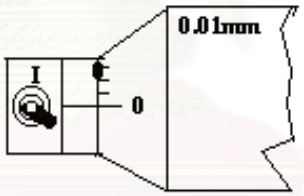
1. การใช้เครื่องมือวัด

1.1 ไมโครมิเตอร์



1. มือซ้ายจับไมโครมิเตอร์ที่โครง A
2. ปรับศูนย์โดยหมุนแกน G ให้ปาก C – D แตะกันพอดี แล้วดูที่ขีดศูนย์ของสเกล H ว่าตรง

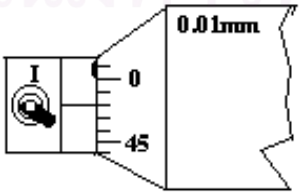
กับขีดกลางของสเกล B หรือไม่ ไมโครมิเตอร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เมื่อปากวัด C - D สัมผัสพอดี ขีดที่ 0 ของสเกลวงกลมจะทับกับ แกนนอนของสเกลหลัก และขอบของสเกลวงกลมจะทับขีดที่ 0 ของสเกลหลักพอดี ดังแสดงในรูปที่ 1.10



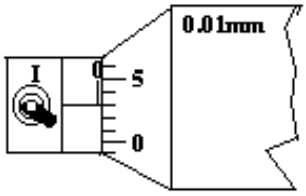
รูปที่ 1.10

แต่ในบางครั้งอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้ ดังกรณีรูปที่ 1.11 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้วจะได้ค่าน้อยกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.020 มิลลิเมตรเสมอ ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องบวกด้วย 0.020 มิลลิเมตร เข้าไปด้วย

รูปที่ 1.11



สำหรับกรณีรูปที่ 1.12 เมื่อใช้วัดของสิ่งใดแล้วจะได้ค่ามากกว่าความเป็นจริงอยู่ 0.030 มิลลิเมตร



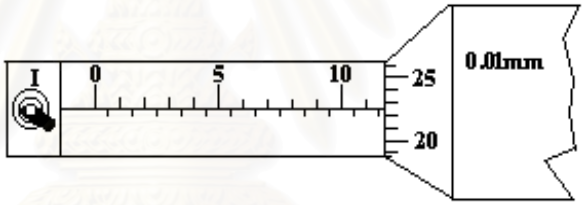
รูปที่ 1.12

ดังนั้นเมื่ออ่านค่าการวัดใดๆ แล้วจึงต้องลบออกด้วย 0.030 มิลลิเมตร เสมอ

3. ทำการวัดโดยหมุนแกน G ให้แกนวัดถอยหลังเพื่อทำให้ปาก C - D เปิดกว้างกว่าขนาดของวัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C - D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้ แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกริ๊กเบาๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

4. การอ่านค่าบนสเกล เมื่อวางวัตถุที่ปากของไมโครมิเตอร์จนกระชับแน่นดีแล้ว ในการอ่านค่าให้ดูว่าขอบของสเกล H อยู่ที่เลขขีดใดบนสเกล B ค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มของมิลลิเมตรและเศษของมิลิเมตรดูได้จากขีดที่เท่าใดของสเกล H ตรงกับเส้นนอนของสเกล B โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm

รูปที่ 1.8



(1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.500 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก

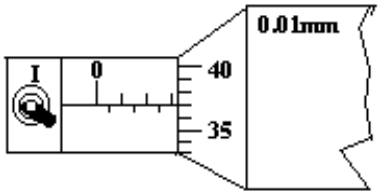
(2) ขีดที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้คูณกับค่า Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น 22.5x0.010 = 0.225 mm

(3) นำค่าที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้งนี้ นั่นคือ

ผลการวัด = 11.500 mm + 0.225 mm

= 11.725 mm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 เป็นผลการวัดของวัตถุอีกอันหนึ่ง เมื่อ Least Count เป็น 0.010 mm

1. ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3.000 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
2. ขีดที่ 37.0 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนของสเกลหลัก

ดังนั้นเศษของมิลลิเมตร = 37.0x0.010 = 0.370 mm

3. ผลการวัดครั้งนี้ = 3.000 + 0.370 = 3.370 mm

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. ในการหมุนเพื่อให้แท่งทรงกลม D เคลื่อนที่ไปสัมผัสวัตถุที่วัดนั้นให้ค่อย ๆ หมุนที่ G ห้ามหมุนให้แท่ง D เคลื่อนทีโดยวิธีการปัดแผ่นโลหะ A หมุนรอบแท่ง D ทั้งนี้แผ่นโลหะ A ซึ่งหนักจะหมุนไปด้วยแรงเหวี่ยงและ ทำให้แท่ง D กระชับกับวัตถุที่จะวัดแน่นเกินไปจนทำให้เกลียวสกรูเสียไป และเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย

2. ในการใช้ควรระมัดระวังอย่าให้ไมโครมิเตอร์ตกกระทบพื้นจะทำให้สเกลคลาดเคลื่อน

3. ไมโครมิเตอร์ที่ใช้แล้วควรทำความสะอาดและชโลมน้ำมันป้องกันสนิมก่อนที่จะเก็บ

2.ไม้เมตร

1. การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวหรือความสูง ในการวัดจะต้องจรดปลายสเกลให้ตรงและตั้งฉากกับขอบของวัตถุที่จะทำการวัด

2. อ่านค่าปลายขอบอีกข้างหนึ่งของวัตถุจากสเกลบนไม้บรรทัดโดยที่สายตาต้องอยู่ตั้งฉากกับขีดบอกความยาวหรือส่วนสูงนั้น

4. ในการบันทึกผลการวัดจะต้องบอกเลขนัยสำคัญด้วย เช่นการรายงานผลการวัดเป็น 7.30 ซม. และ 7.3 ซม. เป็นการรายงานผลที่มีเลขนัยสำคัญแตกต่างกัน แสดงถึงความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้วัดแตกต่างกัน

2. การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2.1 การปรับระยะสมดุลของเส้นลวดใช้มวลขนาด 100 กรัมถ่วงเส้นลวดทั้งสองข้างให้เส้นลวดตึงพอดี

2.3 การกำหนดความยาวของเส้นลวดกำหนดความยาวของเส้นลวดประมาณ 2 เมตรตรึงเข้ากับจุดตรึง ที่มั่นคง

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การอ่านระยะที่ยืดออกของเส้นลวดเมื่อเพิ่มมวลครั้งละ 500 กรัม ค่อย ๆ หมุนสกรูไมโครปรับลูกน้ำในไมโครมิเตอร์ ให้อยู่ในระดับสมดุล แล้วอ่านค่าระยะที่ยืดออกจากที่หมุนสกรู

3.2 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดก่อนใช้ไมโครมิเตอร์จะต้องปรับค่าความคลาดเคลื่อน จากนั้นใช้ไมโครมิเตอร์โดยให้ปากวัด แตะที่เส้นลวดพอดี สังเกตจากเสียงกริ๊กเบาๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม I ไปทางซ้ายเพื่อตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

4. การดัดแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการได้ตามความเหมาะสม

(ไม่ทำการสังเกตในการทดลองนี้)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
ตารางแสดงร้อยละของการใช้เครื่องมือวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์
1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	65.114
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	72.750
- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	76.595
3. ความปลอดภัย	92.310
- ระมัดระวังอันตราย	-
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	88.460
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	95.830
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

ตารางที่ 7 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เวอร์เนียร์
1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	92.301
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	78.472
- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	91.666
3. ความปลอดภัย	100
- ระมัดระวังอันตราย	-
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	75.690
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	93.750
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

ตารางที่ 8 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เทอร์มอมิเตอร์ ในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เทอร์โมมิเตอร์

1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	95.138
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	90.273
- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	93.055
3. ความปลอดภัย	79.164
- ระมัดระวังอันตราย	-
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	90.972
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	100
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

ตารางที่ 9 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องชั่งในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้เครื่องชั่ง
1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	61.530
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	83.333
- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	83.333
3. ความปลอดภัย	72.220
- ระมัดระวังอันตราย	-
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	74.306
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	100
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

ตารางที่ 10 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไม้บรรทัด หรือไม้เมตรในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้ไม้บรรทัด
1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	100
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	100
	100

- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	91.640
3. ความปลอดภัย	-
- ระมัดระวังอันตราย	100
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	94.874
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

ตารางที่ 11 ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้นาฬิกาจับเวลาในการปฏิบัติการฟิสิกส์

ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์	ร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะการใช้นาฬิกาจับเวลา
1. ความถูกต้อง	
- ปฏิบัติได้ถูกต้อง	100
2. ความคล่องแคล่ว	
- ความรวดเร็วว่องไว	96.990
- ความเชี่ยวชาญแม่นยำ	96.527
3. ความปลอดภัย	100
- ระมัดระวังอันตราย	-
- แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า	100
4. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	100
- การทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์	
- การเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ถูกวิธี	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจันทนี อุทธิสินธุ์ เกิดเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2514 ที่จังหวัดร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ จากสถาบันราชภัฏสกลนคร เมื่อปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2542

ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่งอาจารย์1 ระดับ 4 ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย