คำนำ

เอกสารหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรวิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรฝึกอบรมภายใต้โครงการพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาครู และบุคลากรทางการศึกษาโดยยึดถือภารกิจและพื้นที่เป็นฐานด้วยระบบ TEPE Online โดยความร่วมมือของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการขององค์กร โดยพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยใช้หลักสูตรและวิทยากรที่มีคุณภาพ เน้นการพัฒนาโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงองค์ความรู้ในทุกที่ทุกเวลา

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหลักสูตรอบรมแบบ e-Training หลักสูตรวิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อยังประโยชน์ต่อระบบการศึกษาของประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

คำนำ	1
หลักสูตร “วิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย”	3
รายละเอียดหลักสูตร	4
คำอธิบายรายวิชา	4
วัตถุประสงค์	4
สาระการอบรม	5
กิจกรรมการอบรม	5
สื่อประกอบการอบรม	5
การวัดผลและประเมินผลการอบรม	5
บรรณานุกรม	6
เค้าโครงเนื้อหา	10
ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้	15
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้	28
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์	35
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้	44
ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	54
ใบงานที่ 1.1	64
ใบงานที่ 1.2	66
ใบงานที่ 1.3	68
ใบงานที่ 2.1	71
ใบงานที่ 3.2	73
ใบงานที่ 3.3	79
ใบงานที่ 3.4	86
ใบงานที่ 4	89
ใบงานที่ 4.2	64
ใบงานที่ 4.3	65
ใบงานที่ 5	90

หลักสูตร
วิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

รหัส TEPE-55112
ชื่อหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
วิทยากร

ผศ.ดร.อลิศรา	ชูชาติ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.โกเมศ	นาแจ้ง	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
อ.วรรณา	นาคศรีอาภรณ์	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหา

ดร.พิเชฏฐ์	จับจิตต์	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
ดร.สุทธิดา	จำรัส	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
ดร.ลือชา	ลดาชาติ	สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สพฐ.
รศ.ดร.พิมพ์พันธ์	เดชะคุปต์	ข้าราชการบำนาญ อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ. พเยาว์	ยินดีสุข	ข้าราชการบำนาญ อาจารย์พิเศษ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดหลักสูตร

คำอธิบายรายวิชา

อธิบายถึงความหมาย สาระสำคัญ ของหลักสูตรและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญในวิชาฟิสิกส์ ชนิดของสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนในวิชาฟิสิกส์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ที่นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้
2. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
4. อธิบายขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ได้
5. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ได้
6. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของประเทศไทยได้
7. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
8. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
9. อธิบายหลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์ได้
10. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ได้
11. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ได้
12. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางได้
13. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางได้
14. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมได้
15. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมได้
16. ยกตัวอย่างเนื้อหาทางฟิสิกส์ที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ วิธีสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง และวิธีสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
17. ระบุสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
18. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
19. สำรวจ ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ได้
20. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพได้
21. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม
22. อธิบายความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

23. วางแผนการออกข้อสอบประเภทต่างๆ ได้
24. อธิบายความสำคัญและวิธีการต่างๆ ของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
25. ออกแบบการประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

สาระการอบรม

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้
ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอบรม

1. ทำแบบทดสอบก่อนการอบรม
2. ศึกษาเนื้อหาสาระการอบรมจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์
3. ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากใบความรู้
4. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้
5. ทำใบงาน/กิจกรรมที่กำหนด
6. แสดงความคิดเห็นตามประเด็นที่สนใจ
7. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เข้ารับการอบรมกับวิทยากรประจำหลักสูตร
8. ทำแบบทดสอบหลังการอบรม

สื่อประกอบการอบรม

1. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
2. ใบความรู้
3. วีดิทัศน์
4. แหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
5. กระดานสนทนา (Web board)
6. ใบงาน
7. แบบทดสอบ

การวัดผลและประเมินผลการอบรม

วิธีการวัดผล

1. การทดสอบก่อนและหลังอบรม โดยผู้เข้ารับการอบรมจะต้องได้คะแนนการทดสอบหลังเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70

2. การเข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ ส่งงานตามใบงานที่กำหนด เข้าร่วมกิจกรรมบนกระดานสนทนา

บรรณานุกรม

การศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตร ตามหลักสูตร**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.

กิดานันท์ มลิทอง. (2531). **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โกเมศ นาแจ้ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่ และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จริยา เหนียนเฉลย. (2538). **สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.

ทรูปลูกปัญญา. (2555). **คลังความรู้: วีดิทัศน์ เรื่อง การทดสอบความเป็น กรด-เบส ของสารในชีวิตประจำวัน**. จากเว็บไซต์: http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/10351-018199/ [สืบค้นเมื่อ วันที่ 7 กันยายน 2556]

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณา รุ่งลักษมีศรี. (2551). ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสาธิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). **สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2533). **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **นิยามศัพท์หลักสูตร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

วิชาการ, กรม.กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2553). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2555). **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2556). **ตัวอย่างการจัดทำคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. http://www.ipst.ac.th/web/images/stories/files/Curriculum/des_secondscience.pdf [วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2556]

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2547). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สุนันท์ สังข์อ่อง. (2526). **สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

อลิศรา ชูชาติ. (2549). เสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน ICT ใน นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. ใน อลิศรา ชูชาติ, อมรา รอดดารา และสร้อยสน สกลรักษ์ (บรรณาธิการ), **นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรชา ชูเชื้อ. (2554). ผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์เรื่องโมเมนตัมและการดลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Alberta Education. (2013). **Inquiry Based learning**. Available from: [September, 1 2013]

Alberta learning. (2004). **Focus on Inquiry**. Available from: http://lrc.learning.gov.ab.ca. [August, 28 2013]

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). **Science for All Americans: Project 2061**.[online] Available from: http://www.project2061.org/ publications/sfaa/online/intro.htm [August 11, 2010]

Baek, H. et al. (2010). **Engaging Elementary Student in Scientific Modeling**. Paper

Buck Institute for Education. (2013). **What is PBL?** Available from: http://www.bie.org/about/what_is_pbl [September, 1 2013]

Cotterman, M.E. (2009). **The Development of Pre-service Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Scientific Modeling**. Degree of Master of Science. Wright State University.

Design-Based Learning to Innovate STEM Education. Available from: https://gse-it.stanford.edu/research/project/dbl [September, 1 2013]

Galileo. (2013). **What is Inquiry**. Available from: http://galileo.org/teachers/designing-

Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (2000). **A typology of school science models**. International Journal of Science Education 22, 9: 1011-1026.

http://teachinquiry.com/index/Introduction.html [August,28 2013]

learning/articles/what-is-inquiry/[August,28 2013]

Heller, P. et al. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. **American Journal of Physics** 60: 627-636.

Jianping Xu, Qingyu Wu. (2006). **Essential of life science.** Singapore: Higher Education Press.

Llewerllyn, D. (2005). **Teaching High School Science through Inquiry: A case study approach**. CA: Corwin Press.

National Center for Mathematics and Science. (2002). **Explanatory Models in Science**.

National Research Council. (1996). **National Science Educational Standards**.

National Science Education Standards. (1996). Washington, DC: National Academy Press.

Office of Innovation and Technology, Stanford Graduate School of Education. (2012).

presented at National Association for Research in Science Teaching.

Pol, H. (2009). **Computer based instructional support during physics problem solving: a case for student control**. Netherlands: University of Groningen.

Ramlo, S.E. (2003). *A Multivariate Assessment of The Effect of The Laboratory Homework Component of A Microcomputer-Based Laboratory for A College Freshman Physics Course*. Doctoral dissertation, The Graduate Faculty of The University of Akron.

Squire, K. (2004). **Video games in education**. Int. J. Intell. Games & Simulation.

Stanford University. (2009). **Background of Problem-Based Learning** .Available from: http://www.samford.edu/ctls/archives.aspx?id=2147484113 [September, 1 2013]

Stephenson, N. (n.d.). **Introduction to Inquiry Based Learning**. Available from:
The Board of Regents of the University of Wisconsin System.[online]. 159 Available from: http://ncisla.wceruw.org/muse/MODELS/index.html[July 23, 2010]
The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, and the Regents of the University of California. (2013). Understand Science. Aviable from: http://undsci.berkeley.edu/article/whatisscience_01 [August, 28 2013]
Washington, DC: National Academy Press.
Wikipedia. (2013). **Natural Science.** http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_science[August, 28 2013]
Zollman, D. & Fuller, R. (1994). **Teaching learning physics with interactive video**. Robert G. Fuller Publications and Presentations.

หลักสูตร TEPE-55112
วิทยาศาสตร์: ฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์

แนวคิด

1. ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาหากฎต่าง ๆ เพื่อนำมาสู่การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติทั้งทางกายภาพและชีวภาพ รวมไปถึงการค้นหากฎต่างๆ เพื่อใช้มาอธิบายการกำเนิดของจักรวาล นอกจากนี้ฟิสิกส์ยังมีบทบาทสำคัญต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้น เนื่องจากฟิสิกส์ได้ก่อให้เกิดนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ได้แก่ เรดาร์ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ อินเตอร์เน็ต การสื่อสารผ่านอุปกรณ์พกพา ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบทางทฤษฎีฟิสิกส์ที่ชื่อว่าทฤษฎีควอนตัม ทำให้ฟิสิกส์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีองค์ความรู้เกิดขึ้นใหม่อยู่เสมอ

2. หลักสูตรวิชาฟิสิกส์มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ และมีการกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้นั้น

3. วิชาฟิสิกส์จะสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5 พลังงาน ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ 3 มาตรฐาน และมีทั้งหมด 16 ตัวชี้วัด ส่วนสาระเพิ่มเติมจะต้องพิจารณาจัดให้สอดคล้องกับความพร้อม จุดเน้นและเกณฑ์การจบหลักสูตรของสถานศึกษานั้น

4. การจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ เป็นการนำสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด มาเรียบเรียงเป็นคำอธิบายรายวิชา และจัดทำหน่วยการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์

ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ที่นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้
2. ระบุองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้
4. อธิบายขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ได้
5. จัดทำคำอธิบายรายวิชา และสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวคิด

1. การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มีเป้าหมายที่สำคัญคือ ให้ผู้เรียนเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี และยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่าขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ วิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ และตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. การจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ต้องส่งเสริมให้เกิดคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ด้าน คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสารข้อมูล และจิตวิทยาศาสตร์

3. มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละชั้นปี หรือช่วงชั้น เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล

วัตถุประสงค์

ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของประเทศไทยได้
2. ระบุและวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้
3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ได้

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 3.1 หลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์

เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง

เรื่องที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

แนวคิด

1. วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ขึ้นอยู่กับลักษณะที่แตกต่างกันของเนื้อหาในบทเรียน นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การสาธิตและการปฏิบัติการทดลองแล้ว แนวการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ยังให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและเทคโนโลยีด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม

2. การเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ เป็นจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาความรู้และวิธีการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของนักเรียนเพื่อให้ทราบถึงความรู้ทางฟิสิกส์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา การอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการและมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ การฝึกฝนให้นักเรียนมีการวางแผน การลำดับขั้นตอน การใช้ความรู้ การตรวจสอบ การประเมินการผลการแก้ปัญหา และมีการสะท้อนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้และวิธีการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่มีเงื่อนไขแตกต่างกัน

3. ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง เป็นขั้นตอนการเรียนการสอน 9 ขั้นตอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการการสร้างแบบจำลองทางความคิด ได้แก่ การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ การใช้แบบจำลองในการสร้างคำอธิบายและตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบกับปรากฏการณ์ใหม่หรือใช้ในการให้เหตุผล การประเมินแบบจำลองเพื่อปรับปรุงจากข้อมูลที่ค้นพบ และการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น

4. การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นการเรียนการสอนที่นำขั้นตอนซึ่งวิศวกรใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน 5 ขั้นตอน โดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแนวทางแก้ปัญหา ทดลอง ประเมินผลการแก้ปัญหา สร้างสิ่งประดิษฐ์ และปรับปรุงวิธีการแนวทางการแก้ปัญหา

วัตถุประสงค์

ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายหลักการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์ได้
2. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ได้
3. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ได้
4. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางได้
5. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนด้วยวิธีสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางได้
6. อธิบายความหมาย และขั้นตอนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมได้
7. บอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมได้
8. ยกตัวอย่างเนื้อหาทางฟิสิกส์ที่เหมาะสมสำหรับการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ วิธีสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง และวิธีสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

เรื่องที่ 4.2 การนำสื่อและแหล่งเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

แนวคิด

1. สื่อและแหล่งเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1.อุปกรณ์การทดลอง 2.เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน 3.สื่อสิ่งพิมพ์ 4.สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ 5.แหล่งเรียนรู้ทางชีววิทยาที่สำคัญในท้องถิ่น ผู้สอนควรทำความเข้าใจสื่อแต่ละประเภท เพื่อจะได้เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม

2. การเลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จะต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน มีเนื้อหาถูกต้องทันสมัยน่าสนใจเป็นลำดับขั้นตอน สะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากเกินไป เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี และถ้าเป็นสื่อที่ผลิตเองควรพิจารณาความคุ้มค่ากับเวลา และการลงทุน

3. หลักการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ต้องมีการเตรียมความพร้อมของผู้สอนในการใช้สื่อ โดยต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่มีในสื่อ ขั้นตอน และวิธีการใช้จัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนโดยใช้สื่อการจัดการเรียนรู้นั้น ตรงตามขั้นตอน และวิธีการที่ได้เตรียมไว้แล้ว ผู้สอนต้องควบคุมการนำเสนอสื่อ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่น และหลังจากการใช้สื่อการสอนแล้ว ควรมีการติดตามผลเพื่อเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากสื่อที่นำเสนอไป เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่อง สามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงสำหรับการสอนในครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์

ผู้เข้าอบรมสามารถ

1. ระบุสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
2. บอกประสิทธิภาพ และข้อจำกัดของสื่อการจัดการเรียนรู้แต่ละประเภท
3. สำรวจ ค้นหาสื่อและแหล่งเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ได้
4. อธิบายหลักการเลือกและใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้จัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพได้
5. เลือกสื่อและแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ให้กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม

ตอนที่ 5 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 ความสำคัญและประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่องที่ 5.2 ประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบ
เรื่องที่ 5.3 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
เรื่องที่ 5.4 การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

แนวคิด

1. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีคำสำคัญที่ควรเข้าใจและแยกความแตกต่างให้ได้ 2 คำ คือ การวัดและการประเมินผล

2. การวัด คือการใช้เครื่องมือใดๆ อาจเป็นข้อสอบ แบบวัด เพื่อใช้บอกระดับของสิ่งที่ต้องการวัดเมื่อได้ผลจากการวัดแล้ว จึงนำมาสู่การประเมิน คือการลงความเห็นและตัดสินผลที่ได้จากการวัดนั้น โดยมีการใช้เกณฑ์ที่มีการกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน หรืออาจเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น

3. การประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ 2 ประการ คือ การประเมิน เพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และการนำผลที่ได้จากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

4. เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการสัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลผู้เรียนมีหลายประเภท และแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน หลักการและการวางแผนการออกข้อสอบที่ดีจะช่วยให้ข้อมูลที่ประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

5. การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติกัน มี 2 ลักษณะคือ การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้รายวิชา ซึ่งทั้งนี้นอกจากจำแนกตามช่วงเวลาของการประเมินแล้ว เพื่อให้การประเมินผลการเรียนรู้นั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ พฤติกรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์จึงได้มีการพยายามในการพัฒนาการประเมินตามสภาพจริงขึ้น

6. การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในการประเมินสัมฤทธิผลทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ภาคทฤษฎี การประเมินกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ได้มีการกำหนดไว้

7. การประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ เป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญกับนักเรียนในการนำไปใช้พัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านการเรียนและการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์

วัตถุประสงค์

ผู้เข้ารับการอบรมสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วางแผนการออกข้อสอบประเภทต่างๆ ได้
3. อธิบายความสำคัญและวิธีการต่างๆ ของการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง
4. ออกแบบการประเมินผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

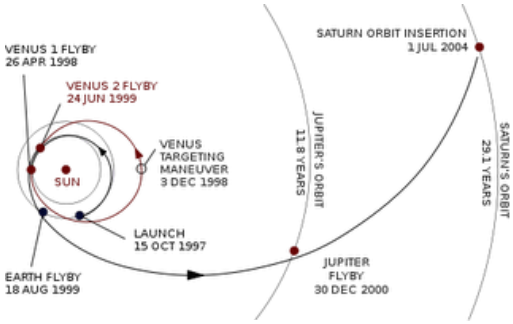
เรื่องที่ 1.1 ทำไมต้องเรียนวิชาฟิสิกส์

ฟิสิกส์ เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นพื้นฐานที่สุดในวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาหลักการทั่วไปและกฎของธรรมชาติ โครงสร้างต่างๆ ของสสาร ตลอดจนการค้นหากฎต่าง ๆ เพื่ออธิบายการกำเนิดของเอกภพและทำความเข้าใจเอกภพ ดังนั้นฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพที่เป็นรากฐานให้กับวิทยาศาสตร์กายภาพสาขาอื่นๆ ได้แก่ ดาราศาสตร์ เคมี และธรณีวิทยา (Young and Freedman, 2012: 2; Giancoli, 2002: 1; สสวท, 2553: 11; ก่องกัญจน์ และธนกาญจน์ ภัรากาญจน์, 2550: 1)

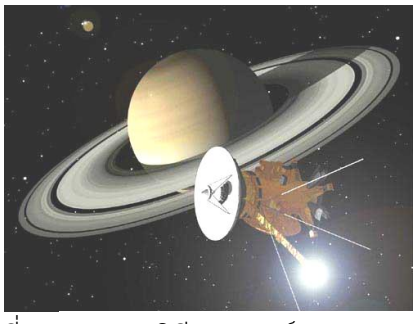
เมื่อกล่าวถึงธรรมชาติของฟิสิกส์ ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติทดลอง (Experimental science) —นักฟิสิกส์สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและพยายามหารูปแบบ (Patterns) ของปรากฏการณ์ ความพยายามหารูปแบบนี้เรียกว่า ทฤษฎี เมื่อนักฟิสิกส์เรียนรู้ในการตั้งคำถามที่เหมาะสม ออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบ และหาข้อสรุปจากผลการทดลอง จนได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวาง ทฤษฎีจึงกลายเป็นกฎหรือหลักการ (Young and Freedman, 2012: 2) ผลจากความพยายามอธิบายปรากฏการณ์ของธรรมชาติ ทำให้มนุษย์ได้ค้นพบกฎต่างๆ ของธรรมชาติมากมาย เช่น การอธิบายการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งที่มีขนาดใหญ่มากๆ จนถึงขนาดที่เล็กมากๆ ซึ่งต่อมาก่อให้เกิดกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's law of motion) การศึกษาการเคลื่อนที่ของแก๊สก่อให้เกิดกฎของบอยล์ (Boyles's law) การศึกษาการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในเส้นลวดโลหะก่อให้เกิดกฎของโอห์ม (Ohm's law) และผลจากการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่าง ๆ นั้นทำให้เกิดกฎการอนุรักษ์พลังงาน (Law of conservation of energy) เป็นต้น (Chun and others, n.d.: 3) หากพิจารณาภาพด้านล่างสามารถบอกหลักการทางฟิสิกส์ใดบ้าง

ภาพที่ 1 สะพานพระราม (คำตอบอยู่หน้าเฉลยใบงานที่ 1.1)
(ที่มา http://www.skyscrapercity.com)

ตัวอย่างการค้นพบและการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ ทางฟิสิกส์เหล่านี้ล้วนมีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ฟิสิกส์ให้นวัตกรรมทางเทคโนโลยี เช่น เรดาร์ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ อินเตอร์เน็ต การสื่อสารผ่านอุปกรณ์พกพา เป็นต้น ซึ่งล้วนตั้งอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีซิลิกอน แต่การพัฒนาเทคโนโลยีไม่ได้เป็นจุดมุ่งหมายของฟิสิกส์ แต่การปฏิวัติทางเทคโนโลยี~~ของ~~ในศตวรรษที่ 20 เป็นผลมาจากการค้นพบทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่ชื่อว่าทฤษฎีควอนตัม (บุญญฤทธิ์ อุยยานนวาระ, 2555: 18-32) อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาฟิสิกส์เป็นการผจญภัยและความทะเยอทะยานของมนุษย์ เช่น ความสงสัยว่าจะทำอย่างไรให้ดาวเทียมค้างฟ้าอยู่ในวงโคจร หรือจะบังคับการเคลื่อนที่ของยานอวกาศตลอดเวลาได้อย่างไร การส่งยานอวกาศ Cassini ที่ถูกยิงขึ้นไปเมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 1997 และใช้เวลานานถึง 7 ปี ในการเข้าสู่วงโคจรรอบดาวเสาร์ในปี ค.ศ.2004 ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ขององค์กร NASA จะต้องรู้ตำแหน่งและการเคลื่อนที่ในสามมิติของยานอวกาศตลอดเวลา เป็นต้น (ปิยพงษ์ สิทธิคง, 2004: 1) ดังภาพที่ 2 และ 3 ที่แสดงการส่งยานอวกาศ Cassini เข้าสู่วงโคจรของดาวเสาร์



ภาพที่ 2 วิถีของยานแคสสินี
(ที่มา Wikimedia)



ภาพที่ 3 ยานแคสสินี ดาวเสาร์ และดวงอาทิตย์
(ที่มา NASA)

ผลจากการศึกษาปรากฏการณ์ทางกายภาพต่าง ๆ และจากตัวอย่างข้างต้น จึงมีการจำแนกฟิสิกส์ออกเป็นสาขาต่างๆ ได้ 5 สาขา ดังนี้ (Chun and others, n.d.: 3-4; สสวท, 2553: 23-25)

1.กลศาสตร์พื้นฐาน เป็นสาขาที่อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานพื้นฐานที่สำคัญ 3 ข้อ คือ กฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ซึ่งกฎทั้ง 3 ข้อนี้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กมาก ๆ ก่อให้เกิดการประยุกต์ทางกลศาสตร์ ตัวอย่างได้แก่ การคิดค้น ออกแบบและจัดทำโครงสร้างรับน้ำหนักอาคาร เครื่องจักรกลแบบต่างๆ ที่ต้องอาศัยความรู้เรื่องคาน โมเมนต์ ล้อกับเพลา การสร้างยานพาหนะที่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับพลศาสตร์ของของไหล เป็นต้น

2.อุณหพลศาสตร์ เป็นสาขาที่อธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนที่โมเลกุลของแก๊ส และความร้อนก่อให้เกิดการประยุกต์ทางอุณหพลศาสตร์ ตัวอย่างได้แก่ การคิดค้น ออกแบบและจัดทำเครื่องจักรความร้อนแบบต่างๆ เช่นเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์ไอพ่น อุปกรณ์ระบายความร้อนและอุปกรณ์กันความร้อนแบบต่างๆ เครื่องสูบความร้อนแบบต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำน้ำแข็ง เป็นต้น

3.แม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสาขาที่อธิบายถึงกฎทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก ก่อให้เกิดการประยุกต์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า ตัวอย่างได้แก่ การคิดค้น ออกแบบและจัดทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบต่างๆ ระบบส่งพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น

4.คลื่น เป็นสาขาที่อธิบายถึงการเคลื่อนที่ของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแสง และคลื่นเสียง ก่อให้เกิดการประยุกต์ทางคลื่น ตัวอย่างได้แก่ การคิดค้น ออกแบบและจัดทำทัศนอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เช่น แว่นตา กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์ การใช้รังสีอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อโรคในอากาศและน้ำดื่ม เครื่องอัลตราซาวด์ทางการแพทย์ ระบบโซนาร์สำรวจพื้นผิวใต้ทะเล รวมไปถึงการเปลี่ยนรูปพลังงานคลื่นซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้ในลักษณะของคลื่นเสียง คลื่นวิทยุ และโทรทัศน์

5.กลศาสตร์ควอนตัม ฟิสิกส์อะตอม และฟิสิกส์นิวเคลียร์ เป็นสาขาที่อธิบายการเคลื่อนที่และพลังงานในระดับอนุภาค และระดับอะตอม ก่อให้เกิดการประยุกต์ทางกลศาสตร์ควอนตัม ฟิสิกส์อะตอม และฟิสิกส์นิวเคลียร์ ตัวอย่างได้แก่ การคิดค้น ออกแบบและจัดทำเครื่องกำเนิดรังสีเอ็กซ์ เครื่องตรวจวิเคราะห์สมองด้วยเอ็กซ์เรย์สแกนนิ่ง เครื่องกำเนิดเลเซอร์ มีดผ่าตัดเลเซอร์ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การผลิตสารไอโซโทป กัมมันตรังสีเพื่อใช้ทางการแพทย์ อุตสาหกรรมและการเกษตร

ฉะนั้นกล่าวได้ว่าความก้าวหน้าของสังคมโลกในยุคโลกาภิวัฒน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ล้วนมาจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้กฎของธรรมชาติ (Laws of nature) อันเป็นลักษณะเฉพาะและธรรมชาติของฟิสิกส์

สรุป เหตุผลสำคัญที่ต้องเรียนวิชาฟิสิกส์เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์กายภาพที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุกๆ ด้าน ซึ่งเป็นผลจากการค้นพบและการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ ทางฟิสิกส์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษากฎและหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์เพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอันเป็นผลจากความก้าวหน้าทางฟิสิกส์

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.1

ตอนที่ 1 หลักสูตรและสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องกำหนดทิศทางสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะสำคัญต่างๆ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

การประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ส่งผลให้มีการยกเลิกหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศ คือ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ต่อมามีการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และปรับเปลี่ยนชื่อเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาในหลักสูตรแกนกลางแบ่งเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็น 8 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (3) **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** (4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (5) กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา (6) กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (7) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี (8) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางกำหนดกลุ่มเนื้อหาสาระซึ่งเรียกว่า สาระ (Strand) ซึ่งเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ ประกอบด้วย 8 สาระ ได้แก่ (1) สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (3) สารและสมบัติของสาร (4) แรงและการเคลื่อนที่ (5) พลังงาน (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ และ (8) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มเนื้อหาหรือสาระดังกล่าวนี้แตกต่างจากการจัดเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์เดิมซึ่งมีการจัดกลุ่มเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่มวิชา คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา

องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ สาระ (Strands) มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards) ตัวชี้วัด (Indicators) และสาระการเรียนรู้แกนกลาง (Core Content)

1. สาระ (Strands)

สาระเป็นกรอบเนื้อหาสำคัญที่กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหลักสูตร แบ่งออกเป็น 8 สาระ ซึ่งสาระ 8 สาระนี้สามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อหาได้เป็น 2 ลักษณะ คือ เนื้อหาหรือรายวิชา และไม่ใช่เนื้อหาหรือรายวิชา ทั้งนี้**วิชาฟิสิกส์**สอดคล้องกับสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5 พลังงาน รวมถึงสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เสนอแนะให้มีการจัดการเรียนรู้สอดแทรกในทุกสาระของวิทยาศาสตร์ตั้งแต่สาระที่ 1-7 ดังนี้

สาระ (Strand)	ลักษณะเนื้อหา
	ลักษณะที่ 1 เนื้อหาหรือรายวิชา
สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ชีววิทยา
สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	ชีววิทยา
สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร	เคมี
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	ฟิสิกส์
สาระที่ 5 พลังงาน	ฟิสิกส์
สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	ธรณีวิทยาและวิทยาศาสตร์โลก
สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ	ดาราศาสตร์และอวกาศ
	ลักษณะที่ 2 ไม่ใช่เนื้อหาหรือรายวิชา
สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์

2. มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning Standards)

มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติได้และมีคุณลักษณะต่างๆ เมื่อสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้สาระ 8 สาระ มีจำนวนรวม 13 มาตรฐาน โดยแต่ละสาระมีจำนวนมาตรฐานการเรียนรู้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ในวิชาฟิสิกส์สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 และ ว 4.2 และสาระที่ 5 พลังงาน ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.1 รวมถึงสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมี 1 มาตรฐาน คือ ว 8.1

ข้อความในมาตรฐานการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี

ตัวอย่างเช่น

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจ**ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์**

จากข้อความในมาตรฐาน ว 4.2 ข้างต้นประกอบด้วยข้อความ 3 ส่วน คือ

1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ คือ

- ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ

2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ ได้แก่

- กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- ความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้
- การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนมี คือ

- จิตวิทยาศาสตร์

3. ตัวชี้วัด (Indicators)

ตัวชี้วัดเป็นสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดมีลักษณะเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมในการนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา การจัดการเรียนรู้และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน ทั้งนี้ตัวชี้วัดที่ปรากฏในหลักสูตรฯ มี 2 ลักษณะ คือ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นกำหนดตัวชี้วัดในแต่ละระดับชั้น เรียกว่า **ตัวชี้วัดชั้นปี** เป็นสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ในแต่ละระดับชั้น ซึ่งบ่งชี้พัฒนาการของผู้เรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ และในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกำหนดเป็น **ตัวชี้วัดช่วงชั้น**

ข้อความที่ปรากฏในตัวชี้วัดชั้นปีและตัวชี้วัดช่วงชั้นประกอบด้วยส่วนของเนื้อหาความรู้ทักษะหรือความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติได้ และมักปรากฏลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเนื้อหานั้นๆ ไว้ด้วย ซึ่งช่วยให้ผู้สอนมีแนวทางในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะของผู้เรียนที่จะได้รับการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

ตัวอย่างเช่น

> **ตัวชี้วัดช่วงชั้นของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2**
> **สาระที่ 4** แรงและการเคลื่อนที่
> **มาตรฐาน ว 4.2** เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
> **ตัวชี้วัดที่ 1** อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

จากข้อความในตัวชี้วัดที่ 1 ข้างต้นสามารถบ่งชี้ข้อมูลได้ ดังนี้

1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้แก่ผู้เรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง

2) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เรียนรู้ คือ
- การเคลื่อนที่แนวตรง
- ปริมาณที่ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ ได้แก่ การกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง

3) ทักษะหรือความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ คือ
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลออกมาในลักษณะตารางและกราฟ

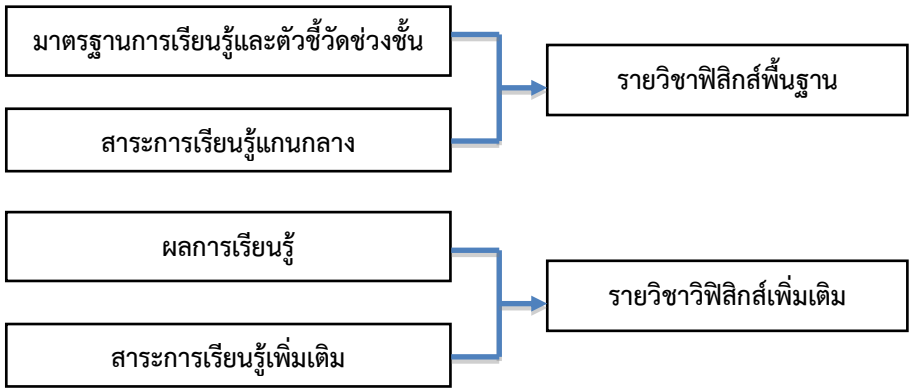
นอกจากทักษะที่ปรากฏในข้อความตัวชี้วัดแล้ว การเรียนรู้จากการปฏิบัติการทดลองยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นต้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการจิตวิทยาศาสตร์ เช่น ความซื่อสัตย์ในการบันทึกผลการทดลองตามความเป็นจริง ความรอบคอบในการทำการทดลองตามลำดับขั้นตอน และการอดทนในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เป็นต้น

4. สาระการเรียนรู้

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดรายวิชาฟิสิกส์ออกเป็น 2 รายวิชาหลัก คือ

1) รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานเป็นรายวิชาที่จัดสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานเป็นรายวิชาที่ผู้เรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องเรียนรู้

2) รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เป็นรายวิชาที่จัดสอนเพิ่มเติมจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดเน้น ความต้องการและความถนัดของผู้เรียนที่มีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือความต้องการของท้องถิ่น โดยมีการกำหนด “ผลการเรียนรู้” เป็นเป้าหมาย ดังแผนผัง



ตัวอย่างสาระการเรียนรู้แกนกลางในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

สาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.2 ตัวชี้วัดที่ 1
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่
มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวดิ่งที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

จากสาระการเรียนรู้แกนกลางข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัดช่วงชั้นมีความสอดคล้องกัน ข้อความตัวชี้วัดช่วงชั้นประกอบด้วย 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ การจัดกิจกรรมการทดลองและอภิปรายเพื่อหาความสัมพันธ์ 2) เนื้อหาความรู้ คือ การเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณการเคลื่อนที่ ส่วนข้อความสาระการเรียนรู้แกนกลางนั้นเป็นการแสดงสาระสำคัญของเนื้อหาความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงและการหาปริมาณการเคลื่อนที่

ตัวอย่างผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. อธิบายการวัดปริมาณกายภาพต่างๆ ต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการวัด และนำความคลาดเคลื่อนจากการวัด มาพิจารณาในการนำเสนอผลการเขียนกราฟ รวมทั้งมีทักษะในการรายงานผลการทดลอง	1. การทดลองมีความสำคัญต่อการค้นหาความรู้ ข้อมูลที่ละเอียดและแม่นยำจะทำให้ได้ข้อสรุปที่นำไปสู่การค้นพบใหม่ แต่ในการวัดจะมีความคลาดเคลื่อน จึงควรบันทึกผลการวัดอย่างเหมาะสม ซึ่งนำไปใช้ในการนำเสนอผล การเขียนกราฟและลงข้อสรุป รวมทั้งมีทักษะในการรายงานการทดลอง

จากสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมข้างต้น จะเห็นได้ว่า ข้อความสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมและผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน ข้อความผลการเรียนรู้จะเน้นเนื้อหาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจและมีความถนัดทางด้านวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อความสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมนั้นเป็นการแสดงสาระสำคัญของการทดลอง ทักษะการวัด การนำเสนอผลการทดลอง การเขียนกราฟและลงข้อสรุป และทักษะการรายงานผลการทดลอง ทั้งนี้สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรดำเนินกิจกรรมให้บรรลุถึงมาตรฐาน ว 8.1 ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วย

สรุป องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ที่นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์หรือกรอบมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันนั้น ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานจะต้องใช้ตัวชี้วัดช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้แกนกลางเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน และในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสถานศึกษาจะต้องจัดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และกำหนดผลการเรียนรู้เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.2

ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้

เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์

การจัดทำหลักสูตรฟิสิกส์เป็นกระบวนการนำความคาดหวังที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ปฏิบัติได้ และมีคุณลักษณะต่างๆ ที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปจัดทำเป็นคำอธิบายรายวิชา เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ให้แก่ผู้เรียนต่อไป การจัดทำหลักสูตรวิชาฟิสิกส์เป็นการจัดทำหลักสูตรระดับรายวิชา ซึ่งจะดำเนินการได้เมื่อสถานศึกษาได้กำหนดโครงสร้างหลักสูตรฟิสิกส์ ระบุรายวิชาฟิสิกส์ที่จะเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาหรือปีการศึกษา สถานศึกษาจะต้องระบุคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ ทั้งรายวิชาพื้นฐานและรายวิชาเพิ่มเติมไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อเป็นประโยชนในการสื่อสารแกผูเกี่ยวของทั้งครูผูสอนแตละระดับชั้น ผู้ปกครอง และบุคคลภายนอกหรือใชประโยชนในการเทียบโอนผลการเรียนของผู้เรียน

องค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทุกข้อสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาเพิ่มเติม ซึ่งการจัดทำคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์นั้น สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ ตามประเภทรายวิชา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน และรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

ขั้นตอนการจัดทำคำอธิบายรายวิชา

การจัดทำหรือการเขียนคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์มีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

1. กำหนดระดับชั้นที่จะเขียนคำอธิบายรายวิชา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นมี 3 ระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 5 หรือมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เมื่อกำหนดหรือเลือกระดับชั้นได้แล้ว ให้นำตัวชี้วัดช่วงชั้นที่ปรากฏในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ และแต่ละสาระของระดับชั้นที่กำหนด มาวิเคราะห์หาส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ 2) ทักษะและความสามารถที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีและปฏิบัติได้ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน
3. นำผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดช่วงชั้นทุกข้อในระดับชั้นที่กำหนดมาจัดลำดับตามความสัมพันธ์แล้วเรียบเรียงเป็นสาระสังเขปของคำอธิบายรายวิชา ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะหรือความสามารถสำคัญ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ สาระสังเขปที่ได้นี้เป็นคำอธิบายรายวิชารายปี
4. จัดแบ่งสาระสังเขปของคำอธิบายรายปีเป็นรายภาค โดยนำสาระสังเขปของคำอธิบายรายปีมาพิจารณาแล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามความสอดคล้องและลำดับของเนื้อหาความรู้ โดยเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนควรได้เรียนรู้ก่อน ให้จัดไว้สำหรับเป็นคำอธิบายรายวิชาในภาคเรียนที่ 1 เนื้อหาสาระที่ผู้เรียนเรียนรู้ต่อจากนั้น ให้จัดไว้สำหรับเป็นคำอธิบายรายวิชาในภาคเรียนที่ 2

5. นำสาระสังเขปรายภาคมาเรียบเรียงเขียนเป็นเอกสารคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานหรือรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมสำหรับภาคเรียนที่ 1 และ 2 โดยจัดกระทำให้มีองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้แก่ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทุกข้อสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาเพิ่มเติม

ตัวอย่าง คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1

รหัสวิชา ว 31201 **รายวิชา** ฟิสิกส์ 1 **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1** **เวลา**3 **ชั่วโมง/สัปดาห์ เวลา**60 **ชั่วโมง/ภาคเรียน**
จำนวน 1.5 **หน่วยกิต**

ศึกษา วิเคราะห์ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ปริมาณทางกายภาพ และหน่วย การทดลองในวิชาฟิสิกส์ ความไม่แน่นอนในการวัด เลขนัยสำคัญ การบันทึกผลการคำนวณ การวิเคราะห์ผลการทดลอง ปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ความเร่ง ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว เวลากับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย **โดยใช้** กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย **เพื่อให้เกิด** ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม ค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณกายภาพและหน่วยในระบบเอสไอ
2. อธิบายความสำคัญของการทดลอง การวัดปริมาณกายภาพต่างๆ และการบันทึกผลการวัด
3. อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรง และปริมาณที่เกี่ยวข้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัว
5. อธิบายแรงและหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง
6. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ
7. อธิบายกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
8. อธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง

9.วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

10.วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม

11.วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

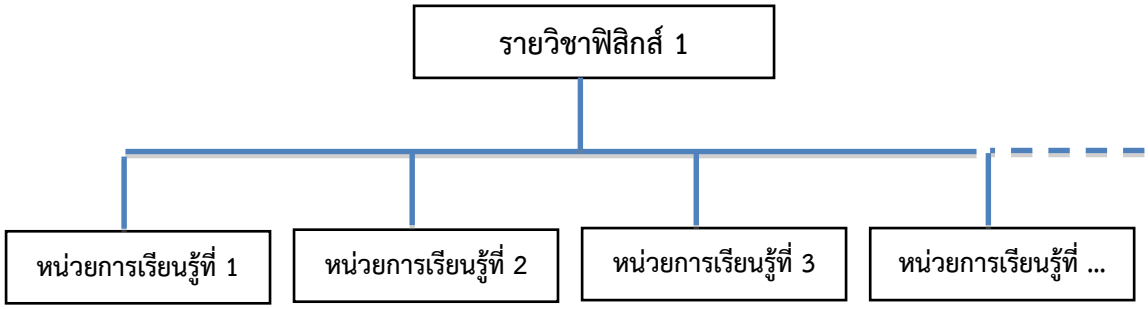
รวมทั้งหมด 11 ผลการเรียนรู้

หมายเหตุ ในการจัดการเรียนรู้ให้ดำเนินกิจกรรมให้บรรลุถึงมาตรฐาน ว 8.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วย

(ในกรณีรายวิชาพื้นฐานให้กำหนดรหัสตัวชี้วัด)

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้

การจัดทำหรือการกำหนดหน่วยการเรียนรู้จะดำเนินการเมื่อเขียนคำอธิบายรายวิชาแล้ว ในแต่ละรายวิชานั้นประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ได้หลายหน่วย การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ทำให้ทราบว่า รายวิชานั้นประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้จำนวนเท่าใด มีเรื่องหรือหัวข้อใดบ้าง แต่ละหน่วยการเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตัวชี้วัดใดบ้าง รวมทั้งใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เท่าใด นอกจากนี้การจัดทำหน่วยการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนสำหรับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยและรายคาบต่อไป



การจัดทำหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิตรวม (6) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และหน่วยย่อยหรือหัวข้อภายใต้หน่วยการเรียนรู้ (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (8) จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนรู้สำหรับแต่ละหน่วย

การจัดทำหน่วยการเรียนรู้มีแนวทางดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อความคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ แล้วนำเนื้อหาความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์มาจัดไว้ในกลุ่มเนื้อหาเดียวกัน

2. กำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกลุ่มเนื้อหา ระบุหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยภายใต้หน่วยการเรียนรู้ กำหนดเวลา สำหรับจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วย และระบุตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วย

3. นำหน่วยการเรียนเรียนรู้มาเขียนเป็นเอกสารหน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานหรือรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โดยจัดเรียงหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้นๆ

ตัวอย่าง หน่วยการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1

หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวนคาบ
1. ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์	1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ 1.2 ปริมาณกายภาพและหน่วย 1.3 การทดลองในวิชาฟิสิกส์ 1.4 ความไม่แน่นอนในการวัด 1.5 เลขนัยสำคัญ 1.6 การบันทึกผลการคำนวณ 1.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	12
2. การเคลื่อนที่แนวตรง	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	

สรุป คำอธิบายรายวิชาประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องสำหรับรายวิชาพื้นฐาน หรือผลการเรียนรู้สำหรับรายวิชาเพิ่มเติม การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ฟิสิกส์มีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิตรวม (6) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และหน่วยย่อยหรือหัวข้อภายใต้หน่วยการเรียนรู้ (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง (8) จำนวนชั่วโมงที่ใช้จัดการเรียนรู้สำหรับแต่ละหน่วย

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 1.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 1.3

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

เมื่อกล่าวถึงเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์อาจกล่าวได้ว่า การมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เป็นหนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญ (Ramlo, 2003: 2) เนื่องจากเป็นความรู้พื้นฐานที่บุคคลใช้ทำความเข้าใจหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (NSES, 1996: 22) แต่ในฐานะครูผู้สอนจะต้องเข้าใจถึงเหตุผลที่ต่างออกไปว่า ทำไมต้องสอนวิชาฟิสิกส์เสียก่อน เพราะความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2553: 1-2) ได้วิเคราะห์จุดประสงค์รวมของหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อมากำหนดเป็นจุดประสงค์เฉพาะกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ประกอบด้วย 9 ข้อ ดังต่อไปนี้

1.เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

2.เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

3.เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด

4.เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ

6.เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

7.เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

8.เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

9.เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.1

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.2 คุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ข้างต้น นำมาสู่การกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาผู้เรียน มีอยู่ด้วยกัน 8 สาระ และ 13 มาตรฐานการเรียนรู้ ถ้าวิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ จะพบว่าทักษะสำคัญในการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่นๆ เช่น การสำรวจ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก คือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา การสร้างสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุป และการสื่อสาร

ในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความถูกต้อง ชัดเจน และน่าเชื่อถือ ผู้เรียนจะต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ
   (1) ทักษะการสังเกต
   (2) ทักษะการจำแนก
   (3) ทักษะการวัด
   (4) ทักษะการใช้เลขจำนวน
   (5) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
   (6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
   (7) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
   (8) ทักษะการพยากรณ์

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ
   (1) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
   (2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
   (3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
   (4) ทักษะการทดลอง
   (5) ทักษะการลงข้อสรุป

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ มีดังนี้

(1) การสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าหรืออย่างใดอย่างหนึ่งในการสำรวจสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล

(2) การจำแนก หมายถึง ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นกลุ่ม โดยมีเกณฑ์ในการแบ่ง เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

(3) การวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งที่ต้องการวัดด้วย

(4) การใช้เลขจำนวน หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และหาร ตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่นๆ ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมาคำนวณ จะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณ จะช่วยให้สามารถสื่อสารความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจน

(5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

(6) การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

(7) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยเสนอด้วยแบบต่างๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

(8) การพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการพยากรณ์

(9) การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

(10) การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวใดเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษา โดยทั่วไปในปรากฏการณ์หนึ่งๆ จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย

(11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย

(12) การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมุติฐาน โดยปฏิบัติการหาคำตอบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

(13) การลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้เป็นข้อความใหม่อันเป็นคำตอบของปัญหา

2. การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่มีวิธีการหาคำตอบมาก่อน อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาต้องใช้เทคนิค วิธีการ หรือกลยุทธ์ต่างๆ ซึ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาประกอบด้วย (สสวท., 2555: 182)

1) การกำหนดปัญหา
2) การทำความเข้าใจกับปัญหา
3) การวางแผนการแก้ปัญหา
4) การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา
5) กาตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

3. การนำความรู้ไปใช้

การสอนวิทยาศาสตร์ให้เกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาต่างๆ นั้นยังไม่เป็นการเพียงพอ ควรได้ฝึกให้นักเรียนรู้จักนำความรู้และวิธีการต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ ได้อีกด้วย ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนแก้ไขนี้ อาจจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หรืออาจเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันทั่วๆ ไป

4. การสื่อสาร

การสื่อสาร เป็นการแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสังเกต การทดลอง การอ่าน เป็นต้น ซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

5. จิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.3

ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้

เรื่องที่ 2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ สะท้อนแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปี เนื่องจากช่วยให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการสอน การวัดและประเมินผล ยกตัวอย่างเช่น

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ถ้าวิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 แล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้ ได้ดังนี้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์
• เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์	• กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ • สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ • นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	• การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการที่ผู้เรียนจะเข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด เป็นการระบุสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในแต่ละชั้นปี มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ แต่มีความเฉพาะเจาะจงและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

ว 4.2 ม.4-6/2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ถ้าวิเคราะห์ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.4-6/2 ทำให้ผู้สอนทราบสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ คือ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แนวทางการจัดกิจกรรมคือ การสาธิตหรือการทดลองการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แบบ การวัดและประเมินผล เช่น ความสามารถในการสังเกตความถูกต้องในการอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นต้น

สรุป การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์นั้น ครูผู้สอนควรเข้าใจเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพราะความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นสิ่งกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เพื่อให้ผลของการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 5 คุณลักษณะ ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การสื่อสาร และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งคุณลักษณะทั้ง 5 ประการและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์นั้นเกิดจากการที่ครูสามารถวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับวิชาฟิสิกส์

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 2.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 2.3

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.1 หลักการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของวิชาฟิสิกส์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะวิธีการสอนสำหรับครูฟิสิกส์ในการดำเนินการสอนเพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด เช่น (1) การใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิด สามารถอธิบาย เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ คาดคะเนผลสรุป (2) การทดลองและการสาธิต เพื่อฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การหาวิธีแก้ปัญหาในระหว่างทำการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลองที่เน้นความซื่อสัตย์ในการสรุปผลการทดลอง สิ่งเหล่านี้จะเป็นประสบการณ์ส่วนหนึ่งที่ช่วยเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน (3) การอภิปราย เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล โดยครูอาจใช้การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการจะสอนต่อไป หรือเพื่อนำไปสู่การสังเกต การทดลอง และที่จำเป็นที่สุดคือใช้การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง (สสวท., 2553: 6-7)

วิธีการสอน และเทคนิคการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ขึ้นอยู่กับลักษณะที่แตกต่างกันของเนื้อหาในบทเรียน นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย การสาธิตและการปฏิบัติการทดลองแล้ว แนวการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ยังให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและเทคโนโลยีด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งจะนำเสนอแนวการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในเรื่องที่ 3.2-3.4 ตามลำดับดังนี้

1.การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ (Strategic knowledge construction)

2.การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง (Model-centered instruction sequence)

3.การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process)

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 3.1 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.1

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์

การเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ เป็นจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาความรู้และวิธีการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของนักเรียนเพื่อให้ทราบถึงความรู้ทางฟิสิกส์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา การอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการและมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ การฝึกฝนให้นักเรียนมีการวางแผน การลำดับขั้นตอน การใช้ความรู้ การตรวจสอบ การประเมินการผลการแก้ปัญหา และมีการสะท้อนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้และวิธีการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่มีเงื่อนไขแตกต่างกัน ขั้นตอนการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (Heller et al., 1992: 627; Pol, 2009: 20; อรชา ชูเชื้อ, 2554: 45-46) ดังนี้

1) ขั้นการเน้นปัญหา (focus the problem) คือ การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมดังนี้

(1.1) การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่หลากหลายและมีเงื่อนไขของสถานการณ์ที่แตกต่างกันกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดที่เป็นตัวแทนของสถานการณ์ปัญหา และระบุคำถามสำคัญของสถานการณ์ปัญหา

(1.2) การทบทวนข้อเท็จจริง หลักการ และมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่เป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหา

2) ขั้นการบรรยายทางฟิสิกส์ (describe the physics) คือการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ผ่านกิจกรรม ดังนี้

(2.1) การอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อเท็จจริง หลักการและมโนทัศน์จากสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา และนำเสนอความสัมพันธ์ดังกล่าวด้วยแผนภาพเวกเตอร์ทางฟิสิกส์

(2.2) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์ที่ได้จากผลการอภิปรายไปสู่ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

3) ขั้นการวางแผน (plan the solution) คือ การอภิปรายเพื่อกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ผ่านกิจกรรม ดังนี้

(3.1) การตรวจสอบความเพียงพอของข้อมูลในการแก้ปัญหา

(3.2) การลำดับขั้นตอนในการใช้ข้อมูลเพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

(3.2) การอภิปรายเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหา

4) ขั้นการดำเนินการตามแผน (execute the plan) คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

(4.1) การหาคำตอบของตัวแปรในสถานการณ์ต่าง ๆ

(4.2) การสรุปความรู้จากการเชื่อมโยงคำตอบของปัญหาในแต่ละสถานการณ์

5) ขั้นการประเมินคำตอบ (evaluation the solution) คือ การอภิปรายเพื่อตรวจสอบและประเมินในประเด็น ดังนี้

(5.1) การประเมินความถูกต้องของคำตอบและหน่วย

(5.2) การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ สรุปได้ ดังตาราง

ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
(1) ขั้นการเน้นปัญหา	(1) กระตุ้นความสนใจด้วยสถานการณ์ปัญหาที่สอด คล้องกับสภาพจริง (2) เชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับสภาพปัญหา (3) ระบุภาระงานให้กับนัก เรียน	(1) ศึกษาสภาพปัญหาทางฟิสิกส์ที่ครูกำหนด (2) สร้างแบบจำลองทาง ความคิดเพื่อเป็นตัวแทนสถานการณ์ปัญหา (3) ระบุมโนทัศน์ หลักการ หรือข้อเท็จจริงที่เป็นพื้น ฐานในการแก้ปัญหา
(2) ขั้นการบรรยายทางฟิสิกส์	(1) เป็นผู้จัดเตรียมอุปกรณ์ให้กับนักเรียน (2) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแผนภาพเวกเตอร์และตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพเวกเตอร์ (3) แก้ไขมโนทัศน์ หลักการ หรือข้อเท็จจริงที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน	(1) วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ (2) สร้างแผนภาพเวกเตอร์แสดงสถานการณ์ปัญหา (3) ระบุตัวแปรทั้งหมดที่เกี่ยว ข้องกับการแก้ปัญหา (4) ระบุตัวแปรเป้าหมายของการแก้ปัญหา
(3) ขั้นการวางแผน	(1) ให้คำแนะนำ คำใบ้ ในการวางแผนการทำงานของนักเรียน (2) ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของกระบวนการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหา	(1) อภิปรายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ปรากฏในแผน ภาพเวกเตอร์ (2) กำหนดสูตรหรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่สอด คล้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปร

ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน

(4) ขั้นการดำเนินการตามแผน	(1) ดูแลให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ (2) ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนไม่สามารถปฏิบัติตามขั้น ตอนได้	(1) ปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ (2) แทนค่าตัวแปรหรือสมการ (3) สรุปความรู้จากการเชื่อมโยงคำตอบของปัญหาในแต่ละสถานการณ์
(5) ขั้นการประเมินคำตอบ	(1) ใช้คำถามเพื่อนำอภิปรายเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลของคำตอบ ความถูกต้องของคำตอบและหน่วยของตัวแปร และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน	(1) ตรวจสอบคำตอบและหน่วย (2) ร่วมกันอภิปรายความสมเหตุสมผลของคำตอบ (3) สรุปคำตอบที่สมบูรณ์ของปัญหา

การศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ตามแนวคิดของนักการศึกษาโดยสรุป การเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ช่วยให้นักเรียนทราบถึงความรู้และวิธีการใช้ความรู้ในสถานการณ์ที่มีเงื่อนไขแตกต่างกันและการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อประยุกต์ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ในขณะเดียวกันก็มีข้อจำกัดในด้านเนื้อหาที่นำมาใช้กับการเรียนการสอน เนื่องจากต้องเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและต้องมีการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสมการทางคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นเนื้อหาในส่วนที่เป็นการบรรยายจึงไม่เหมาะสมกับวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

สรุป การเรียนการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ เป็นจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาความรู้และวิธีการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ เพื่อประยุกต์ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 3.2 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.2

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง

ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง (Model-centered instruction sequence: MCIS) เป็นขั้นตอนการเรียนการสอน 9 ขั้นตอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการการสร้างแบบจำลองทางความคิด ได้แก่ การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ การใช้แบบจำลองในการสร้างคำอธิบายและตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบกับปรากฏการณ์ใหม่หรือใช้ในการให้เหตุผล การประเมินแบบจำลองเพื่อปรับปรุงจากข้อมูลที่ค้นพบ และการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น (Baek et al., 2010; โกเมศ นาแจ้ง, 2554: 24-25)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ คือ (1) เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สำรวจตรวจสอบ ปรึกษาหารือ ประเมินโดยเพื่อน โต้แย้ง เพื่อลงมติสร้างแบบจำลองและให้เหตุผลด้วยแบบจำลอง (2) เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงการตั้งสมมติฐาน การให้เหตุผล และความเข้าใจรวมทั้งปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และ (3) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ซึ่งการได้มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสะท้อนความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในขณะที่สร้างแบบจำลอง แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นการมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถามสำคัญ การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่น่าสนใจสามารถพบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยใช้บทความ วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว หรือการสาธิต เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถามสำคัญ ซึ่งจะนำไปสู่การคิดสมมติฐานและการค้นหาคำตอบ

2) ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเป็นรายบุคคล โดยแสดงความเข้าใจของตนเองที่มีอยู่ต่อปรากฏการณ์ที่จะศึกษา และแสดงการคิดสมมติฐานออกมาเป็นแบบจำลองเบื้องต้นที่แสดงด้วยภาพวาด

3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ การให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นแบบจำลองเบื้องต้นกับสมาชิกภายในกลุ่ม ร่วมกันวางแผนการสำรวจตรวจสอบจากปรากฏการณ์ โดยสร้างแบบจำลองที่นำเสนอแผนการศึกษาค้นคว้าหรือการปฏิบัติการทดลอง ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน รวมทั้งมีการวิเคราะห์และนำเสนอผลโดยสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยกราฟิก หรือสมการทางคณิตศาสตร์

4) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น การให้นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ศึกษา ค้นคว้า มาพิจารณาเพื่อประเมินแบบจำลองเบื้องต้นที่เป็นตัวแทนของการคิดสมมติฐานและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง

5) ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง การให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์จำลองหรือศึกษาแบบจำลอง ที่นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้หรือเรียนรู้ไม่ชัดเจนจากการสำรวจตรวจสอบ และมีอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จำลองกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

6) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง การให้นักเรียนนำความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์จำลองมาใช้ประเมินและปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง เพื่อสนับสนุนความสอดคล้องระหว่างข้อสรุปความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปรากฏการณ์ที่ศึกษา

7) ขั้นการประเมินโดยเพื่อน การให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองเป็นรายบุคคลและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อประเมินแบบจำลองของแต่ละคนโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีการให้ผลสะท้อนกลับซึ่งกันและกัน

8) ขั้นการลงมติแบบจำลองที่สร้าง การให้นักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองต่อชั้นเรียน จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อนำลักษณะสำคัญของแบบจำลองที่อาจแตกต่างกันมาพิจารณาเพื่อสร้างแบบจำลองที่เป็นมติร่วมกันของชั้นเรียน และให้นักเรียนสรุปความคิดสำคัญของบทเรียนโดยเขียนแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์เป็นรายบุคคล

9) ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย การให้นักเรียนนำแบบจำลองที่เป็นมติไปใช้อธิบาย ทำนาย หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดขึ้นหรือปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์กันกับปรากฏการณ์ที่ได้ศึกษา

การนำการจัดการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางไปใช้ครูควรพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลองแต่ละแบบกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากแบบจำลองแต่ละแบบมีความเหมาะสมกับเนื้อหาฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน

ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลางทั้งครูและนักเรียนต่างมีบทบาทตามขั้นตอนการเรียนการสอนโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1.การมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถามสำคัญ	(1) กระตุ้นความสนใจในปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา (2) ใช้คำถามที่ก่อให้เกิดข้อสงสัยเกิดเป็นข้อคำถามหรือตั้งสมมติฐาน	(1) เชื่อมโยงความรู้โดยพิจารณาความรู้เดิมที่มีอยู่กับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา (2) ตั้งคำถามหรือสมมติฐาน
2.การสร้างแบบจำลองเบื้องต้น	(1) ชี้ให้เห็นความสำคัญของการสร้างแบบจำลอง (2) ให้คำแนะนำในแสดงแนวคิดเป็นแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์และสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์	(1) แสดงความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่สนใจจากปรากฏการณ์ด้วยการเขียนเป็นแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด
3.การสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์	(1) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ (2) ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบสมมติฐานของตนเอง (3) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนแบบจำลองประเภทอื่นๆ	(1) แลกเปลี่ยนสมมติฐานที่ตั้งขึ้นภายในกลุ่ม (2) สำรวจตรวจสอบด้วยการสร้างแบบจำลองที่นำเสนอการทดลอง (3) สร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับข้อมูลและแสดงการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองที่แสดงด้วย กราฟิก สมการทางคณิตศาสตร์
4.การประเมินและ	(1) นำอภิปรายผลการศึกษา ค้นคว้า	(1) นำผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามา

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น	ทดลอง (2) ให้คำชี้แนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง	ปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองของตนเอง
5.การแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง	(1) แสดงสถานการณ์จำลองเพื่อนำเสนอมโนทัศน์ที่สำคัญในบทเรียนและกระบวนการที่ไม่สามารถสำรวจตรวจสอบได้ (2) แนะนำคำศัพท์เฉพาะ	(1) แสดงความสนใจ ตอบคำถามและอธิบายผลการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง (2) ศึกษาเรียนรู้จากความคิดและสถานการณ์จำลองเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น
6.การประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง	(1) กระตุ้นให้นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองของตนเอง (2) ชี้ให้เห็นความสำคัญของการปรับเปลี่ยนแบบจำลอง	(1) นำแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายผลการทดลองและเรียนรู้สถานการณ์จำลองมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองของตนเอง
7.การประเมินโดยเพื่อน	(1) กระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มประเมินโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบจำลองที่ครูกำหนด	(1) นำเสนอแบบจำลองของตนเองภายในกลุ่มย่อย (2) อภิปรายเพื่อประเมินและตรวจสอบแบบจำลอง (3) ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง
8.การลงมติแบบจำลองที่สร้าง	(1) ให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแบบจำลอง (2) ครูนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างและจำแนกลักษณะที่สำคัญของแบบจำลอง	(1) นำเสนอแบบจำลองของกลุ่มต่อชั้นเรียน (2) นำลักษณะที่สำคัญของแบบจำลองแต่ละกลุ่มมาสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ของชั้นเรียน (3) สรุปความคิดสำคัญเป็นแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนทัศน์
9.การใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย	(1) กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกัน (2) นำอภิปรายเพื่อตรวจสอบผลการทำนายและอธิบายปรากฏการณ์	(1) นำแบบจำลองที่มีความเห็นร่วมกันไปใช้เพื่อแก้ปัญหา อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่กำหนด

สรุป การเรียนการสอนโดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง เป็นจัดการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการสร้างความรู้ผ่านกระบวนการการสร้างแบบจำลองทางความคิด ได้แก่ การสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจ การใช้แบบจำลองในการสร้างคำอธิบายและตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบกับปรากฏการณ์ใหม่ หรือใช้ในการให้เหตุผล ซึ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนจากการสำรวจตรวจสอบ การปรึกษาหารือกับสมาชิกในกลุ่มและการประเมินโดยเพื่อน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 3.3 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.3

ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นการเรียนการสอนที่นำขั้นตอนซึ่งวิศวกรใช้เป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน 5 ขั้นตอน โดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแนวทางแก้ปัญหา ทดลอง ประเมินผลการแก้ปัญหา สร้างสิ่งประดิษฐ์ และปรับปรุงวิธีการแนวทางการแก้ปัญหา (Museum of Science [MOS], 2007; วรรณา รุ่งลักษมีศรี, 2551: 34-36) แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

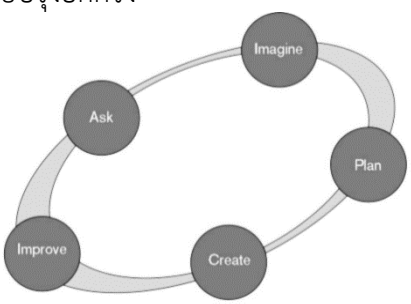
1) ขั้นตั้งคำถาม (ask) เป็นการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข และปัญหานั้นจะแก้ไขด้วยการผลิตสิ่งประดิษฐ์ลักษณะใด รวมทั้งการพิจารณาเงื่อนไขของการแก้ปัญหาจากการผลิตสิ่งประดิษฐ์นั้นๆ

2) ขั้นจินตนาการวิธีแก้ปัญหา (imagine) เป็นการระบุวิธีแก้ปัญหา โดยการระดมความคิด เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วพิจารณาเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3) ขั้นวางแผน (plan) เป็นการระบุวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยกำหนดกระบวนการและขั้นตอนในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ทั้งทางด้านอุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้เพื่อแก้ปัญหาตามแนวทางนั้น

4) ขั้นสร้างสรรค์ผลผลิต (create) เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ โดยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา

5) ขั้นปรับปรุง (improve) เป็นการทดสอบคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ แล้วอภิปรายถึงกระบวนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการปรับปรุงให้มีผลงานดีขึ้น แล้วทำการทดสอบสิ่งประดิษฐ์นั้นหลังการปรับปรุงอีกครั้ง



ขั้นตอนของกระบวนของการออกแบบทางวิศวกรรม (MOS, 2007: online)

ลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีลักษณะดังนี้ (Museum of Science [MOS], 2007)

1) เป็นการเรียนรู้ที่ต้องบูรณาการหลายสหสาขาวิชา โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง จากประสบการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์โดยการประยุกต์ความรู้จากเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2) เน้นการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลายขั้นตอน เช่น การระบุปัญหา การแก้ปัญหาจากวิธีการต่างๆ และการประเมินข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจ เป็นต้น

3) เป็นการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลัก และการลงมือทำกิจกรรม

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทั้งครูและนักเรียนต่างก็มีบทบาทสำคัญที่ส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น นักการศึกษาของ Museum of Science (2007:online) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนดังนี้

บทบาทของครูในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

1) ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนวางแผนแนวทางแก้ไขคำตอบด้วยตนเอง

2) ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำในระหว่างการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย รวมทั้งเสริมแรงให้กับผู้เรียน

3) ครูเป็นผู้ให้ข้อมูลเพื่อให้นักเรียนประเมินแนวทางการแก้ปัญหา ทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

1) นักเรียนเป็นผู้สังเกตข้อมูลต่างๆ เพื่อระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนแนวทางแก้ปัญหา

2) นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติทดลอง เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย

3) นักเรียนเป็นผู้ประเมินผลการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนไว้ แล้วปรับปรุงวิธีการขั้นตอน และสิ่งประดิษฐ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุป การเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้ที่ต้องบูรณาการหลายสาขาวิชา โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนวิทยาศาสตร์โดยการประยุกต์ความรู้จากเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการใช้โครงงานเป็นหลัก

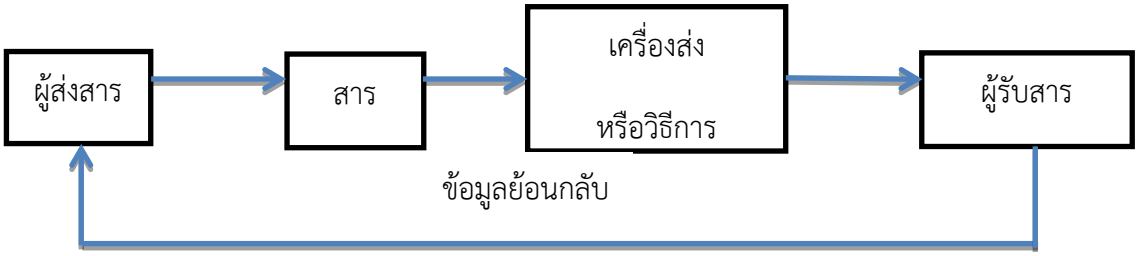
หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องที่ 3.4 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 3.4

ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

เรื่องที่ 4.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

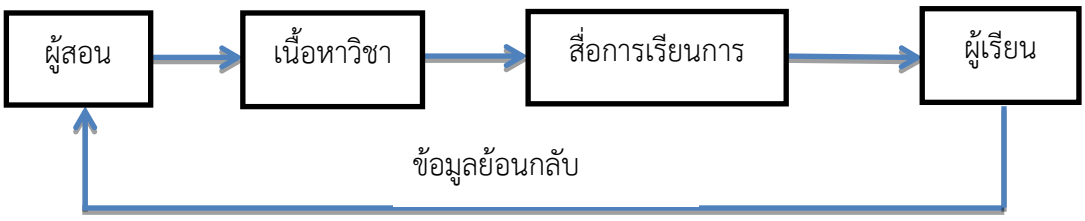
4.1.1 สื่อกับการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์

ระบบการเรียนการสอน (Instructional System) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ ผู้สอน เนื้อหาวิชา สื่อการเรียนการสอน และผู้เรียน ซึ่งเปรียบเทียบได้กับกระบวนการสื่อสาร ที่ผู้ส่งสารทำการส่งสารซึ่งก็คือ ข่าวสารหรือเรื่องราวผ่านสื่อไปยังผู้รับสาร และผู้รับสารอาจตอบสนองหรือส่งสารย้อนกลับไปยังผู้ส่งสารดังภาพที่ 1 (สุนันท์ สังข์อ่อง, 2550: 339)



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการสื่อสาร

ในกระบวนการการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนเข้ามาทำหน้าที่เป็นสื่อหรือมาเป็นตัวกลางถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สารในกระบวนการเรียนการสอน คือ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ แนวคิด ทักษะ และเจตคติต่างๆ ที่ระบุไว้ในหลักสูตร ผู้สอนอาจใช้การอธิบายด้วยคำพูดในการถ่ายทอดสารเหล่านี้ หรืออาจเขียนตัวอักษรบนกระดาน ใช้อุปกรณ์การทดลอง แบบเรียนรูปภาพ หรือสื่ออื่นๆ สื่อการเรียนการสอนจึงเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรไปยังผู้เรียน ดังภาพที่ 2 (สุนันท์ สังข์อ่อง, 2550: 339)



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการเรียนการสอน

4.1.2 สื่อประเภทต่าง ๆ

สื่อการเรียนการสอนมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับต่างๆกัน เฮ็ดการ์ เดล (Edgar Dale) ได้จัดประสบการณ์เป็นลำดับขั้น เรียกว่า กรวยประสบการณ์ (Cone of Experiences) ดังภาพที่ 3 ซึ่งเริ่มจากประสบการณ์จริงไปสู่สิ่งที่ให้ประสบการณ์ที่เป็นสัญลักษณ์

ภาพที่ 3 กรวยประสบการณ์ของเอ็ดการ์ เดล

จากหลักการของเดลนี้จะเห็นว่า สื่อถูกนำมาใช้ในฐานะเป็นสิ่งเร้าเพื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้เกิดประสบการณ์ระดับต่างๆ จากรูปธรรมไปจนถึงนามธรรม

บรูเนอร์ (Bruner) ให้หลักการที่ต่างจากเดล ตรงที่เขาอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการได้กระทำโดยตรง (Enactive) ไปสู่การเรียนรู้ผ่านภาพ (Iconic) และการเรียนรู้จากสัญลักษณ์หรือนามธรรม (Symbolic) บรูเนอร์เน้นธรรมชาติของการทำงานทางสมองของผู้เรียนมากกว่าธรรมชาติของสิ่งเร้าที่เสนอต่อผู้เรียน (สุนันท์ สังข์อ่อง, 2550: 341)

โดยทั่วไปแบ่งสื่อการสอนได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1.) อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองมีทั้งอุปกรณ์ฟิสิกส์พื้นฐาน อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลอง ชุดการทดลอง และแบบจำลอง

ตัวอย่างอุปกรณ์การทดลองอ้างอิงจาก www.corolina.com

1.1 บทนำ

ไมโครมิเตอร์และเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

1.2 เครื่องกล

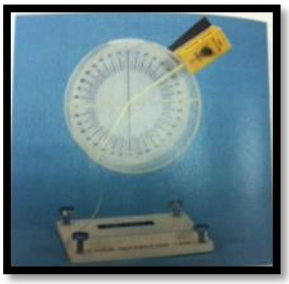
รอกระบบต่างๆ

1.3 ไฟฟ้า

มัลติมิเตอร์

1.4 แสง

ชุดการผสมแสงสี



ชุดการทดลองการหักเหของแสง

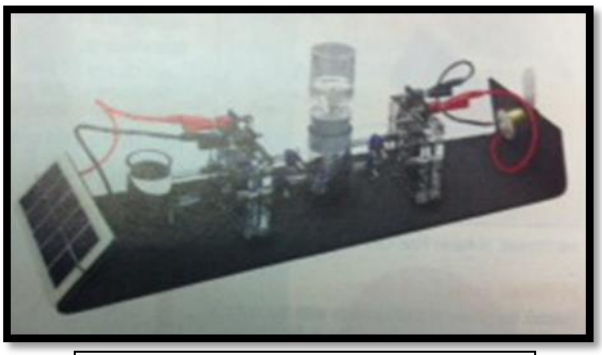
1.5 แม่เหล็ก

ชุดเส้นแรงแม่เหล็กแบบ 3

1.6 ของไหล

ชุดการทดลองการทำงานของไฮดรอลิก

1.7 พลังงาน



ชุดการทำงานของ Hydrogen fuel

ข้อดีของอุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลองเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นความจริงของปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ ผู้เรียนสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ช่วยในการเรียนรู้และการปฏิบัติทักษะต่างๆ ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของอุปกรณ์การทดลอง

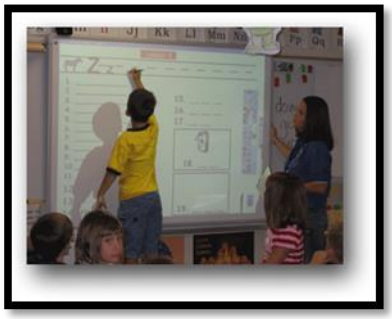
อุปกรณ์การทดลองปกติเหมาะสำหรับการเสนอหรือทำกิจกรรมกับกลุ่มย่อยจึงต้องเตรียมหลายชุด ชำรุดเสียหายได้ง่ายเนื่องจากการใช้งาน ถ้าทำการทดลองแล้วผลไม่เป็นไปตามทฤษฎีอาจทำให้นักเรียนเข้าใจผิดในมโนทัศน์นั้นๆ บางชุดการทดลองมีราคาแพง

2.) เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ คือ ทรัพยากรที่ช่วยในการผลิตหรือใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ ส่วนมากมักเป็นโสตทัศนูปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆที่ใช้ประกอบหรืออำนวยความสะดวกในการสอนได้

ตัวอย่างเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

1. เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ
2. เครื่องฉายภาพทึบแสง Visualizer
3. เครื่องฉายภาพยนตร์
4. โทรทัศน์
5. จอฉาย
6. เครื่องบันทึกวีดิทัศน์
7. เครื่องบันทึกเสียง
8. เครื่องเล่นแผ่นซีดี VCD/DVD
9. กระดานดำ กระดานไวท์บอร์ด
10. คอมพิวเตอร์



Activboard อ้างอิงจาก

http://alevetsovitis.wikispaces.com/Promethean+I

เครื่องฉายภาพทึบแสง Visualizer

http://www.projectorproject.co

ข้อดีของเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนเป็นสื่อที่ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาสาระมีความสะดวกมากขึ้น ช่วยในการสร้างความเข้าใจตามลำดับเรื่องราวเนื้อหา เหมาะสำหรับผู้เรียนทั้งกลุ่มย่อยและกลุ่มใหญ่ บางเครื่องมือสามารถบันทึกข้อมูลเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องหรือในวัสดุบันทึกอื่น เช่น จานบันทึกและเทปแม่เหล็ก เป็นสื่อที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี

ข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอน

เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนบางชนิดทำให้ผู้สอนต้องหันหลังให้ผู้เรียนทำให้คุมชั้นเรียนได้ยากขึ้น ผู้เรียนไม่มีบทบาทร่วมในการใช้อุปกรณ์ เป็นการสื่อสารทางเดียวเสียเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งผู้สอนต้องฝึกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนบางประเภทเสียก่อนเพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน บางเครื่องมือต้องใช้ในห้องที่มืดหรือต้องใช้ระบบกระจายเสียงร่วมด้วย

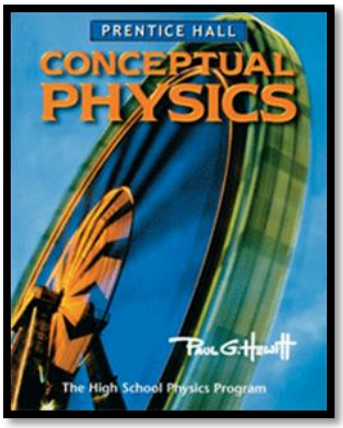
3.) สื่อสิ่งพิมพ์

สื่อสิ่งพิมพ์ คือ สื่อที่ใช้การพิมพ์เป็นหลักเพื่อติดต่อสื่อสาร ทำความเข้าใจกันด้วยภาษาเขียน โดยใช้วัสดุ กระดาษ หรือวัสดุอื่นใดที่พิมพ์ได้หลายสำเนาเช่น ผ้า แผ่นพลาสติก ประเภทของสื่อสิ่งพิมพ์ได้แก่

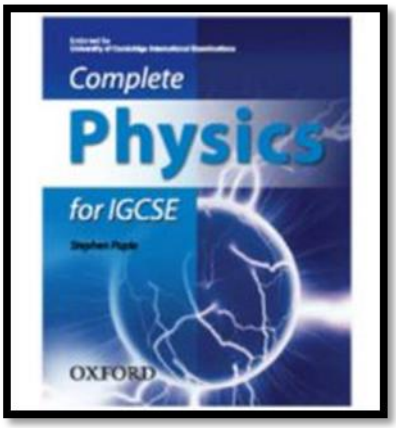
1. หนังสือพิมพ์
2. นิตยสารและวารสาร
3. หนังสือเล่ม
4. สิ่งพิมพ์เฉพาะกิจต่าง ๆ เช่น แผ่นพับ เอกสารเล่มเล็กหรือจุลสาร จดหมาย

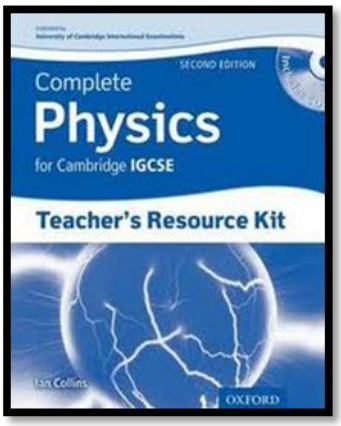
ตัวอย่างสื่อสิ่งพิมพ์วิชาฟิสิกส์

3.1 หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ

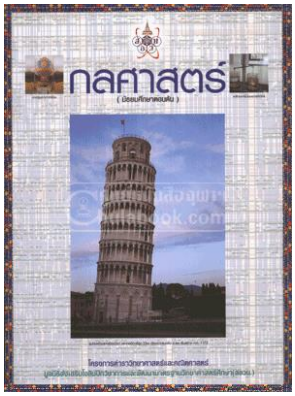


หนังสือ Conceptual Physical





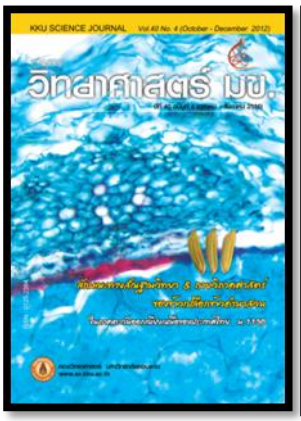
หนังสือ complete physics for IGCSE



หนังสือฟิสิกส์เรื่องต่างๆของโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ

3.2 หนังสือพิมพ์ วารสาร

วารสารวิทยาศาสตร์ของ
สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย



วารสารวิทยาศาสตร์ของ
มหาวิทยาลัยต่างๆ

<u>ข้อดีของสื่อสิ่งพิมพ์</u>

สื่อสิ่งพิมพ์ส่วนใหญ่มีราคาถูกถ้าเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ สามารถอ่านได้ตามอัตราความสามารถของแต่ละบุคคล เหมาะสำหรับการอ้างอิงและทบทวน เหมาะสำหรับการผลิตเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน และสะดวกในการแก้ไขปรับปรุง

<u>ข้อจำกัดของสื่อสิ่งพิมพ์</u>

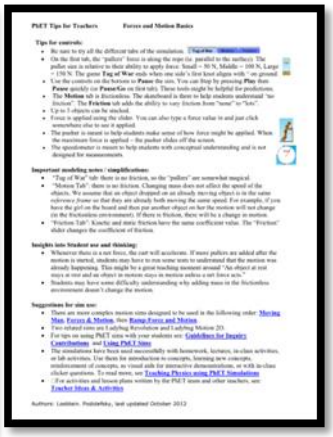
สิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพดี เช่น กระดาษมันและภาพประกอบเป็นภาพสีอาจต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น คนที่อ่านหนังสือไม่ออกและมองไม่เห็นไม่สามารถใช้สื่อสิ่งพิมพ์นี้ได้

4. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง สื่อที่บันทึกสารสนเทศด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์อาจอยู่ในรูปของ สื่อบันทึกข้อมูลประเภทสารแม่เหล็ก เช่น แผ่นจานแม่เหล็กชนิดอ่อน (floppy disk) และสื่อประเภทจานแสง(optical disk) บันทึกอักขระแบบดิจิตอลไม่สามารถอ่านได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ บันทึกและอ่านข้อมูล การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอนจะออกมาในลักษณะของสื่อประสม หรือมัลติมีเดีย (Multimedia) แสดงผลออกมาหลายรูปแบบตามที่โปรแกรมไว้ เช่น มีเสียง เป็นภาพเคลื่อนไหว สามารถให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์

ตัวอย่างสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- CD-ROM สื่อการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาฟิสิกส์ อ้างอิงจาก http://courseware.sc.chula.ac.th



รูปแบบสื่อ Interactive Science Simulation อ้างอิงจาก http://phet.colorado.edu

ข้อดีของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อที่ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของผู้เรียนและขยายโอกาสทางการศึกษา การเรียนด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามสะดวก ตามความต้องการ และความสามารถของตน นอกจากนี้ยังส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากใช้เว็บเป็นแหล่งความรู้ และยังกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสื่อสารในสังคม และก่อให้เกิดการเรียนแบบร่วมมือ

ข้อจำกัดของสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ในแง่ของผู้สร้างสื่อการที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้สร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์เองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญาและความสามารถทางด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างยิ่ง ในแง่ของผู้ใช้สื่อบางโรงเรียนหรือบางห้องเรียนอาจไม่มีเครื่องมือที่ใช้ร่วมกับสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไม่มีระบบอินเตอร์เน็ต และอุปสรรคในการเรียนรู้เทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบัน

5.) แหล่งเรียนรู้

แหล่งข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศ และประสบการณ์ ที่สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนใฝ่เรียน ใฝ่รู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

5.1 แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา

- ห้องสมุด
- ห้องคอมพิวเตอร์ หรือศูนย์คอมพิวเตอร์
- ห้องพลศึกษา (ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา)

5.2 แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

- พิพิธภัณฑ์
- หน่วยงานของรัฐและเอกชน

พิพิธภัณฑ์ภาพกิจกรรม 3 มิติ พัทยา

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

<u>ข้อดีของแหล่งเรียนรู้</u>

สื่อสิ่งพิมพ์ส่วนใหญ่มีราคาถูกถ้าเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ สามารถอ่านได้ตามอัตราความสามารถของแต่ละบุคคล เหมาะสำหรับการอ้างอิงและทบทวน เหมาะสำหรับการผลิตเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน และสะดวกในการแก้ไขปรับปรุง

<u>ข้อจำกัดของแหล่งเรียนรู้</u>

สิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพดี เช่น กระดาษมันและภาพประกอบเป็นภาพสีอาจต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น คนที่อ่านหนังสือไม่ออกและมองไม่เห็นไม่สามารถใช้สื่อสิ่งพิมพ์นี้ได้

บทบาทของแหล่งเรียนรู้ในการให้การศึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจแก่ผู้เรียน ทั้งในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย คือ

1. แหล่งเรียนรู้ต้องสามารถตอบสนองการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ (Process of Learning) การเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Learning by doing) ทั้งการเรียนรู้ของคนในชุมชนที่มีแหล่งเรียนรู้ของตนเองอยู่แล้ว และการเรียนรู้ของคนอื่น ๆ ทั้งในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย

2. เป็นแหล่งทำกิจกรรม แหล่งทัศนศึกษา แหล่งฝึกงาน และแหล่งประกอบอาชีพของผู้เรียน

3. เป็นแหล่งสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นโดยตนเอง

4. เป็นห้องเรียนทางธรรมชาติ เป็นแหล่งศึกษา ค้นคว้า วิจัย และฝึกอบรม

5. เป็นองค์กรเปิด ผู้สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเต็มที่และทั่วถึง

6. สามารถเผยแพร่ข้อมูลแก่ผู้เรียนในเชิงรุก เข้าสู่ทุกกลุ่มเป้าหมายอย่างทั่วถึง ประหยัดและสะดวก

7. มีการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน

8. มีสื่อประเภทต่าง ๆ ประกอบด้วย สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเลคทรอนิกส์ เพื่อเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนและการพัฒนาอาชีพ

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระตอนที่ 4 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 4

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.1 ความสำคัญและประโยชน์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือการจัดการเรียนการสอน ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการประเมินผลการเรียนรู้ไว้เป็นมาตราหนึ่งเป็นการเฉพาะโดยให้พิจารณาพัฒนาการของผู้เรียนและใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลมีความสำคัญและประโยชน์หลายประการ ตั้งแต่ก่อนเริ่มดำเนินการเรียนการสอน ระหว่างก่อนการจัดการเรียนการสอน และภายหลังจากที่ได้มีการจัดการเรียนการสอน ในอันดับแรกการวัดและการประเมินผลก่อนการจัดการเรียนการสอนช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวินิจฉัย หรือได้เรียนรู้เกี่ยวกับนักเรียนของตนเอง เช่นระดับความรู้ ความสามารถ และศักยภาพของนักเรียน การวัดและประเมินผลก่อนการเรียนนี้ช่วยให้ผู้สอนวางแผนการจัดการเรียนได้อย่างอย่างเหมาะสม นับตั้งแต่การวางเนื้อหา การคัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม การจัดกลุ่มนักเรียน เป็นต้น สำหรับการวัดและการประเมินผลระหว่างเรียนนั้นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับทั้งครูผู้สอนและนักเรียน กล่าวคือ ครูผู้สอนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลมาใช้การปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของวิชา นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริมก่อนที่จะเรียนในเรื่องต่อไป ซึ่งครูผู้สอนอาจมีการดำเนินการเป็นระยะๆ หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละคาบ หรือในแต่ละหน่วยก็ได้ ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจใช้วิธีการที่หลากหลายได้ตั้งแต่การสังเกต การซักถาม การใช้แบบทดสอบ การตรวจงาน นอกจากนี้การวัดและประเมินผลระหว่างเรียนยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเองที่จะได้รับรู้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับศักยภาพในการเรียนรู้ของตนเอง จะนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาตนเองด้วยเช่นกัน และท้ายที่สุดคือการวัดและการประเมินผลภายหลังการจบการเรียนรู้ เพื่อตัดสินและลงความเห็นระดับความรู้ความสามารถ ศักยภาพของผู้เรียนในการเรียนวิชาต่างๆ

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (evaluation) นี้ มีงานที่ภารกิจที่สำคัญ 2 ประการ คือ การวัด (measurement) และการประเมิน (appraise) ซึ่งการวัด คือการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งที่เราต้องการประเมิน และการประเมิน คือการลงความเห็นบนข้อมูลที่ได้จากการวัด ซึ่งการวัดนั้นนิยมใช้เครื่องมือที่เราเรียกว่า แบบสอบหรือข้อสอบ

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.2 หลักการออกข้อสอบ

ตามที่ได้กล่าวในตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ก่อนที่จะกล่าวถึงประเภทของข้อสอบและหลักการออกข้อสอบนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปแล้ว จุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 พฤติกรรมหลักตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านจัดเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทั้งนี้ในแต่ละด้านก็ยังแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้อีกหลายพฤติกรรม ซึ่งการรู้พฤติกรรมย่อยของแต่ละด้านจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถวางแผนและดำเนินการออกข้อสอบได้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ดังนั้นในที่นี้ จึงขอนำเสนอตัวอย่างพฤติกรรมย่อยที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกข้อสอบได้ดังนี้

1. ด้านความรู้-ความจำ อาจจำแนกออกเป็นพฤติกรรมย่อยได้ดังนี้
    - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
    - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์
    - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์
    - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม
    - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท การจัดประเภทและเกณฑ์ที่ใช้
    - 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
    - 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ มีการให้นิยามของความเข้าใจ คือความสามารถในการอธิบายด้วยคำพูดของตนเองได้ ในที่นี้นำเสนอแนวทางที่นำใช้ในการออกข้อสอบ จะจำแนกเป็น 2 พฤติกรรมย่อยดังนี้
    - 2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่
    - 2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญญาลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในด้านนี้ได้รับความสนใจจากครูผู้สอนค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำไปออกข้อสอบหรือจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินพฤติกรรมด้านนี้ ในที่นี้ขอนำเสนอเพียงแนวทางโดยสังเขปดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยได้อีก เช่น ความสามารถในการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม ความสามารถในการวัดขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ความสามารถในการประมาณค่าในการวัด และรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งพฤติกรรมด้านนี้สามารถจำแนกออกเป็น ความสามารถในการมองเห็นปัญหา ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ความสามารถในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน ความสามารถในการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3.3 การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ความสามารถในการแปลความหมายผลของการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูล และความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า พฤติกรรมที่ยกตัวอย่างข้างต้นนั้นสอดคล้องกับวิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอน อาจพบว่านักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่าน เลือกที่จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดโดย AAA นั้นเป็นแนวทางในการออกข้อสอบเพื่อวัดพฤตกรรมด้านนี้

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งอาจจำแนกพฤติกรรมด้านนี้ออกเป็นพฤติกรรมย่อยเพื่อเป็นแนวทางในการวัดและประเมินผลของครูวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

4.1 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขา

4.3 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

จากการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พึงประสงค์ จะเห็นได้ว่ามีมากมายหลายประการ ดังนั้นการที่จะวัดพฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้ให้ได้ครอบคลุมไม่อาจวัดได้ด้วยข้อสอบ หรือแบบทดสอบได้เพียงอย่างเดียว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้วิธีการที่หลากหลายควบคู่กันไป เช่น ข้อสอบแบบวัด แบบสังเกต แบบประเมิน เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากที่ครูผู้และแนวทางการปฏิบัติในเรื่องนี้พึ่งพิงเรื่องการสอบเป็นหลัก ดังนั้นมรส่วนนี้จึงจะกล่าวถึงเรื่องประเภทและหลักการออก

ขั้นตอนแรกของการออกข้อสอบ คือเริ่มต้นจากตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม หรือตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์และพฤติกรรม ดังภาพ จากนั้นครูผู้สอนพิจารณาเนื้อหาสาระทั้งหมดที่ได้จัดการเรียนการสอนในภาคเรียนนั้น และประเมินให้ค่าน้ำหนักระหว่างเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการประเมิน เช่น ในตารางมีบทเรียนทั้งหมด 3 บทเรียน จะให้ค่าน้ำหนักโดยกำหนดเป็นสัดส่วนของร้อยละ โดยอาจอิงเวลาที่ให้กับแต่ละบทเรียน ดังนี้ บทที่ 1 และบทที่ 3 ใช้เวลาในการเรียนใกล้เคียงกัน กำหนดให้น้ำหนักในการประเมินร้อยละ 30 ทั้งบทที่ 1 และบทที่ 3 ส่วนบทที่ 2 ใช้เวลาในการเรียนมากกว่า กำหนดให้เป็นร้อยละ 40 หรือถ้าแต่ละบทเรียนใช้เวลาเท่ากันก็กำหนดค่าน้ำหนักที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันได้ จากนั้นก็มากำหนดค่าน้ำหนักพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน จากพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ว่าจะให้น้ำหนักแต่ละด้านเท่าไหร่ ทั้งนี้อาจพิจารณาระดับชั้นร่วมด้วยว่าชั้นมัธยมศึกษา 1 อาจเน้นเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าด้านความรู้ –ความจำ และมัธยมศึกษา 3 อาจเพิ่มให้น้ำหนักที่ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ เหล่านี้เป็นแนวทางในการพิจารณากำหนดค่าน้ำหนักแต่ละพฤติกรรม ทั้งนี้ข้อสรุปขึ้นกับดุลยพินิจของผู้สอน เช่น ให้ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจให้น้ำหนักเท่ากันร้อยละ 25 กระบวนการฯ ทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 30 และการนำไปใช้ร้อยละ 20 จากนั้นนำมาคำนวณน้ำหนักแต่ละช่อง พิจารณาตารางประกอบ จากนั้นจึงกำหนดจำนวนข้อคำถามในแบบสอบ หรือข้อสอบโดยพิจารณาจากเวลาที่กำหนดในการการสอบ เช่น 2 ชั่วโมง หรือ 120 นาที ในกรณีที่เป็นข้อสอบปรนัย อาจกำหนด 60 ข้อ จากนั้นนำตัวเลข 60 นี้ไปใช้ในการคำนวณแต่ละช่องว่าจะต้องออกข้อสอบในเรื่องนั้นและวัดพฤติกรรมใดกี่ข้อ เช่นใช้ตัวเลขที่คำนวณได้จากค่าน้ำหนัก

พฤติกรรมฯ เนื้อหา (บทเรียน)	ความรู้-ความจำ 25% (15 ข้อ)	ความเข้าใจ 25%	กระบวนการฯทาง วิทยาศาสตร์ 30%	การนำความรู้ และวิธีการฯ ไปใช้ 20%	รวม
1. (30%) 18 ข้อ	❶ 30x25 = 7.5 4.5 ข้อ				
2. (40%) 24 ข้อ	40x25= 10 6 ข้อ				
3. (30%) 18 ข้อ	30x25 = 7.5 4.5 ข้อ				
รวม 100% 60 ข้อ	25% 15 ข้อ				

การสร้างตารางวิเคราะห์ช่วยให้การวัดและประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ หลีกเลี่ยงความลำเอียงที่เกิดจากความถนัด หรือความเชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องของผู้สอนได้ และท้ายที่สุดส่งผลให้กาจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ เมื่อได้จำนวนข้อสอบแล้ว จึงเริ่มดำเนินการสร้างข้อสอบหรือเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อสอบหรือเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งครูผู้สอนสามารถดำเนินการได้ง่ายๆ คือ ให้เพื่อนครูหลายๆ คนช่วยอ่าน วิพากษ์และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้

5.ประเภทของข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ ข้อสอบที่ลักษณะคำถามและคำตอบเป็นแบบปลายปิด คือมีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว อาจเป็นได้ตั้งแต่แบบตัวเลือก (multiple choices) แบบจับคู่ (matching) คำตอบแบบสั้น (close-ended answer) และข้อสอบแบบปลายเปิด (open-ended question) เป็นข้อสอบที่ข้อคำถามมีลักษณะปลายเปิดให้ผู้เรียนเขียนคำตอบประกอบการอธิบายประกอบเหตุผลด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามหลักการในการออกข้อสอบให้มีคุณภาพมีดังนี้

1. เริ่มจากข้อคำถาม นิยมใช้ประโยคที่สมบูรณ์มากกว่าประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าใช้ประโยคไม่สมบูรณ์เป็นคำถาม ตัวเลือกต้องเป็นข้อความที่ต่อท้ายประโยคคำถามนั้นได้

2.สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์ที่เชื่อได้ว่าเป็นจริงหรือเป็นไปได้

3. สถานการณ์ที่สมมติ หรือนำมาจากเอกสาร สิ่งพิมพ์อื่นๆ ควรมีความยากเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

4. ศัพท์เทคนิคที่ปรากฏในข้อคำถามหรือคำตอบจะต้องไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนเคยเรียนร้าแล้ว

5. ภาษาที่ใช้ต้องชัดเจน เข้าใจง่าย อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

6. คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นสูง เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่ควรใช้คำวลี ข้อความ แผนภาพ กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพที่เหมือนกับบทเรียน

7. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธทั้งข้อคำถามและตัวเลือก

8. สำหรับข้อสอบแบบตัวเลือก มีหลักการเพิ่มเติมดังนี้

8.1 คำและภาษาในตัวเลือกที่ถูกต้องไม่ซ้ำกับคำและภาษาในข้อคำถาม

8.2 ข้อความในตัวเลือกที่ถูกไม่ควรสั้นหรือยาวกว่าข้อความในตัวเลือกอื่นๆ มากนัก

8.3 ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงนั้นต้องไม่เป็นข้อความที่ผิด หรือไม่สมเหตุสมผลในตัวของมัน

8.4 การเรียงลำดับตัวเลือกควรมีระบบ เช่น เรียงจากตัวเลขน้อยไปหามาก หรือเรียงจากคำตอบสั้นไปหาคำตอบยาว เป็นต้น

8.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” หรือ “ถูกทุกข้อ”

ข้อควรระวังเพิ่มเติม คือ ทั้งข้อคำถามและตัวเลือกของข้อใดข้อหนึ่ง ต้องไม่แนะหรือเป็นคำตอบของข้ออื่นๆ

9. การให้คะแนนสำหรับข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ต้องกำหนดให้ชัดเจนล่วงหน้า รวมทั้งแนวเฉลยคำตอบด้วย

นอกจากแนวทางในการออกข้อสอบข้างต้นที่เน้นด้านพุทธิพิสัยด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้แล้ว การวัดและประเมินที่มักถูกละเลย คือ การวัดและประเมินด้านกระบวนการฯทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะที่ต้องเชื่อมโยงให้ระหว่างพฤติกรรมที่ต้องการประเมินและแบบวัด ซึ่งลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะ ดังนี้

1. การให้ผู้เรียนวิเคราะห์หา หรือตั้งสมมติฐาน หรือ จุดมุ่งหมายของการทดลอง ดังนั้นลักษณะของคำถามจะเป็นการกำหนดคำอธิบายหรือวิธีการทดลอง หรือแผนภาพการแสดงสถานการณ์การทดลองให้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาคำตอบเกี่ยวกับสมมติฐาน

2. การกำหนดตารางบันทึกผลการทดลองให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสมมติฐาน หรือจุดมุ่งหมายการทดลองได้เช่นเดียวกัน ขณะเดียวกันก็สามารถให้ผู้เรียนวิเคราะห์กำหนดชื่อตาราง หรือหาลักษณะและประเภทของตัวแปรได้

3. กำหนดจุดมุ่งหมาย หรือสมมติฐานการทดลอง หรือสถานการณ์ให้ และให้ผู้เรียนพิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสม

4. ให้ผู้เรียนเขียนกราฟ แผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่า กราฟ หรือแผนภูมิที่กำหนดให้นั้นเขียนมาจากข้อมูลใดในตาราง หรือจากข้อความใดที่กำหนดให้

5. ให้ผู้เรียนออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบาย หรือข้อความ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่าตารางใด แผนภูมิใด สอดคล้องกับคำอธิบาย หรือวิธีการทดลองที่กำหนดให้

6. กำหนดข้อมูลให้ ในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อความ ตาราง แผนภูมิ กราฟ แล้วให้ผู้เรียนทำนายหรือคาดการณ์โยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นฐาน

7. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตารางที่กำหนดให้ หรือแปลความหมายจากแผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.3 การประเมินตามสภาพจริง และการประเมินงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

จากข้อจำกัดของการเน้นการใช้แบบสอบ หรือข้อสอบในการประเมินและตัดสินคุณภาพผู้เรียนนั้นพบจุดอ่อนหลายประการ กล่าวคือ การวัดและประเมินผลที่พึ่งแบบสอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อนคุณลักษณะของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม เช่น เรื่องการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงาน การวางแผนการทำงาน ความสามารถในการทำงานกับผู้อื่น ความสามารถในการสื่อสารทั้งที่สื่อผ่านตัวอักษรและการสื่อสารด้วยวาจา ความตรงต่อเวลา ความมีวินัยในการเรียน การสืบค้นข้อมูลต่างๆ เหล่านี้เป็นต้น ดังนั้น นักการศึกษาจึงพยายามที่จะหาแนวทางในการประเมินคุณลักษณะผู้เรียนในด้านต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) จึงได้ถูกนำเสนอเพื่อเป็นแนวทางเลือกเพิ่มเติมสำหรับครูผู้สอนในการประเมินผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกด้าน ซึ่งต่อมาได้รับความนิยมและได้รับการส่งเสริมให้ผู้สอนใช้การประเมินผลตามสภาพจริงนอกจากการใช้ข้อสอบกันอย่างจริงจังและกว้างขวาง และเป็นการประเมินระหว่างการเรียนการสอน และต้องมีการวางแผนตั้งแต่ต้นควบคู่ไปกับการวางแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาและมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนรู้รายวิชานั้นๆ

ถึงแม้ว่า จะมีผู้กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงนี้ เป็นการประเมินแบบไม่เป็นทางการหลักฐานแต่มีความสำคัญยิ่ง เพราะข้อมูลสารสนเทศจากการประเมินตามสภาพจริงนี้จะสะท้อนจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาผู้เรียน ซึ่งการได้ข้อมูลดังกล่าวนั้นที่น่าเชื่อถือได้จำเป็นต้องมาจากหลักฐานและการเก็บข้อมูลที่น่าเชื่อถือ กล่าวคือ ครูผู้สอนต้องมีการวางแผนในการตั้งแต่เริ่มควบคู่กับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของรายวิชา ตลอดจนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนจากรายวิชานี้ ตัวอย่างเช่น วัตถุประสงค์ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีทักษะในการสืบค้นและนำเสนอข้อมูล ตลอดจนมีกระบวนการในการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์บทเรียนที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และพิจารณา หรือกำหนดภารกิจที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ คือ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามวัตถุประสงค์ เช่นการทำรายงาน การทำโครงงาน การจัดนิทรรศการวิทยาศาสตร์ การสรุปบทเรียนด้วยวิธีการหลากหลาย ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณาว่า ภาระงานที่มอบให้แต่ละครั้งนั้น จะถูกนำมาใช้ประเมินผู้เรียนด้านใด ถ้าได้มีการวางแผนอย่างรอบคอบรัดกุมแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการประเมินและการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

สรุป การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพจากกระบวนการทำงาน (process) การปฏิบัติงาน (performance) และผลผลิต (product) ที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ในสภาพที่ส่งเริมการพัฒนาผู้เรียนจริง

ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่องที่ 5.4 การประเมินผลงานของนักเรียนโดยเกณฑ์คุณภาพ

การประเมินตามสภาพจริงนั้น มุ่งเน้นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงาน และการผลิตที่มาจากการปฏิบัติงาน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์การประเมินที่เป็นจุดเน้น คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์อื่นๆ ที่เป็นลักษณะร่วมกับวิชาอื่น เช่น ทักษะการสื่อสาร การสืบค้นข้อมูล ความเป็นระเบียบ เป็นต้น ประเด็นสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง คือผู้สอนสามารถวินิจฉัยจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาปรับปรุงผู้เรียน และผู้เรียนเองก็สามารถรับรู้จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาปรับปรุงตนเองด้วยเช่นกัน ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงนี้จำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินที่ให้ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม มีความชัดเจน เข้าใจตรงกันทั้งผู้สอนและผู้เรียน และเพื่อที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถวางแผนในการพัฒนาได้อย่างเหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ตามนภาระกิจหนึ่งๆ ที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียนนั้น สามารถนำมาใช้ประเมินในหลากหลายด้านได้

แนวทางการให้คะแนนการเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน ทั้งด้านผลงาน การปฏิบัติงานและกระบวนการ อาจให้คะแนนเป็นมาตรประเมินค่า หรือตรวจสอบรายการก็ได้ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนผลงานในภาพรวม โดยพิจารณาจากองค์ประกอบหลักสำคัญที่สะท้อนคุณภาพรวมของผลงาน โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ 4 3 2 1 โดยที่แต่ละค่าคะแนนได้ให้คำอธิบายระดับคุณภาพงานไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การประเมินผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียน

คะแนน/ ความหมาย	คำอธิบาย
3	มีมโนทัศน์ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงได้ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงได้ถูกต้องเหมาะสม
2	มีมโนทัศน์ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงได้ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง 1-2 แห่ง
1	มีมโนทัศน์ไม่ครบถ้วน เขียนเส้นแสดงความเชื่อมโยงไม่ถูกต้อง ใช้คำเชื่อมโยงได้ไม่เหมาะสม

ตัวอย่างที่ 2 การประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

1. การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง

คะแนน/ ความหมาย	คำอธิบาย
3	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับการทดลอง
2	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมกับการทดลอง
1	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน หรือพฤติกรรม โดยมีคำอธิบายความหมายของระดับคะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การประเมินรายงานการศึกษาค้นคว้า

รายการ	ผลการประเมิน				
1. การค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่หลากหลาย	1	2	3	4	5
2. การคัดเลือกข้อมูลในการนำเสนอ	1	2	3	4	5
3. ลำดับการนำเสนอสาระ ความเป็นเหตุผล เชื่อมโยงต่อเนื่อง	1	2	3	4	5
4. การวิเคราะห์ข้อมูล สารสนเทศที่ได้ศึกษา	1	2	3	4	5
5. ความสอดคล้องชื่อเรื่องกับเนื้อหา	1	2	3	4	5
6. การใช้ภาษาข้อความ คำ การสะกด เครื่องหมาย	1	2	3	4	5
7. การเขียนอ้างอิงในเนื้อความและการเขียนแหล่งอ้างอิง	1	2	3	4	5
8. ความประณีต ความเป็นระเบียบของงาน	1	2	3	4	5

ตัวอย่างที่ 2 การประเมินโปสเตอร์แสดงผลงานของผู้เรียน

รายการ	ผลการประเมิน				
1. เนื้อหาสาระ	1	2	3	4	5
2.ภาพประกอบ	1	2	3	4	5
3. การใช้ภาษาข้อความ คำ การสะกด เครื่องหมาย	1	2	3	4	5
4. ความสอดคล้องชื่อเรื่องกับเนื้อหา	1	2	3	4	5
5. ความประณีต ความเป็นระเบียบของงาน	1	2	3	4	5

โดยที่กำหนดความหมายของคะแนนดังนี้

1 = ปรับปรุง 2 = พอใช้ 3 = ปานกลาง 4 = ดี 5 = ดีมาก

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า จากการประเมินตามสภาพจริงนี้ ครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์สิ่งที่ควรพัฒนาผู้เรียนนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และผู้เรียนเองก็สามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมเช่นเดียวกัน อนึ่งการประเมินตามสภาพจริงนี้ควรเป็นการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลและผู้เรียนต้องได้รับข้อมูลป้อนกลับเหล่านี้ทันทีที่เสร็จภาระงานนั้นๆ นอกจากที่ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการพัฒนาตนเองแล้ว ผู้เรียนยังสามารถใช้ในการประเมินการพัฒนาตนเองครูผู้สอนเช่นเดียวกันที่สามารถประเมินการพัฒนาผู้เรียนจากข้อมูลเหล่านี้ได้

ข้อสังเกตสำคัญยิ่งของการประเมินตามสภาพจริง คือการให้คะแนนเริ่มจาก 1 เสมอ จะไม่มีการไม่ให้คะแนน หรือคะแนนเป็นศูนย์ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนทุกคนที่ส่งงานสมควรได้รับการประเมินเพื่อพัฒนาตนเอง และ ผู้ที่ไม่ได้คะแนน คือผู้ที่ไม่ส่งงาน

หลังจากศึกษาเนื้อหาสาระในตอนที่ 5 แล้ว โปรดปฏิบัติใบงานที่ 5

ใบงานที่ 1.1

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 1 ทำไมต้องเรียนวิชาฟิสิกส์

คำสั่ง ขอให้สร้างกรอบมโนทัศน์ (concept mapping) ของการศึกษาทำไมต้องเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเด็นต่อไปนี้

1. ลักษณะและธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์
2. ขอบข่ายสาขาของวิชาฟิสิกส์
3. การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ฟิสิกส์ที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

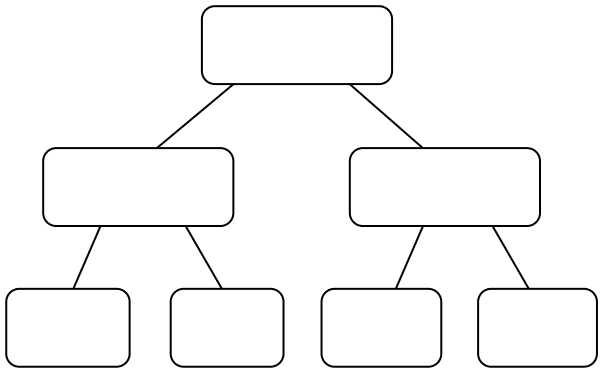
คำแนะนำ

กรอบมโนทัศน์ หมายถึง แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันอย่างมีลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ และเฉพาะเจาะจง

มโนทัศน์ที่กว้างที่สุด

มโนทัศน์ที่กว้างรองลงมา

มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง หรือตัวอย่าง



การสร้างกรอบมโนทัศน์ จะประกอบด้วยขั้นต่างๆ ดังนี้

1. การเลือกเรื่องที่จะสร้างกรอบมโนทัศน์ และระบุมโนทัศน์ในเรื่องนั้นออกมา
2. จัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่กว้าง ไปยังมโนทัศน์ที่รองลงมาตามลำดับจนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง
3. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกัน
4. จัดระบบแต่ละมโนทัศน์ตามลำดับความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
5. เชื่อมมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันโดยใช้คำเชื่อม

ใบงานที่ 1.2

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิชาฟิสิกส์
ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้
เรื่องที่ 1.2 องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

คำสั่ง ขอให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ฟิสิกส์จัดอยู่สาระใดใน 8 สาระและแบ่งเป็นกี่มาตรฐาน ในแต่ละมาตรฐานมีใจความระบุไว้อย่างไร
2. มาตรฐานการเรียนรู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ แสดงถึงความคาดหวังที่ผู้เรียนพึงมีความรู้ สามารถปฏิบัติ และมีคุณลักษณะใดบ้าง

> มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

3. ยกตัวอย่างผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของวิชาฟิสิกส์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสาขากลศาสตร์มาอย่างน้อย 1 ข้อ (ในรูปแบบตาราง)

ชั้นปี	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

คำแนะนำ

แนวทางการตอบคำถามให้ศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ใบงานที่ 1.3

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิชาฟิสิกส์
ตอนที่ 1 หลักสูตร และสาระการเรียนรู้
เรื่องที่ 1.3 การจัดทำหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์

คำสั่ง

1. คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้มีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่ละองค์ประกอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน และเพิ่มเติม
2. ให้จัดทำคำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยระบุองค์ประกอบสำคัญของคำอธิบายรายวิชาให้ครบถ้วน

คำแนะนำ

แนวทางการตอบคำถามให้ศึกษาตัวอย่างคำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้จากส่วนเนื้อหา

ข้อ 2

การจัดทำคำอธิบายรายวิชานั้น ให้ผู้เข้าอบรมศึกษาและวิเคราะห์ตัวชี้วัดช่วงชั้นของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วแยกส่วนประกอบเป็น 3 ส่วน คือ 1) เนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ 2) ทักษะกระบวนการ 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางวิทยาศาสตร์จากนั้นนำมาเรียบเรียงเป็นสาระสังเขป แล้วเขียนเป็นคำอธิบายรายวิชา คำอธิบายรายวิชามีองค์ประกอบสำคัญ คือ (1) ชื่อรายวิชา (2) กลุ่มสาระการเรียนรู้ (3) ระดับชั้น (4) รหัสวิชา (5) เวลาเรียนหรือจำนวนหน่วยกิต (6) สาระสำคัญโดยสังเขป (7) ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องทุกข้อ

ใบงานที่ 2.1

ชื่อหลักสูตร หลักสูตรวิชาฟิสิกส์
ตอนที่ 2 การพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง

1. จากเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. จากมาตรฐานการเรียนรู้ต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์คำสำคัญที่ปรากฏแล้วนำมาจัดกลุ่มตามองค์ประกอบของการเรียนรู้ลงในตารางที่กำหนด

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

องค์ความรู้	ทักษะ	เจตคติ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3. จากตัวชี้วัดต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์สิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรม การวัดและประเมินผล

ว 4.2 ม.4-6/3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ใบงานที่ 3.2

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่องที่ 3.2 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์

คำสั่ง

1.จงบอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์

2.จงออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ลงในตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ เรื่อง การระเบิดของวัตถุ ลงในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนด

ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์
เรื่อง การระเบิดของวัตถุ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	**รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3**
มัธยมศึกษาปีที่ 4	**จำนวน 3 คาบ เวลา 150 นาที**

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ตัวแปรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการระเบิดจากกรณีตัวอย่างที่กำหนดให้ได้
2. วาดแผนภาพเวกเตอร์ทางฟิสิกส์แสดงขนาดและทิศทางของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดได้
3. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณีได้
4. เปรียบเทียบผลรวมโมเมนตัม และผลรวมพลังงานจลน์ก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณีได้
5. บอกความหมายของการระเบิดได้
6. แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

1.1 ความหมายของการระเบิด

การระเบิด หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความเร็วและมวลของวัตถุที่เดิมอยู่รวมเป็นมวลก้อนเดียวกันแล้วทำให้วัตถุแยกออกจากกันหรือยังคงรวมเป็นก้อนเดียวกัน โดยที่ผลรวมโมเมนตัมของระบบมีค่าคงที่ แต่ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น

1.2 การคำนวณการระเบิด

ภายหลังการระเบิดผลรวมของโมเมนตัมมีค่าคงที่ แต่ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น ดังสมการ

โมเมนตัมของระบบมีค่าคงที่

โมเมนตัมในแนวแกน X; $\Sigma\vec{p}_{\text{ก่อนระเบิดในแนวแกน X}} = \Sigma\vec{p}_{\text{หลังระเบิดหลังระเบิดในแนวแกน X}}$

โมเมนตัมในแนวแกน Y; $\Sigma\vec{p}_{\text{ก่อนระเบิดในแนวแกน y}} = \Sigma\vec{p}_{\text{หลังระเบิดหลังระเบิดในแนวแกน y}}$

พลังงานจลน์ของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น

พลังงานจลน์ก่อนการระเบิด $\Sigma E_{k\ \text{ก่อนระเบิด}} = \frac{1}{2}mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2$

พลังงานจลน์หลังการระเบิด $\Sigma E_{k\ \text{หลังระเบิด}} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$

โดยที่ $\Sigma E_{k\ \text{ก่อนระเบิด}} < \Sigma E_{k\ \text{หลังระเบิด}}$

2. ทักษะ /กระบวนการ /กระบวนการคิด

2.3 ทักษะการสังเกต 2.2 ทักษะการคำนวณ

2.3 ทักษะการแก้ปัญหา 2.4ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ความรับผิดชอบ 3.2 ความมีส่วนร่วม

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นการเน้นปัญหา (Focus the problem)

2. ขั้นการบรรยายทางฟิสิกส์ (Describe the physic)

2.1 ครูให้นักเรียนสังเกตภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดจากแบบจำลองทางความคิดในเอกสารประกอบกิจกรรมทั้ง 3 ข้อ แล้วกำหนดประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสร้างแผนภาพเวกเตอร์ทางฟิสิกส์แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายแผนภาพเวกเตอร์เพื่อกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระเบิด โดยครูกำหนดประเด็นคำถามในการอภิปราย ดังนี้

2.2.1 ก่อนการระเบิดวัตถุในแต่ละกรณีเป็นอย่างไร (อยู่รวมเป็นก้อนเดียวกัน)

2.2.2 ผลรวมโมเมนตัมก่อนระเบิดของวัตถุหาได้อย่างไร (หาได้จากผลคูณระหว่างมวลของวัตถุกับความเร็ว)

2.2.3 ผลรวมดังกล่าวเขียนเป็นสมการได้อย่างไร ($\Sigma \vec{p}_{\text{ก่อนระเบิด}} = mu$)

2.2.4 ผลรวมพลังงานจลน์ก่อนระเบิดคำนวณได้อย่างไร

($\Sigma E_{k\ \text{ก่อนระเบิด}} = \frac{1}{2}mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2 + \ldots + \frac{1}{2}m_n u_n^2$)

2.2.5 ภายหลังการระเบิด วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (ต่างกัน โดยกรณีกระสวยอวกาศและกระสุนปืนใหญ่วัตถุแยกจากกัน และกรณีเรือประมงวัตถุยังคงเคลื่อนที่ไปด้วยกัน)

2.2.6 ถ้าภายหลังการระเบิดชิ้นส่วนของวัตถุเคลื่อนที่แยกจากกัน แต่ยังคงอยู่ในแนวเดียวกันผลรวมโมเมนตัมหลังการระเบิดได้อย่างไร (หาได้จากสมการ $\Sigma \vec{p}_{\text{หลังระเบิด}} = m_1v_1 + m_2v_2 + \ldots + m_nv_n$)

2.2.7 ถ้าภายหลังการระเบิดชิ้นส่วนของวัตถุเคลื่อนที่แยกจากกันทำมุม θ ซึ่งและกันผลรวมโมเมนตัมหลังการระเบิดหาได้อย่างไร (หาได้จากผลรวมโมเมนตัมของชิ้นส่วนทั้งหมดที่ได้จากการระเบิดโดยแยกพิจารณาองค์ประกอบตามแนวแกน X และ Y)

2.2.8 ผลรวมพลังงานจลน์หลังการระเบิดหาได้อย่างไร

($\Sigma E_{k\ \text{หลังระเบิด}} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + \ldots + \frac{1}{2}m_n v_n^2$)

2.2.9 ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกับทิศของความเร็วที่กำหนดในแผนภาพเวกเตอร์นักเรียนแทนค่าความเร็วนั้นอย่างไร (แทนค่าความเร็วติดลบ)

3. ขั้นการวางแผนเพื่อหาคำตอบ (Plan the solution)

3.1 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อวางแผนก่อนการคำนวณ โดยครูกำหนดประเด็น ดังนี้

3.1.1 ตัวแปรเป้าหมายของโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อคืออะไร (ผลรวมโมเมนตัมของระบบ ผลรวมพลังงานจลน์ของระบบ)

3.1.2 สมการเฉพาะที่ใช้ในการคำนวณตัวแปรเป้าหมายของแต่ละข้อ

3.1.3 เมื่อได้คำตอบแล้วนักเรียนดำเนินการอย่างไร (เปรียบเทียบผลรวมโมเมนตัม และผลรวมพลังงานจลน์ของระบบ)

3.2 นักเรียนตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ

4. ขั้นการดำเนินการตามแผน (Execute the plan)

5. ขั้นการประเมินคำตอบ (Evaluate the solution)

ครูให้นักเรียนประเมินตนเองในประเด็นต่อไปนี้

5.1 ความถูกต้องของคำตอบและหน่วยของตัวแปรต่าง ๆ

5.2 ความสมเหตุสมผลของคำตอบแล้วสรุปคำตอบที่สมบูรณ์ของปัญหา

การประเมินการเรียนรู้

1. ครูประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์
2. ครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเอกสารประกอบการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

เอกสารประกอบกิจกรรม เรื่องการระเบิดของวัตถุ

เอกสารประกอบกิจกรรมเรื่อง การระเบิดของวัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ตัวแปรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการระเบิดจากกรณีตัวอย่างที่กำหนดให้ได้
2. วาดแผนภาพเวกเตอร์ทางฟิสิกส์แสดงขนาดและทิศทางของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดได้
3. สังเกตและบอกความแตกต่างของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณีได้
4. เปรียบเทียบผลรวมโมเมนตัม และผลรวมพลังงานจลน์ของระบบก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณีได้
5. บอกความหมายและของการระเบิดได้
6. แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. อ่านสถานการณ์จากกรณีตัวอย่าง 3 กรณี แล้ววิเคราะห์แปรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
2. วาดแผนภาพเวกเตอร์ทางฟิสิกส์แสดงขนาดและทิศทางของวัตถุก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณี
3. นิยามตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการระเบิด
4. สังเกตความแตกต่างของวัตถุก่อนและหลังการระเบิด และตอบคำถามในใบกิจกรรม
5. คำนวณผลรวมโมเมนตัมและผลรวมพลังงานจลน์ของระบบก่อนและหลังการระเบิดในแต่ละกรณี
6. เปรียบเทียบผลรวมโมเมนตัม และผลรวมพลังงานจลน์ของระบบก่อนและหลังการระเบิด
7. สรุปความหมายของการระเบิด

<u>คำถามหลังกิจกรรม</u>

1. ก่อนการระเบิดวัตถุมีลักษณะอย่างไร

   _____

   _____

2. หลังการระเบิดวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

   _____

   _____

3. โมเมนตัมและพลังงานจลน์รวมของระบบมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

   _____

   _____

4. นักเรียนสรุปความหมายของการระเบิดได้อย่างไร

   _____

   _____

กรณีที่ 1.....กระสวยอวกาศ

กระสวยอวกาศประกอบด้วยท่อนเชื้อเพลิง 2 ท่อนติดกันเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็ว 400 เมตรต่อวินาที แรงระเบิดทำให้ท่อนเชื้อเพลิงแยกออกจากกัน โดยท่อนแรกมีมวล 500 กิโลกรัม เคลื่อนที่ในแนวเดิมด้วยความเร็ว 390 เมตรต่อวินาที และท่อนที่สองมีมวล 100 กิโลกรัมเคลื่อนที่ในแนวเดิมด้วยความเร็ว 450 เมตรต่อวินาที จงหาผลรวมของโมเมนตัมและผลรวมพลังงานจลน์ของระบบ ก่อนและหลังการระเบิด พร้อมทั้งพิจาณาว่าผลดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ใบงานที่ 3.3

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง

คำสั่ง

1.จงบอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนโดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง

2.จงออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นโมเดลเป็นศูนย์กลาง ลงในตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง แรงเสียดทานและประเภทของแรงเสียดทาน ลงในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนด

ใบงานที่ 3.4

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่องที่ 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

คำสั่ง

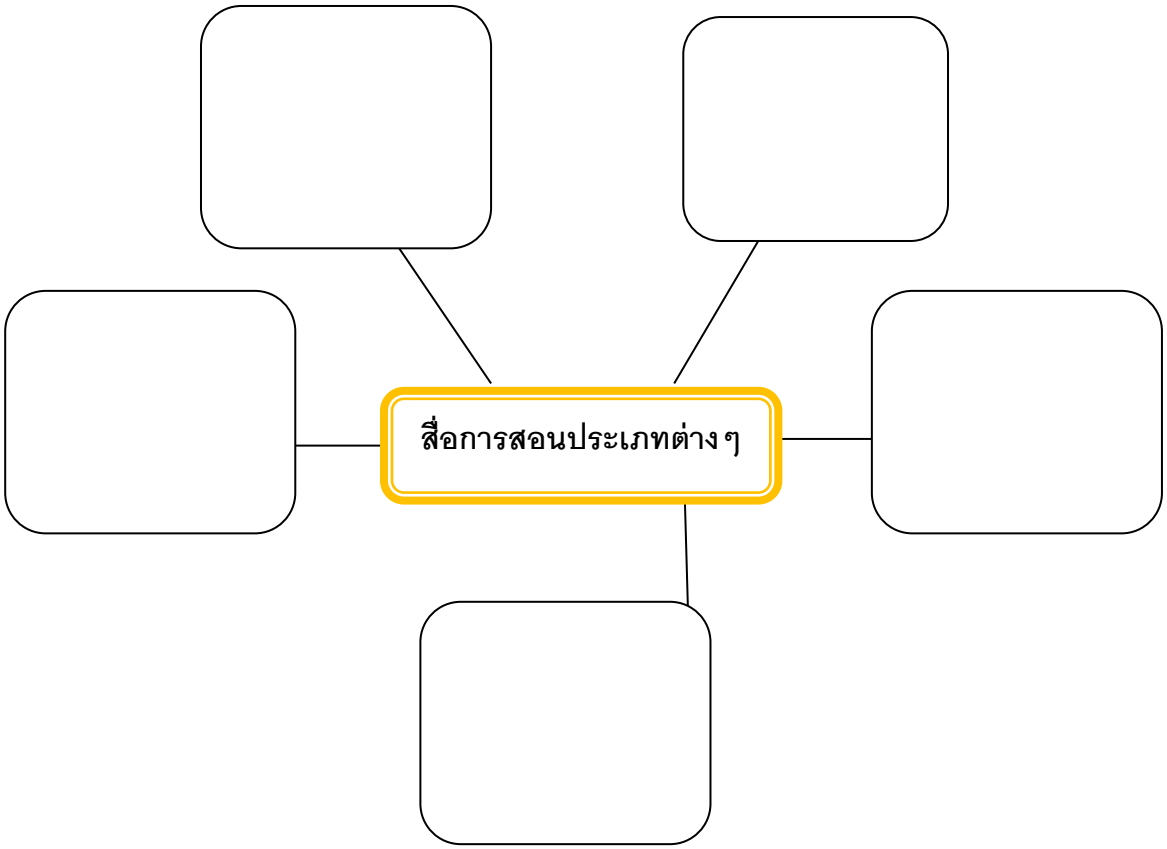
1.จงบอกวัตถุประสงค์ ข้อดี และข้อจำกัดของการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2.จงออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ลงในตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ลงในกรอบสี่เหลี่ยมที่กำหนด

ใบงานที่ 4

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 4 สื่อและแหล่งเรียนรู้

คำสั่ง จงยกตัวอย่างสื่อการสอนแต่ละประเภท ประเภทละ 3 ตัวอย่างให้ถูกต้องครบถ้วน



ใบงานที่ 5

ชื่อหลักสูตร ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตอนที่ 5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำสั่ง ให้จับคู่ให้ถูกต้อง

1. .....การแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
2. .....การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์
3. .....ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
4. .....การหาวิธีการแก้ปัญหา
5. .....การแปลความรู้จากสัญญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
6. .....ความสามารถในการวัดขนาดของวัตถุ
7. .....ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์
8. .....การแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขา

A. ด้านความรู้-ความจำ
B. ด้านความเข้าใจ
C. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
D. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

เฉลย

1. C
2. D
3. A
4. C
5. B
6. C
7. A
8. D