ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปัจจุบันเกษียณอายุ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์ ดร.สมฤทธิ์ วงศ์มณีโรจน์	อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล

1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร. วิชัย เสวกงาม	อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. อาจารย์สุรสิงห์ นิรชร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปัจจุบันเกษียณอายุ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูชัย รัตนภิญโญพงษ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมศักดิ์ เตชะโกสิต	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสง
2. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล

(ตัวอย่าง)
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง แสง

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 9 หน้า จำนวน 30 ข้อ
   คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที

2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล เลขที่ ชั้น / ห้องเรียน ชื่อโรงเรียน ปีการศึกษา ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน

3. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2					

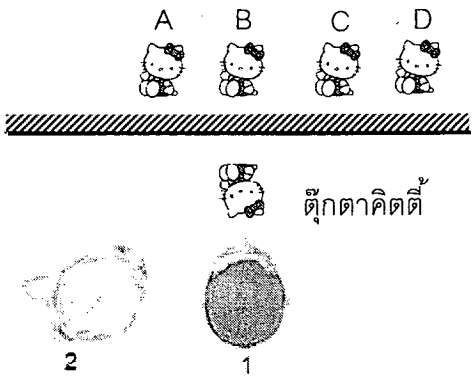
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือกใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมาย X เดิม แล้วขีดเครื่องหมายกากบาทลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับตัวเลือกใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือก **ก** เป็นตัวเลือก **ง** ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	= X			X	
2					

5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบสอบฉบับนี้ ให้ขีดเขียนลงในกระดาษทดที่แจกให้เท่านั้น

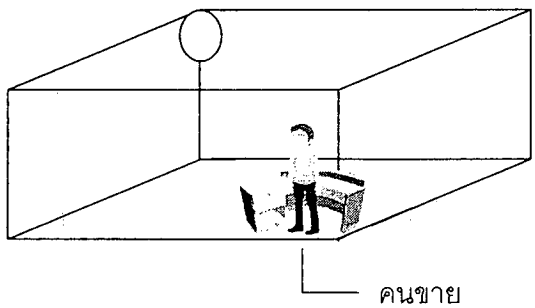
6. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

1. จากภาพ ผู้สังเกตคนที่ 1 มองเห็นภาพตุ๊กตาคิตตี้ที่ตำแหน่ง B แล้วผู้สังเกตคนที่ 2 จะมองเห็นภาพตุ๊กตาคิตตี้ที่ตำแหน่งใด (ความเข้าใจ)



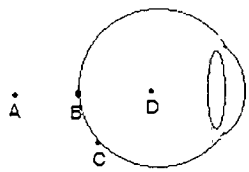
ก. ตำแหน่ง A
ข. ตำแหน่ง B
ค. ตำแหน่ง C
ง. ตำแหน่ง D

2. จากภาพ ร้านมินิมาร์ทควรติดตั้งกระจกชนิดใดตรงมุมบนด้านซ้ายของห้อง เพื่อช่วยในมองเห็นภาพของสินค้าและลูกค้าได้อย่างทั่วถึง (การนำไปใช้)



ก. กระจกเว้า
ข. กระจกนูน
ค. กระจกเงาราบ
ง. กระจกหกด้าน

3. จากภาพ บุคคลสายตายาวจะเห็นภาพหนังสือที่เกิดขึ้นตรงตำแหน่งใดของนัยน์ตา (ความรู้ความจำ)



นัยน์ตา

หนังสือ

ก. A
ข. B
ค. C
ง. D

(ตัวอย่าง)

แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้มีทั้งหมด 18 หน้า จำนวน 30 ข้อ
   คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที
   แบบสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
   ตอนที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 16 ข้อ (ข้อ 1 – 15) หน้า 1 - 9
   ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 18 ข้อ (ข้อ 16 - 30) หน้า 10 - 18

2. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				
2					

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือกใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมาย X เดิม แล้วขีดเครื่องหมายกากบาทลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับตัวเลือกใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือก ก เป็นตัวเลือก ง ให้ทำดังนี้

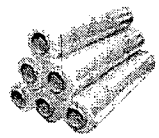
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	=			X	
2					

4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนอ่านบทความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องและสมเหตุสมผลที่สุดเพียงคำตอบเดียว

<u>ตอนที่ 1</u> การให้เหตุผลแบบนิรนัย

จงอ่านบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1 – 4



ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร

ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร (cling film) ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นตามลำดับ โดยการใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในครัวเรือนและในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อป้องกันเชื้อโรคและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ช่วยยืดอายุในการวางขาย ป้องกันการซึมผ่านอากาศ เก็บความชื้น รสชาติ สารอาหารและกลิ่นให้คงอยู่ รวมถึงการป้องกันน้ำหนักสินค้าสูญหาย เหมาะสำหรับสินค้าประเภทผลไม้ อาหารสด อาหารแช่แข็งหรืออาหารชุดกึ่งสำเร็จรูป ด้วยสมบัติที่บางใสทำให้ผู้บริโภคสามารถมองเห็นสินค้าและจับต้องตัวสินค้าที่บรรจุภายในได้

ฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารเป็นฟิล์มพลาสติกที่มีความเหนียว ใสบาง ยืดหยุ่นคืนตัวได้ดี และเกาะติดกันเองโดยไม่ต้องใช้ความร้อนจึงสะดวกในการใช้งาน สำหรับฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารที่ใช้ในประเทศไทยจะต้องมีคุณภาพเป็นไปตาม มอก. 1136-2536 ซึ่งกำหนดชนิดพลาสติกที่ใช้ในการผลิตฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร 2 ชนิด คือ โพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride, PVC) และพอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) โดยทั่วไปฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์จะได้รับความนิยมสูงเนื่องจากมีความใส ราคาถูก และยึดเกาะกันได้ดีกว่าฟิล์มพอลิเอทิลีน ในกระบวนการผลิตฟิล์มยืดจะมีการเติมสารแต่งเติมหลายชนิด เช่น สารเกาะติด (cling agent) เพื่อให้มีความสามารถในการเกาะติดกัน สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV-inhibitor) เพื่อยืดอายุของฟิล์มที่อาจตั้งโดนแสง สำหรับกระบวนการผลิตฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์จะมีการเติมสารพลาสติไซเซอร์เพื่อให้ฟิล์มมีความยืดหยุ่นเหมาะกับการใช้งาน แต่เนื่องจากพลาสติไซเซอร์ที่เติมลงไปมีขนาดเล็ก น้ำหนักโมเลกุลต่ำ และไม่ได้ทำปฏิกิริยาโดยตรงเพียงแต่จะแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลพลาสติก ดังนั้นสารดังกล่าวจึงสามารถหลุดออกจากฟิล์มยืดลงสู่อาหารได้ โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากสารดังกล่าวละลายได้ดีในไขมันและน้ำมันที่ร้อน ดังนั้นจึงต้องระวังสารพลาสติไซเซอร์ในกลุ่มพทาเลท (phthalate) ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

ปรับปรุงมาจาก: ธวัช นุสนธรา. 2553. **ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dss.go.th/ dssweb/st-articles/index.xsp [2554, ตุลาคม 1]

1. **ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารจะช่วยยืดอายุอาหารในการวางขายได้ และจะช่วยป้องกันการสูญหายของน้ำหนักสินค้าได้** แม่ค้าขายผักไม่ได้ใช้ฟิล์มยืดหุ้มห่อผักที่วางขายไว้ ฉะนั้น

   ก. แม่ค้าจะได้กำไรมากขึ้น
   ข. แม่ค้าจะได้ลดต้นทุนในการขาย
   ค. ผักจะเน่าเสียได้ตามปกติแต่ไม่สูญเสียน้ำหนัก
   ง. ผักจะเน่าเสียได้ตามปกติหรือสูญเสียน้ำหนักได้
   จ. ผักจะสูญเสียน้ำหนักได้ แต่จะไม่เน่าเสียเร็วขึ้นกว่าปกติที่ควรเป็น

2. **ฟิล์มยืดห่อหุ้มอาหารเป็นฟิล์มพลาสติกที่มีความเหนียว ใสบาง ยืดหยุ่นคืนตัวได้ดี และเกาะติดกันเองได้โดยไม่ต้องใช้ความร้อน** ถ้าวัสดุชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นฟิล์มพลาสติกที่มีความเหนียว ใสบาง ยืดหยุ่นคืนตัวได้ดี และเกาะติดกันเองได้โดยไม่ต้องใช้ความร้อน แสดงว่า

   ก. วัสดุชนิดนั้นเป็นฟิล์มหุ้มห่ออาหาร
   ข. วัสดุชนิดนั้นไม่ใช่ฟิล์มหุ้มห่ออาหาร
   ค. วัสดุชนิดนั้นอาจจะเป็นฟิล์มหุ้มห่ออาหาร
   ง. วัสดุชนิดนั้นเป็นฟิล์มหุ้มห่ออาหารชนิดพอลิเอทิลีน
   จ. วัสดุชนิดนั้นเป็นฟิล์มหุ้มห่ออาหารชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์

3. สารเกาะติด (cling agent) เป็นสารเติมแต่งที่เติมลงไปในกระบวนการผลิตฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารเพื่อให้มีความสามารถในการเกาะติดกัน ถ้าหากฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารชนิด A ไม่สามารถเกาะติดกันได้ แสดงว่า

   ก. ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารนั้นใส่สารเกาะติด
   ข. ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารนั้นไม่ได้ใส่สารเกาะติด
   ค. ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารนั้นใส่สารเกาะติดมากเกินไป
   ง. ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารนั้นใส่สารเกาะติดน้อยเกินไป
   จ. ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารนั้นอาจจะใส่หรือไม่ใส่สารเกาะติดก็ได้

4. ข้อมูล 1: สารพลาสติไซเซอร์เป็นสารที่เติมลงในฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ สามารถหลุดออกจากฟิล์มยืดลงสู่อาหารได้ เมื่อสัมผัสกับอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ

ข้อมูล 2: สารพลาสติไซเซอร์ในกลุ่มพทาเลท (phthalate) เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้

ถ้าหากป่อรับประทานข้าวผัดรวมมิตรที่ใส่ในจานพลาสติกและหุ้มด้วยฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ แสดงว่า

ก. ป่อจะได้รับสารพลาสติไซเซอร์

ข. ป่อจะได้รับประทานอาหารที่สะอาด

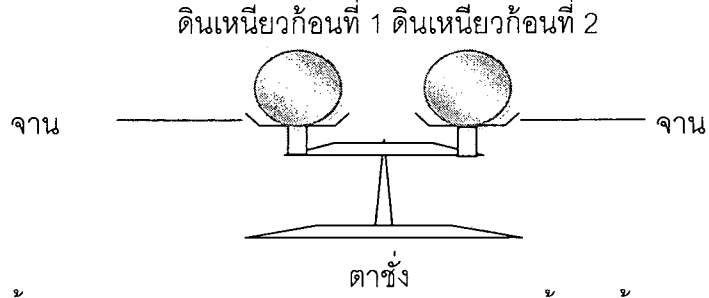
ค. ป่อจะได้รับอันตรายและเป็นโรคมะเร็ง

ง. ป่อจะไม่ได้รับสารแปลกปลอมใดๆ ทั้งสิ้น

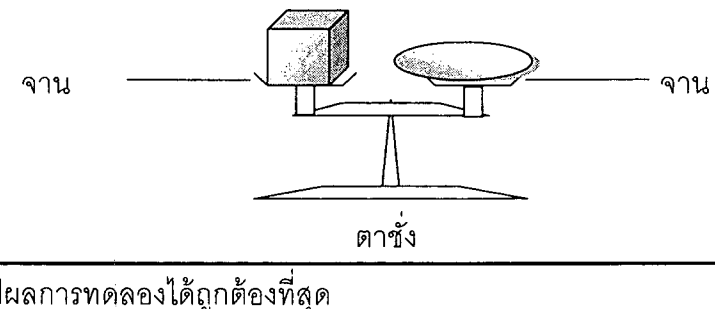
จ. ป่ออาจจะมีอันตรายต่อร่างกายและอาจจะเป็นโรคมะเร็งได้

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย

5. ปริญมีดินเหนียวอยู่สองก้อน ซึ่งมีขนาดเท่ากันและรูปร่างเดียวกัน เมื่อวางดินเหนียวทั้งสองก้อนลงบนตาชั่งปรากฏว่าทั้งสองก้อนมีน้ำหนักเท่ากัน ดังรูป



หลังจากนั้นนำดินเหนียวออกจากจานตาชั่งทั้งสองก้อน ปั้นดินน้ำมันก้อนแรกเป็นรูปทรงลูกบาศก์ ส่วนดินน้ำมันก้อนที่ 2 กดให้แบนคล้ายแพนเค้ก แล้วนำไปวางบนตาชั่งสองแขนใหม่ ปรากฏผลดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องที่สุด

ก. ดินเหนียวทั้งสองก้อนมีน้ำหนักเท่ากัน

ข. ตาชั่งน่าจะเสียจึงทำให้ชั่งได้น้ำหนักเท่ากัน

ค. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสารไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมวล

ง. สารที่มีรูปทรงลูกบาศก์มีน้ำหนักเท่ากับสารที่มีรูปทรงคล้ายแพนเค้ก

จ. มีการเพิ่มดินเหนียวให้กับดินเหนียวก้อนแรก จึงทำให้ดินเหนียวทั้งสองก้อนน้ำหนักเท่ากัน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนการสร้างข้อโต้แย้ง
เรื่องที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัส ว 22102 รายวิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 **จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที**
ผู้สอน นางสาววรัญญา จำปามูล

<u>มาตรฐานและตัวชี้วัด</u>

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 2/2 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. ออกแบบการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุได้ 2. สร้างข้อโต้แย้งเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างได้ 3. นำเสนอคำอธิบายเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างที่สร้างได้ 4. แสดงความคิดเห็นต่อคำอธิบายเรื่อง	**ความหมายของความสว่าง** ความสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบตั้งฉากบนผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ **ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ** มี 2 ปัจจัย ดังนี้ 1. ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลา หมายถึง จำนวนรังสีแสงที่พุ่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยรอบทุกทิศทุกทางภายในเวลา 1 วินาที ถ้าปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลามีปริมาณมากก็จะทำให้มีความสว่างมาก และถ้าปริมาณ	**ขั้นที่ 1 การระบุภาระงาน (30 นาที)** 1. ครูใช้คำถามดังนี้ (3 นาที) 1.1 นักเรียนเคยสังเกตแต่ละห้องภายในโรงพยาบาลหรือไม่ว่า มีความสว่างเท่ากันหรือไม่ (ไม่เท่ากัน) 1.2 ห้องใดที่ต้องใช้ความสว่างในการทำงานมากที่สุด(ห้องผ่าตัด, ห้องทันตกรรม) 1.3 อะไรที่ทำให้ความสว่างในห้องผ่าตัดมีความสว่างมากเป็นพิเศษ (ชนิดของหลอดไฟ, การติดตั้งหลอดไฟ) 2. ครูให้นักเรียนสังเกตภายในห้องเรียน แล้วถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้ 2.1 นักเรียนคิดว่าบริเวณใดของห้องเรียนควรจะมีความสว่างมากที่สุด (บอร์ดแสดงผลงาน) 2.2 ถ้าครูให้นักเรียนออกแบบการจัดความสว่างของบอร์ดแสดงผลงานให้มีความสว่างมาก	1. วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง 1) หลอดไฟ A (หลอดไส้ ขนาด 2.5V) จำนวน 6 หลอด 2) หลอดไฟ B (หลอดไส้ ขนาด 3.8 V) จำนวน 6 หลอด 3) หลอดไฟ C (หลอดไส้ขนาด 6.2 V) จำนวน 6 หลอด 4) ขั้วหลอดไฟฟ้า จำนวน 6 ชุด 5) หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ จำนวน 6 เครื่อง	1. ประเมินคำอธิบายเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างของกลุ่มอื่นได้ 5. บอกความหมายของความสว่างได้ 6. สรุปคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุได้ 7. รับฟังความคิดเห็นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	แสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลามีปริมาณน้อยก็จะทำให้มีความสว่างน้อย 2. ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากผิววัตถุมาก จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุจะน้อย แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากผิววัตถุน้อยลง จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุมีมากขึ้น	พอที่จะเห็นรายละเอียดของผลงานได้อย่างชัดเจน นักเรียนจะออกแบบอย่างไร (ใช้หลอดไฟที่มีความสว่างมาก, ใช้หลอดไฟจำนวนมาก, ติดตั้งหลอดไฟให้ใกล้กับชิ้นงานที่แสดงมากที่สุด ฯลฯ) 3. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับเอกสารการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ, เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง, วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุด้วยตนเอง จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนระบุภาระงานว่า "สิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องปฏิบัติเพื่อหาปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด ประกอบด้วยอะไรบ้าง" (1. ออกแบบวิธีการทดลองหาปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด 2. สร้าง	6) ลักซ์มิเตอร์ จำนวน 6 เครื่อง 7) ไม้บรรทัด จำนวน 6 อัน 8) ฟิวเจอร์บอร์ด ขนาด20x30cm จำนวน 6 แผ่น 9) กระดาษฟลิปชาร์ท จำนวน 6 แผ่น 10) ปากกาเคมี จำนวน 6 ด้าม 2. เอกสารประกอบการจัดกิจกรรม 1) เอกสารการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิว	

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		คำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด) 5. ครูบอกเงื่อนไขในการออกแบบการทดลอง ดังนี้ 7.1 นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบการทดลองที่ครูกำหนดให้เท่านั้น 7.2 นักเรียนใช้หลอดไฟในการทดลองได้ครั้งละ 1 หลอด 8. ครูแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความสว่างในการปฏิบัติการทดลอง 9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้ลงในเอกสารกิจกรรมการทดลองด้วยดินสอ (8 นาที) 9.1 ปัญหาของการศึกษา 9.2 จุดประสงค์การทดลอง 9.3 สมมติฐานการทดลอง 9.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	วัตถุ 2) เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง 3) เอกสารบันทึกข้อสรุปเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ	

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		9.5 ขั้นตอนการทดลอง 9.6 การบันทึกผลการทดลอง 10. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบการออกแบบการทดลอง โดยสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการออกแบบการทดลอง โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้ (5 นาที) 10.1 จุดประสงค์และสมมติฐานการทดลองสอดคล้องกับปัญหาในการศึกษาครั้งนี้หรือไม่ 10.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ตรงตามที่ครูกำหนดหรือไม่ 10.3 ขั้นตอนการทดลองนำไปสู่ผลการทดลองที่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ 10.4 การบันทึกผลการทดลองครอบคลุมตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการศึกษาครั้งนี้หรือไม่		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		11. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับบทปฏิบัติการทดลองของกลุ่มตนเองใหม่ (2 นาที) 12. ครูกล่าวว่า "การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล โดยข้อสรุป คือ คำตอบของปัญหาที่นักเรียนศึกษา หลักฐาน คือ ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป และการให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป" จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด ดังนี้ (3 นาที) 12.1 ข้อสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด คืออะไร (ข้อความซึ่งเป็นคำตอบของคำถามที่ว่าปัจจัยใดที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมาก		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ที่สุด) 12.2หลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปข้างต้น คืออะไร (ผลการวัดค่าความสว่างที่ได้จากการทดลองของนักเรียน) 12.3การให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายครั้งนี้คืออะไร (ข้อความที่อธิบายว่าเพราะเหตุใดปัจจัยดังกล่าวที่นักเรียนสรุปจึงมีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ) ครูแนะนำให้นักเรียนศึกษาเอกสารความรู้เรื่องความสว่างในการให้เหตุผลประกอบคำอธิบาย **ขั้นที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว** (20 นาที) 1. ครูอธิบายคำสำคัญเกี่ยวกับประเด็นการโต้แย้งที่จะนำมาใช้ เพื่อให้นักเรียนทุกคนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในเรื่องปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด นั่นคือ "ปัจจัยที่ทำให้		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด คือ ตัวแปรที่ส่งผลทำให้ค่าความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานมีค่ามากที่สุด" 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลองตามแผนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ (10 นาที) 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดและเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ท (10 นาที) (ครูสังเกตการทำงานของนักเรียนกลุ่มต่างๆ เพื่อให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนสงสัยเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบาย) **ขั้นที่ 3 กิจกรรมการโต้แย้ง** (30 นาที) 1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมและคำอธิบายที่สร้างขึ้นกลุ่มละ 1 นาที และนำคำอธิบายที่เขียนในกระดาษฟลิปชาร์ทไป		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ติดบนกระดานจนครบทุกกลุ่ม (6 นาที) 2. ครูให้นักเรียนร่วมกันปรึกษาภายในกลุ่มเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดของกลุ่มอื่น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนดังนี้ (6 นาที) 2.1 ข้อสรุปซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาของการศึกษาครั้งนี้มีความถูกต้องและครบถ้วนหรือไม่ 2.2 หลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อสรุปมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และครบถ้วนหรือไม่ 2.3 การให้เหตุผลเป็นการใช้หลักการ กฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุปได้ถูกต้อง และครบถ้วนหรือไม่ 3. ครูให้ตัวแทนกลุ่มอย่างน้อย 2 กลุ่ม แสดงความ		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		คิดเห็นต่อกลุ่มที่ได้รับการประเมินสลับกันจนครบทุกกลุ่ม (12 นาที) 4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นในการโต้แย้งที่เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด โดยครูใช้คำถามดังนี้ (6 นาที) 4.1 ข้อสรุปที่นักเรียนสรุปตรงกัน ได้แก่อะไร 4.2 ข้อสรุปที่นักเรียนสรุปแตกต่างกัน ได้แก่อะไร 4.3 นักเรียนคิดว่าข้อสรุปใดมีความถูกต้องชัดเจนและน่าเชื่อถือมากที่สุด เพราะเหตุใด (1. หลอดไฟที่มีปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟมากที่สุด 2. หลอดไฟกับชิ้นงานอยู่ห่างกันที่น้อยที่สุด เพราะว่าปัจจัยทั้ง 2 มีผลทำให้ความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีค่ามากที่สุด)		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		4.4 ผลการทดลองใดเหมาะสมที่จะใช้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนข้อสรุปมากที่สุด เพราะเหตุใด (ผลของการวัดค่าความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ด) 4.5 การให้เหตุผลในการเชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุปควรจะระบุอะไรบ้าง (หลักการที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างและปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ, หลักการที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงและปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ, หลักการที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับผิววัตถุและปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ)		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ขั้นที่ 4 การทำความเข้าใจข้อโต้แย้งของกลุ่มและของแต่ละบุคคล (20 นาที) 1. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปสาระสำคัญเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ ดังนี้ (7 นาที) 1.1 จากการทดลอง เพราะเหตุใดชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดจึงมีความสว่าง (เพราะได้รับแสงจากหลอดไฟ) 1.2 นักเรียนจะสรุปความหมายของความสว่างว่าอย่างไร (ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนผิววัตถุในหนึ่งหน่วยพื้นที่) 1.3 จากการทดลอง หลอดไฟดวงใดที่ทำให้ความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานมีค่ามากที่สุด ปานกลางและน้อยที่สุด (หลอด A, C และ B ทำให้ชิ้นงานมีความสว่างมาก ปานกลางและน้อยที่สุดตามลำดับ) 1.4 แสงที่เปล่งออกจากหลอดไฟแต่ละหลอด		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		มีปริมาณที่เท่ากันหรือไม่ อย่างไร (หลอด A, C และ B ให้แสงที่เปล่งออกมาในปริมาณที่มาก ปานกลางและน้อยที่สุด ตามลำดับ) 1.5 ปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟมีผลต่อความสว่างอย่างไร (ถ้าแสงที่ออกมาจากหลอดไฟมีปริมาณมาก ความสว่างก็จะมาก ถ้าแสงที่ออกจากหลอดไฟมีปริมาณน้อย ความสว่างก็จะน้อย) 1.6 นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟจึงมีผลต่อความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงาน (เพราะหลอดไฟที่มีแสงเปล่งออกมาในปริมาณมาก จะมีความหนาแน่นของรังสีแสงในหนึ่งหน่วยพื้นที่มาก ดังนั้นรังสีแสงที่ไปตกกระทบผิววัตถุจึงมีมากเช่นกัน) 1.7 จากการทดลอง ถ้าหลอดไฟกับชิ้นงานอยู่ห่างกันมาก ความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานจะเป็นอย่างไร และถ้าหลอดไฟกับชิ้นงานอยู่ห่างกันน้อย		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ความสว่างที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานจะเป็นอย่างไร (ถ้าหลอดไฟกับชิ้นงานอยู่ห่างกันมาก ก็จะทำให้ชิ้นงานมีความสว่างน้อย และถ้าหลอดไฟกับชิ้นงานอยู่ห่างกันน้อย ก็จะทำให้ชิ้นงานมีความสว่างมาก) 1.8 นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับชิ้นงานจึงมีผลต่อความสว่างบนชิ้นงาน (เพราะว่ารังสีแสงที่แผ่ออกจากหลอดไฟเป็นรังสีแบบถ่าง ดังนั้นเมื่อระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับชิ้นงานเพิ่มขึ้น จะทำให้รังสีแสงแต่ละรังสีอยู่ห่างกันมากขึ้น ปริมาณแสงที่ไปตกกระทบลงบนผิวสินค้าจะมีปริมาณน้อยลง ซึ่งเป็นผลให้ความสว่างลดลง) 1.9 นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความสว่างบนชิ้นงาน (1. ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟ 2. ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับชิ้นงาน)		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		1.10 ครูกล่าวว่า "หลอดไฟ หรือวัตถุที่ให้แสงได้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งกำเนิดแสง และชิ้นงานหรือสิ่งต่างๆ ที่รับแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ก็คือ วัตถุ" จากนั้นครูให้นักเรียนสรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุใหม่ โดยใช้คำว่า "แหล่งกำเนิดแสง" และ "วัตถุ" แทนลงในคำตอบของข้อ 1.9 (ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ คือ 1.ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง 2.ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ) 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะจากการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มอื่นและผลจากการสรุปประเด็นการโต้แย้งร่วมกันมาปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดของกลุ่มใหม่อีกครั้ง (5 นาที) 3. ครูแจกเอกสารบันทึกข้อสรุปเรื่องปัจจัยที่มีผล		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ต่อความสว่างบนผิววัตถุให้กับนักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปคำอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดเป็นแบบความเรียงตามความเข้าใจของนักเรียน (5 นาที) 4. ครูให้ข้อเสนอแนะในการสร้างคำอธิบายที่ดีเพื่อให้นักเรียนแก้ไขปรับปรุงในครั้งต่อไป (3 นาที)		

เกณฑ์การประเมินคำอธิบายเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

องค์ประกอบ	ระดับ			
	4	3	2	1
ข้อสรุป	สร้างข้อสรุปได้ถูกต้องชัดเจน และครบถ้วนสมบูรณ์	สร้างข้อสรุปได้ถูกต้องชัดเจนแต่ไม่สมบูรณ์	สร้างข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจนเพียงพอ	ไม่สร้างข้อสรุปหรือสร้างข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	ให้หลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปอย่างถูกต้อง เหมาะสมและครบถ้วน	ให้หลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ อาจรวมถึงหลักฐานบางอย่างที่ไม่เหมาะสม	ให้หลักฐานที่สนับสนุนข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน และไม่ครบถ้วนเพียงพอ	ไม่ให้หลักฐานหรือให้เพียงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม(หลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อสรุป)
การให้เหตุผล	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมและครบถ้วน	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป แต่มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ	ให้เหตุผลที่เชื่อมโยงข้อสรุปและหลักฐาน แต่มีการใช้ข้อความที่ระบุซ้ำถึงหลักฐาน และมีหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ	ไม่ให้เหตุผลหรือเพียงแค่ให้เหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานและข้อสรุป
การเขียนสื่อความ	มีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ มีการใช้คำเชื่อม อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง	มีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ใช้คำเชื่อมประโยคหรือใช้ไม่เหมาะสม อ่านพอเข้าใจ	มีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วนและไม่ใช้คำเชื่อมประโยคหรือใช้ไม่เหมาะสม อ่านพอเข้าใจ	มีองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ ขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง อ่านแล้วเข้าใจได้ยาก

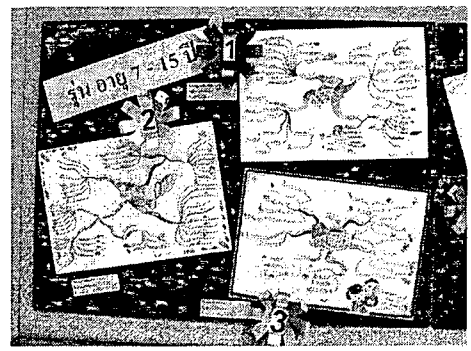
เอกสารการทดลอง

เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

บทนำ

ห้องผ่าตัดในโรงพยาบาลมีการออกแบบให้มีความสว่างมากเป็นพิเศษ เพราะแพทย์ต้องใช้ความพิถีพิถันในการผ่าตัดเป็นอย่างมาก แต่ถ้าหากเป็นภายในห้องเรียน ส่วนที่ต้องการความสว่างมากก็คือ บอร์ดแสดงผลงานหรือแสดงนิทรรศการของนักเรียน ถ้าหากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบการจัดความสว่างบอร์ดแสดงผลงานให้มีความสว่างมากพอที่จะเห็นรายละเอียดของผลงานได้อย่างชัดเจน นักเรียนจะออกแบบอย่างไร



ภาพที่ 1 การจัดบอร์ดแสดงผลงานของนักเรียน

คำถามที่นำไปสู่ปัญหาในการศึกษาครั้งนี้

ปัจจัยใดที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุด

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์การทดลองที่ครูกำหนดให้

จุดประสงค์การทดลอง

.....

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1.	หลอดไฟแบบไส้ที่มีขนาดเท่ากัน 3 ชนิด อย่างละ 1 หลอด รวม (หลอดไฟชนิด A, หลอดไฟชนิด B, หลอดไฟชนิด C)	3	หลอด
2.	ขั้วหลอดไฟฟ้า	1	ชุด
3.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1	เครื่อง
4.	ลักซ์มิเตอร์	1	เครื่อง
5.	ไม้บรรทัด	1	อัน
6.	ฟิวเจอร์บอร์ด ขนาด20x30cm	1	แผ่น

วิธีการทดลอง (นักเรียนจะมีวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานอย่างไร)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนอ่านเอกสารความรู้เรื่องความสว่าง และสร้างคำอธิบายเรื่องปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดลงในกระดาษฟลิปชาร์ทที่ครูแจกให้ กลุ่มละ 1 แผ่น โดยมีโครงร่างในการเขียนคำอธิบาย ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์การเรียนรู้

1.	กระดาษฟลิปชาร์ท	1	แผ่น
2.	ปากกาเคมี	1	ด้าม
3.	เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง	1	ฉบับ

ตัวอย่างโครงร่างในการเขียนคำอธิบาย

ชื่อคำอธิบาย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1.....

2.....

3.....

ข้อสรุป

หลักฐาน

การให้เหตุผล

เอกสารบันทึกข้อสรุป

เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนสรุปปัจจัยที่ทำให้ชิ้นงานที่แสดงบนบอร์ดมีความสว่างมากที่สุดตามความเข้าใจของนักเรียนเป็นคำอธิบายแบบความเรียง (คำอธิบายที่ดีจะต้องประกอบด้วย ข้อสรุป หลักฐาน และการให้เหตุผล และในการเขียนนั้นต้องสื่อความให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง

ในการศึกษาความรู้เรื่องความสว่าง (Illuminance) นั้นจะมีปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสว่างมากมาย โดยปริมาณที่เกี่ยวข้องและมีความสำคัญมีรายละเอียด ดังนี้

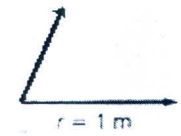
ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)

ปริมาณแสงหรือความหนาแน่นของแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดๆ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความเข้มของการส่องสว่าง ซึ่งในอดีตที่ผ่านมานั้น ความเข้มของการส่องสว่างในระบบมาตรฐานอังกฤษ มีหน่วยเป็น แรงเทียน (Candle Power) โดยความเข้มของการส่องสว่าง 1 แรงเทียนนั้นเท่ากับความสว่างที่เกิดมาจากเทียนที่ทำมาจากไขปลาวาฬบริสุทธิ์น้ำหนักเศษหนึ่งส่วนหกปอนด์และเผาไหม้ในอัตรา 120 เกรนต่อชั่วโมง ต่อมาในการประชุมมาตรวิทยาระหว่างประเทศครั้งที่ 9 ในปี 1948 ได้เปลี่ยนชื่อหน่วยของความเข้มของการส่องสว่างจาก "แรงเทียน" มาเป็น "แคนเดลา (candela; สัญลักษณ์: cd)" ซึ่งกำหนดให้เป็นหน่วยฐานของความเข้มของการส่องสว่างในระบบเอสไอ

อัตราการให้พลังงานแสง (Luminous Flux)

อัตราการให้พลังงานแสง คือปริมาณของรังสีแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นจำนวนรังสีแสงที่พุ่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยรอบทุกทิศทุกทางภายในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น ลูเมน (lumen; สัญลักษณ์: lm) โดยแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดจะให้ปริมาณแสงที่ออกมาในหนึ่งหน่วยเวลาแตกต่างกัน

หน่วย ลูเมน กับ แคนเดลา เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาณแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงเหมือนกัน โดยหน่วยทั้งสองมีความสัมพันธ์กันคือ 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับ 12.57 ลูเมน กล่าวคือ ถ้าเรามีแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุดและมีความเข้มของการส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทาง และมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำไปวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมโดยมีรัศมี 1 หน่วย ปริมาณจำนวนรังสีแสงที่พุ่งไปตกกระทบบนทุกๆ หนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน ถ้าพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้วจะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ นั่นหมายความว่า ความเข้มของการส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนรังสีแสงออกมาได้ เท่ากับ 12.57 ลูเมนนั่นเอง ดังภาพ



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณรังสีแสงที่พุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสง1 ลูเมน ตกกระทบบนพื้นที่หนึ่งตารางเมตรของทรงกลม

(**แหล่งที่มา**: Zitzewitz, P.W., et al. 2005. Physics Principles and Problems.)

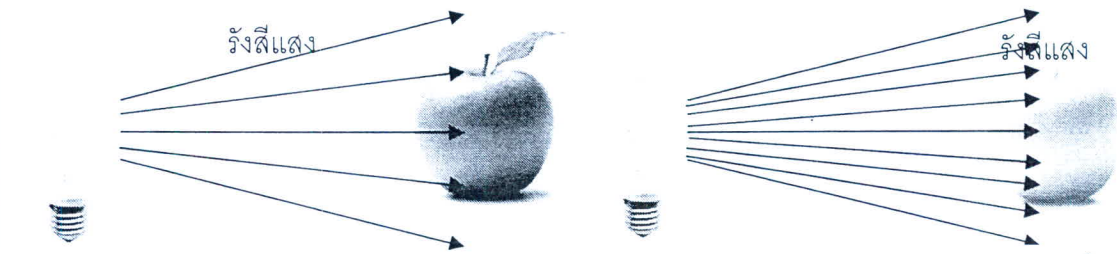
ความสว่าง (Illuminance)

ความสว่างของวัตถุเกิดจากแสงตกกระทบลงบนพื้นผิวของวัตถุ ซึ่งความสว่างมีหน่วยเป็นลักซ์ (lux; สัญลักษณ์: lx) โดยถ้าแสงที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ผิวหนึ่งหน่วยมีปริมาณมาก ก็จะทำให้ความสว่างบนผิววัตถุนั้นมากด้วย โดยในการวัดค่าความสว่างนั้นทำได้โดยใช้เครื่องวัดค่าความสว่างที่เรียกว่า ลักซ์มิเตอร์ (Lux meter) ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ตัวอย่างลักซ์มิเตอร์

ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนผิววัตถุจะมากปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลา และระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับผิววัตถุ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

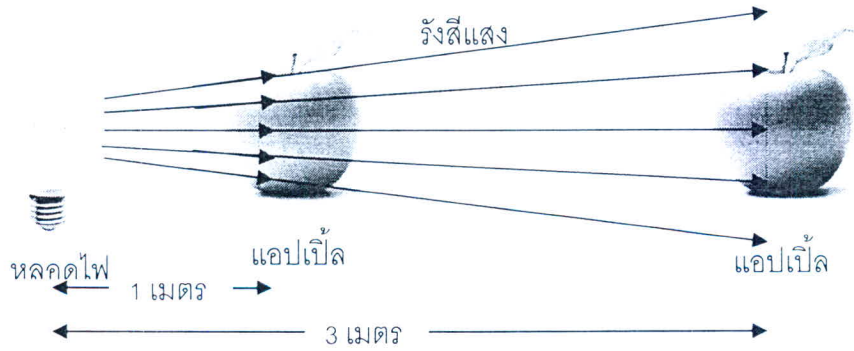
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลาและปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ



ภาพที่ 3 ปริมาณแสงที่ตกกระทบแอปเปิ้ลเมื่อหลอดไฟมีแสงที่ออกมาในปริมาณที่ต่างกัน

จากภาพจะเห็นได้ว่า ถ้าแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงมีปริมาณน้อย แสงที่ตกกระทบบนผิววัตถุก็จะมีปริมาณน้อย แต่ถ้าหากแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงมีปริมาณมาก แสงที่ตกกระทบบนผิววัตถุก็จะมีปริมาณมากด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าถ้าหากปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงมีปริมาณมาก ความหนาแน่นของรังสีแสงในหนึ่งหน่วยพื้นที่ก็จะมาก ซึ่งส่งผลให้ปริมาณแสงที่ไปตกกระทบบนผิววัตถุมากเช่นกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับผิววัตถุ และปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ



ภาพที่ 4 ปริมาณแสงที่ตกกระทบแอปเปิ้ลเมื่อระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับแอปเปิ้ลแตกต่างกัน

จากภาพจะเห็นได้ว่า ถ้าแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุอยู่ห่างกันน้อย แสงที่ตกกระทบบนผิววัตถุก็จะมีจำนวนมาก แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุอยู่ห่างกันมาก แสงที่ตกกระทบผิววัตถุก็จะมีจำนวนน้อยด้วย ทั้งนี้เนื่องจากรังสีแสงมีลักษณะเป็นรังสีถ่าง กล่าวคือ เมื่อระยะทางที่แสงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิดแสงเพิ่มขึ้น ระยะห่างระหว่างรังสีแสงแต่ละรังสีก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไป
เรื่องที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **รหัส ว 22102 รายวิชา วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 **จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที**
ผู้สอน นางสาววรัญญา จำปามูล

<u>มาตรฐานและตัวชี้วัด</u>

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 **ม.** 2/2 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียนสามารถ 1. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้ 2. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมของการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุได้ 3. ทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุได้	**ความหมายของความสว่าง** ความสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบตั้งฉากบนผิววัตถุในหนึ่งหน่วยพื้นที่ **ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ** มี 2 ปัจจัย ดังนี้ 1. ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลา หมายถึง จำนวนรังสีแสงที่พุ่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยรอบทุกทิศทุกทางภายในเวลา 1 วินาที ถ้าปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลามีปริมาณมากก็จะทำให้มีความสว่างมาก และถ้าปริมาณ	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** (10 นาที) 1. ครูให้นักเรียนปิดประตู หน้าต่างและไฟในห้องเรียน จากนั้นครูนำไฟฉายส่องไปที่กระดานแล้วถามนักเรียนดังนี้ 1.1 กระดานสว่างขึ้นหรือไม่ (สว่างขึ้น) 1.2 กระดานสว่างขึ้นได้เพราะอะไร (เพราะได้รับแสงจากไฟฉายที่ส่องลงมาตกกระทบบนกระดาน) 1.3 ถ้าเปลี่ยนหลอดไฟฉายให้เป็นหลอดไฟที่ให้แสงออกมาในปริมาณที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าความสว่างที่เกิดขึ้นบนกระดานจะเปลี่ยน แปลงหรือไม่ อย่างไร 1.4 ถ้าหากส่องไฟฉายไปที่กระดานในระยะห่างที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าความสว่างที่เกิดขึ้นบนกระดานจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร 2. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐานของคำถามข้อ 1.3	1. วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง 1) หลอดไฟ A (หลอดไส้ ขนาด 2.5V) จำนวน 6 หลอด 2) หลอดไฟ B (หลอดไส้ ขนาด 3.8 V) จำนวน 6 หลอด 3) หลอดไฟ C (หลอดไส้ขนาด 6.2 V) จำนวน 6 หลอด 4) ขั้วหลอดไฟฟ้าk จำนวน 6 ชุด 5) หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ จำนวน 6 เครื่อง	1. ประเมินการปฏิบัติการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความบนผิววัตถุ

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
4. บอกความหมายของความสว่างได้ 5. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุได้ 6. รับฟังความคิดเห็นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	แสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในหนึ่งหน่วยเวลามีปริมาณน้อยก็จะทำให้มีความสว่างน้อย 2. ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากผิววัตถุมาก จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุจะน้อย แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงอยู่ห่างจากผิววัตถุน้อยลง จะพบว่าความสว่างบนผิววัตถุมีมากขึ้น	และ 1.4 แล้วบันทึกผลบนกระดาน **ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้** (60 นาที) 1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน (คละความสามารถ) 2. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับแผนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 3. ครูชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมตามที่ปรากฏในเอกสาร 4. ครูแนะนำวิธีการใช้ลักซ์มิเตอร์ในการปฏิบัติการทดลอง 5. ก่อนทำการทดลองครูถามคำถามดังนี้ (3 นาที) 5.1 การทดลองทั้ง 2 ตอนต้องการศึกษาอะไร หรือตัวแปรตามคืออะไร (ความสว่างบนกระดาน/	6) ลักซ์มิเตอร์ จำนวน 6 เครื่อง 7) ไม้บรรทัด จำนวน 6 อัน 8) ฟิวเจอร์บอร์ด ขนาด20x30cm จำนวน 6 แผ่น 9) กระดาษกาวสองหน้า จำนวน 6 ชิ้น 10) ขาตั้ง 6 อัน 2. เอกสารประกอบการจัดกิจกรรม 1) เอกสารการทดลองเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ	

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		ความสว่างบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด) 5.2 การทดลองตอนที่ 1 ควรจัดอะไรให้แตกต่างกัน หรือตัวแปรต้นคืออะไร (ปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟ) 5.3 การทดลองตอนที่ 1 ควรจัดอะไรให้เหมือนกัน หรือตัวแปรควบคุมคืออะไร (1.ขนาดของหลอดไฟ 2.ระยะห่างของหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ด 3.จำนวนถ่านไฟฉาย 4.ลักซ์มิเตอร์) 5.4 การทดลองตอนที่ 2 ควรจัดอะไรให้แตกต่างกันหรือตัวแปรต้นคืออะไร (ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด) 5.5 การทดลองตอนที่ 2 ควรจัดอะไรให้เหมือนกัน หรือตัวแปรควบคุมคืออะไร (1.ชนิดและขนาดของหลอดไฟ 2. ลักซ์มิเตอร์ 3. จำนวนถ่านไฟฉาย) 5.6 การทดลองนี้มีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ครู	2) เอกสารความรู้เรื่องความสว่าง 3. สื่ออื่นๆ 1) ไฟฉาย 1 กระบอก	

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		สุ่มถามนักเรียนประมาณ 1-2 คน) 6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลอง สังเกตแล้วบันทึกผลลงในตารางที่ครูกำหนด(25 นาที) 7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและบันทึกผลบนกระดาน **ขั้นสรุป** (30 นาที) 1. ครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบและอภิปรายร่วมกับครูดังนี้ 1.1 ผลการทดลองของกลุ่มใดแตกต่างจากกลุ่มอื่นบ้าง เพราะเหตุใด 1.2 จากการทดลอง เพราะเหตุใดแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดจึงมีความสว่าง (เพราะได้รับแสงจากหลอดไฟ)		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		1.3 นักเรียนจะสรุปความหมายของความสว่างว่าอย่างไร (ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนผิววัตถุในหนึ่งหน่วยพื้นที่) 1.4 การทดลองตอนที่ 1 หลอดไฟดวงใดมีค่าความสว่างมากที่สุด เพราะเหตุใด (หลอด C เพราะมีแสงออกจากหลอดไฟและไปตกกระทบบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมากที่สุด) 1.5 ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟมีผลต่อความสว่างบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดอย่างไร (ถ้าแสงที่ออกจากหลอดไฟมีปริมาณมาก จะทำให้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมีความสว่างมาก และถ้าแสงที่ออกจากหลอดไฟมีปริมาณน้อย ก็จะทำให้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมีความสว่างน้อย) 1.6 การทดลองตอนที่ 2 เมื่อเลื่อนหลอดไฟให้ห่างจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมากขึ้นเรื่อยๆ ความสว่างที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลง		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		อย่างไร (ความสว่างที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์มีค่าลดลง) 1.7 ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ด และความสว่างที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ถ้าระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ดเพิ่มขึ้น ความสว่างที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์ก็จะมีค่าลดลง และถ้าระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ดลดลง ความสว่างที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น) 1.8 จากผลการทดลองทั้งสองตอน นักเรียนคิดว่าอะไรบ้างที่มีผลต่อความสว่างบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด (1.ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟ 2.ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ด) 1.9 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟและระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ดมีผลต่อความ		

จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา/สาระ	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
		สว่างบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด กล่าวคือ ถ้าหากแสงที่ออกจากหลอดไฟมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสว่างบนฟิวเจอร์บอร์ดเพิ่มขึ้นด้วย และถ้าระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ดเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสว่างบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดลดลง) 2. ครูกล่าวว่า "หลอดไฟ หรือวัตถุที่ให้แสงได้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งกำเนิดแสง ส่วนฟิวเจอร์บอร์ดกระดาน ก็คือวัตถุ" ครูให้นักเรียนสรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุใหม่ โดยใช้คำที่กล่าวมาข้างต้นแทนลงในประโยค (ปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ คือ 1.ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง 2.ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับวัตถุ) 3. ครูให้นักเรียนบันทึกปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุลงในสมุด		

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
การตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้สมบูรณ์ รวมทั้งดำเนินงานด้วยขั้นตอนที่ถูกต้อง	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ไม่ครบถ้วน	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
การปฏิบัติการทดลอง	ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้เองอย่างถูกต้อง	ดำเนินการทดลองได้เอง แต่ต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง	ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์
ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง	ดำเนินการทดลองและใช้อุปกรณ์ทำการทดลองได้เหมาะสม มีความปลอดภัยและทำการทดลองได้เสร็จทันเวลา	ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ทัน เวลาที่กำหนด แต่ยังต้องการคำแนะ นำการใช้อุปกรณ์บ้างเป็นครั้งคราว	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด แต่ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและไม่มีการเสียหาย	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำวัสดุอุปกรณ์บางชิ้นชำรุดเสียหาย
การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลทุกช่วงเวลาอย่างสม่ำเสมอ มีข้อมูลสำคัญครบถ้วน	บันทึกผลอย่างสม่ำเสมอ มีข้อมูลครบตามตารางบันทึกผล	บันทึกผลไม่สม่ำเสมอ มีข้อมูลไม่ตรงตามตารางบันทึกผลการ	บันทึกผลการทดลองไม่สม่ำเสมอ มีข้อมูลไม่

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
	และถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ใช้ภาษาถูกต้องแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	การทดลอง แต่ไม่ครอบคลุมหลักวิทยาศาสตร์ ใช้ภาษาถูกต้อง	ทดลอง แต่ข้อมูลที่บันทึกถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสมทำให้เข้าใจยาก	ครบถ้วนตามตารางบันทึกผลการทดลอง
การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผล	แปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลบางส่วน	แปลความหมายถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ถูกต้องบางส่วน และไม่สรุปผล
การนำเสนอ (บันทึกผลการทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง)	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้เอง เขียนรายงานการทดลองยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	ต้องให้คำแนะนำเป็นบางครั้งในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมทั้งการเขียนรายงานการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมทั้งเขียนรายงานการทดลอง

เอกสารการทดลอง
เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
2. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนด และตอบคำถามหลังการทำกิจกรรม

คำถามก่อนการทดลอง

1. ปัญหาของการทดลองนี้ คืออะไร

.....

2. วัตถุประสงค์ของการทดลอง คืออะไร

.....

3. สมมติฐานการทดลอง คืออะไร

.....

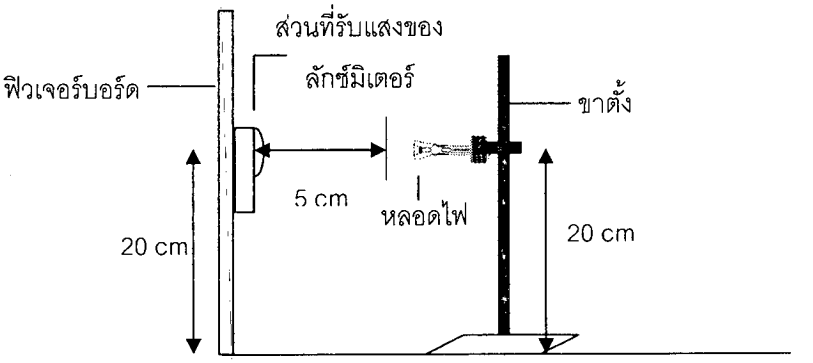
สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

1.	หลอดไฟแบบไส้ที่มีขนาดเท่ากัน 3 ชนิด อย่างละ 1 หลอด รวม (หลอดไฟ A, หลอดไฟ B, หลอดไฟ C)	3	หลอด
2.	ขั้วหลอดไฟฟ้า	1	ชุด
3.	หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1	เครื่อง
4.	ขาตั้ง	1	อัน
5.	ไม้บรรทัด	1	อัน
6.	ลักซ์มิเตอร์	1	เครื่อง
7.	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ขนาด 30 x 20 เซนติเมตร	1	แผ่น
8.	กระดาษกาวสองหน้า	1	ชิ้น

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1

1. นำหลอดไฟ A ต่อเข้ากับขั้วหลอดไฟ และนำไปหนีบกับขาตั้ง และต่อสายไฟเข้ากับถ่านไฟฉาย
2. สังเกตปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟ และปริมาณแสงที่ตกกระทบแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด บันทึกผลการสังเกต (มาก – ปานกลาง - น้อย)
3. นำส่วนที่รับแสงของลักซ์มิเตอร์ติดไว้กับฟิวเจอร์บอร์ด โดยให้ส่วนที่รับแสงหันมาทางด้านหลอดไฟที่ระดับความสูงเดียวกัน และอยู่ห่างจากหลอดไฟเป็นระยะ 5 เซนติเมตร ดังรูป อ่านค่าความสว่างแล้วบันทึกผล



4. ถอดสายไฟออกจากเต้าเสียบ ทำการทดลองเหมือนข้อ 1 – 3 แต่เปลี่ยนหลอดไฟ A เป็นหลอดไฟ B และหลอดไฟ C ตามลำดับ
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1- 5 ใหม่ อีก 2 ครั้ง

ตอนที่ 2

1. นำหลอดไฟ A ต่อเข้ากับขั้วหลอดไฟ และนำไปหนีบกับขาตั้ง และต่อสายไฟเข้ากับถ่านไฟฉาย
2. นำส่วนที่รับแสงของลักซ์มิเตอร์ติดไว้กับฟิวเจอร์บอร์ด โดยให้ส่วนที่รับแสงหันมาทางด้านหลอดไฟที่ระดับความสูงเดียวกัน และอยู่ห่างจากหลอดไฟเป็นระยะ 5 เซนติเมตร อ่านค่าความสว่างแล้วบันทึกผล
3. สังเกตปริมาณแสงที่ตกกระทบแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด บันทึกผลการสังเกต (มาก – ปานกลาง - น้อย)

4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-2 แต่เปลี่ยนระยะห่างเป็น 10 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ตามลำดับ
5. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1- 3 ใหม่ อีก 2 ครั้ง

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ความสว่างที่เกิดจากหลอดไฟที่มีปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟที่แตกต่างกัน

หลอดไฟแบบไส้	ปริมาณแสงที่ออกจากหลอดไฟ	ปริมาณแสงที่ตกกระทบแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด	ค่าความสว่าง (ลักซ์)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
A						
B						
C						

ตารางที่ 2 ความสว่างที่เกิดขึ้นจากการได้รับแสงจากหลอดไฟที่ระยะห่างต่างๆ

ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ด	ปริมาณแสงที่ตกกระทบแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด	ค่าความสว่าง (ลักซ์)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
5 เซนติเมตร					
10 เซนติเมตร					
15 เซนติเมตร					

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดไฟมีผลต่อความสว่างบนฟิวเจอร์บอร์ดหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับฟิวเจอร์บอร์ดมีผลต่อความสว่างบนฟิวเจอร์บอร์ดหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

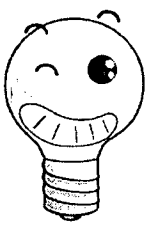
   .....

3. จากผลการทดลองทั้งสองตอน นักเรียนคิดว่าอะไรบ้างที่ส่งผลต่อความสว่างบนผิววัตถุ

   .....

   .....

   .....



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รายข้อ

เนื้อหา	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความรู้ความจำ (ร้อยละ 30)			ความเข้าใจ (ร้อยละ 40)			การนำไปใช้ (ร้อยละ 30)		
				ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง
1. ความสว่าง (3 ข้อ)	1	0.60	0.50	1 ข้อ (1)	-	1 ข้อ (1)	1 ข้อ (2)	-	1 ข้อ (2)	1 ข้อ (3)	-	1 ข้อ (3)
	2	0.55	0.20									
	3	0.48	0.25									
2. การสะท้อนของแสง (8 ข้อ)	4	0.43	0.25	2 ข้อ (6, 11)	-	2 ข้อ (6, 11)	3 ข้อ (5, 7, 9)	2 ข้อ (4, 10)	3 ข้อ (5, 7, 9)	3 ข้อ (8, 12, 13)	-	3 ข้อ (8, 12, 13)
	5	0.55	0.50									
	6	0.38	0.35									
	7	0.20	0.30									
	8	0.25	0.30									
	9	0.40	0.40									
	10	0.15	0.00									
	11	0.38	0.45									
	12	0.33	0.45									
	13	0.65	0.60									
3. การหักเหของแสง (10 ข้อ)	14	0.58	0.35	3 ข้อ (14, 18, 23)	-	3 ข้อ (14, 18, 23)	4 ข้อ (15, 20, 26, 27)	4 ข้อ (16, 19, 21, 22, 28)	4 ข้อ (15, 20, 26, 27)	3 ข้อ (17, 24, 25)	-	3 ข้อ (17, 24, 25)
	15	0.63	0.25									
	16	0.10	0.00									
	17	0.58	0.25									
	18	0.48	0.25									
	19	0.38	0.15									
	20	0.48	0.35									
	21	0.40	0.00									
	22	0.35	0.10									
	23	0.38	0.45									
	24	0.30	0.40									
	25	0.53	0.25									

เนื้อหา	ข้อ ที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความรู้ความจำ (ร้อยละ 30)			ความเข้าใจ (ร้อยละ 40)			การนำไปใช้ (ร้อยละ 30)		
				ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่ใช้จริง
	26	0.38	0.35									
	27	0.25	0.30									
	28	0.25	0.00									
4. ทัศนูปกรณ์ (3 ข้อ)	29	0.10	0.00	1 ข้อ (33)	1 ข้อ (29)	**1 ข้อ** (33)	1 ข้อ (31)	-	**1 ข้อ** (31)	1 ข้อ (30)	1ข้อ (32)	**1 ข้อ** (30)
	30	0.75	0.20									
	31	0.43	0.35									
	32	0.53	0.15									
	33	0.75	0.40									
5. นัยน์ตากับการมองเห็น (3 ข้อ)	34	0.20	0.20	2 ข้อ (34, 37)	1 ข้อ (39)	**1 ข้อ** (37)	1 ข้อ (36)	2 ข้อ (38, 35)	**1 ข้อ** (36)	1 ข้อ (40)	-	**1 ข้อ** (40)
	35	0.05	-0.10									
	36	0.20	0.30									
	37	0.43	0.35									
	38	0.48	0.05									
	39	0.18	0.05									
	40	0.25	0.20									
6. สีของวัตถุและการดูดกลืนของวัตถุสีต่าง ๆ (3 ข้อ)	41	0.45	0.40	1 ข้อ (41)	-	**1 ข้อ** (41)	1 ข้อ (42)	-	**1 ข้อ** (42)	1 ข้อ (44)	1 ข้อ (43)	**1 ข้อ** (44)
	42	0.35	0.30									
	43	0.18	0.35									
	44	0.60	0.20									
สรุป				10 ข้อ	2 ข้อ	**9 ข้อ**	11 ข้อ	8 ข้อ	**11 ข้อ**	10 ข้อ	2 ข้อ	**10 ข้อ**

<u>หมายเหตุ</u> ข้อสอบที่แรงเงาเป็นข้อสอบที่คัดออก เนื่องจากมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลรายข้อ

องค์ประกอบของการคิดเชิงเหตุผล	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่นำไปใช้จริง
การให้เหตุผลเชิงนิรนัย	1	0.80	0.40	15 ข้อ (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)	1 ข้อ (3)	15 ข้อ (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)
	2	0.70	0.20			
	3	1.00	0.00			
	4	0.47	0.27			
	5	0.60	0.40			
	6	0.23	0.33			
	7	0.27	0.27			
	8	0.60	0.53			
	9	0.47	0.27			
	10	0.20	0.27			
	11	0.60	0.27			
	12	0.73	0.53			
	13	0.80	0.40			
	14	0.67	0.27			
	15	0.63	0.47			
	16	0.30	0.33			
การให้เหตุผลเชิงอุปนัย	17	0.40	0.40	15 ข้อ (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33,	3 ข้อ (24, 27, 31)	15 ข้อ (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33,
	18	0.57	0.20			
	19	0.50	0.60			
	20	0.30	0.33			
	21	0.63	0.33			
	22	0.47	0.27			
	23	0.60	0.67			
	24	0.83	0.20			

องค์ประกอบของการคิดเชิงเหตุผล	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อสอบที่ใช้ได้	ข้อสอบที่ใช้ไม่ได้	ข้อสอบที่นำไปใช้จริง
	25	0.33	0.67	34)		34)
	26	0.53	0.27			
	27	0.17	0.07			
	28	0.43	0.73			
	29	0.47	0.67			
	30	0.43	0.47			
	31	0.83	0.33			
	32	0.60	0.27			
	33	0.77	0.47			
	34	0.27	0.27			

หมายเหตุ ข้อสอบที่แรงเงา เป็นข้อสอบที่คัดออก เนื่องจากมีค่าความยาก หรือค่าอำนาจจำแนกไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ภาคผนวก จ

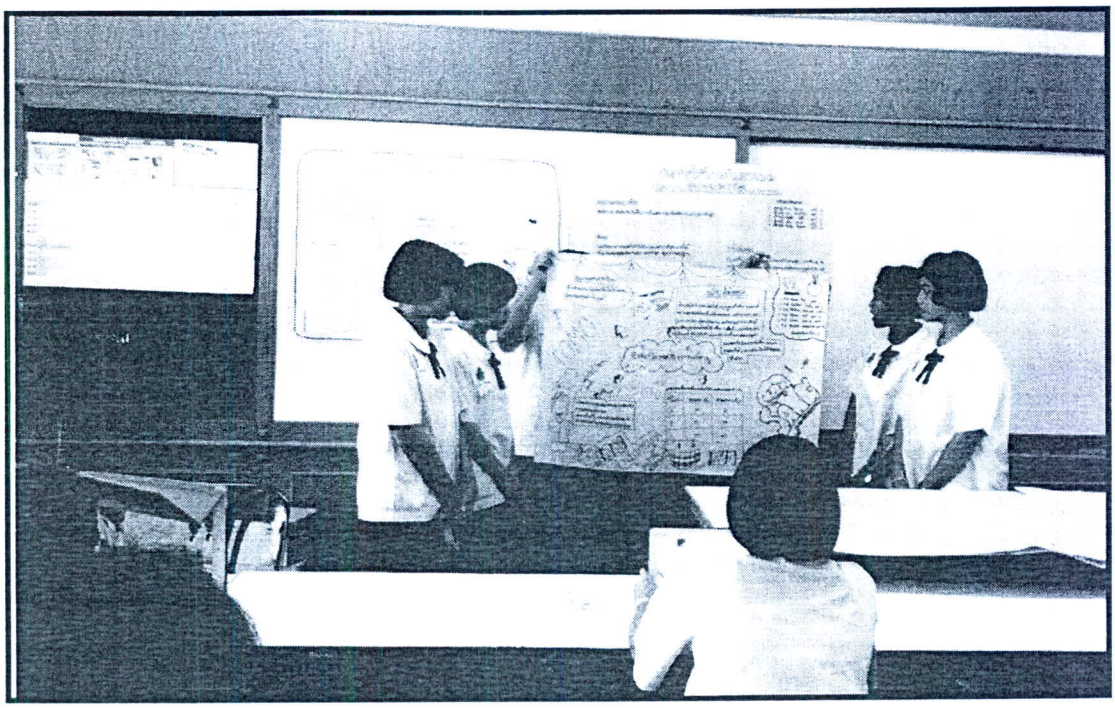
1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ตัวอย่างภาพกิจกรรม

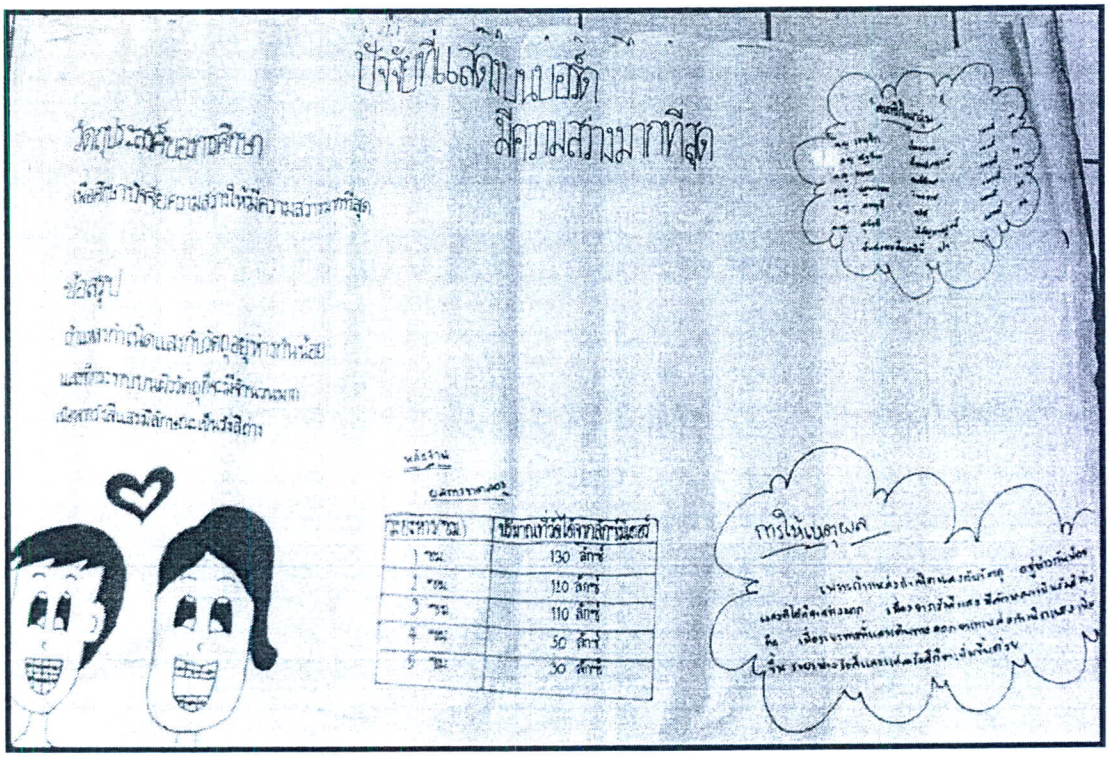
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 22101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 ห้องเรียน

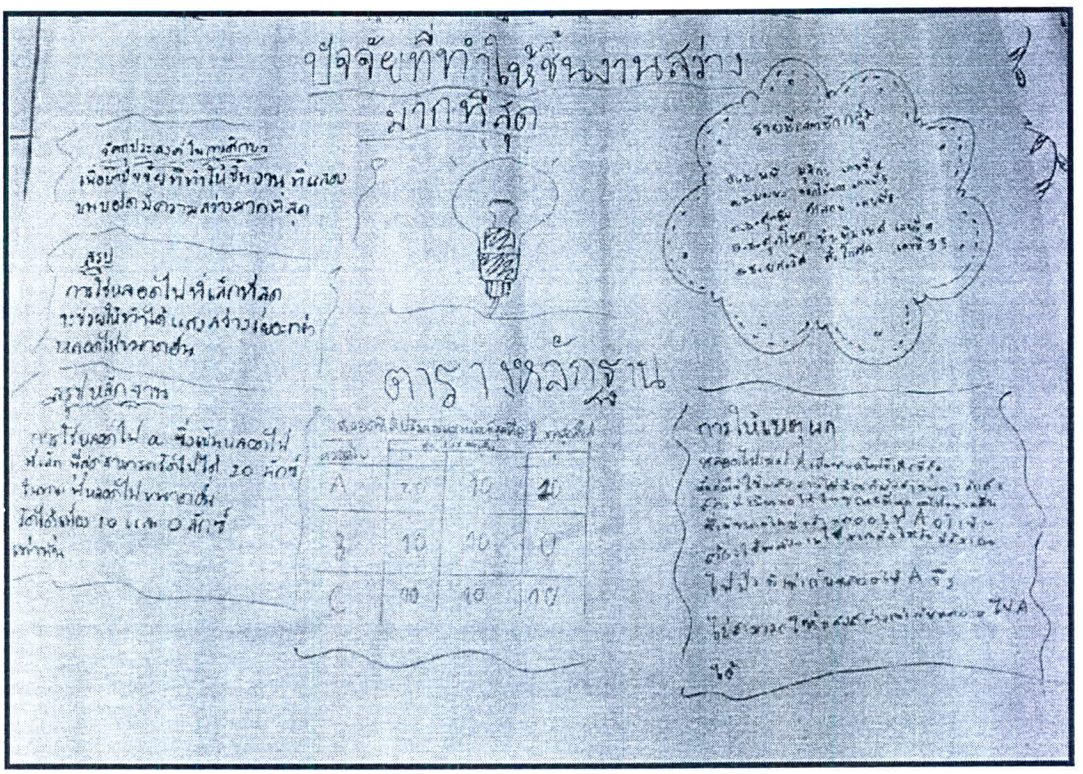
ห้องเรียน	$\bar{X}$	S.D.	F
ม.2/1	60.00	7.50	37.06*
ม.2/2	81.97	4.83	
ม.2/3	59.80	8.23	
ม.2/4	59.21	9.61	
ม.2/5	56.00	10.87	
ม.2/6	55.39	8.53	
ม.2/7	55.08	9.10	

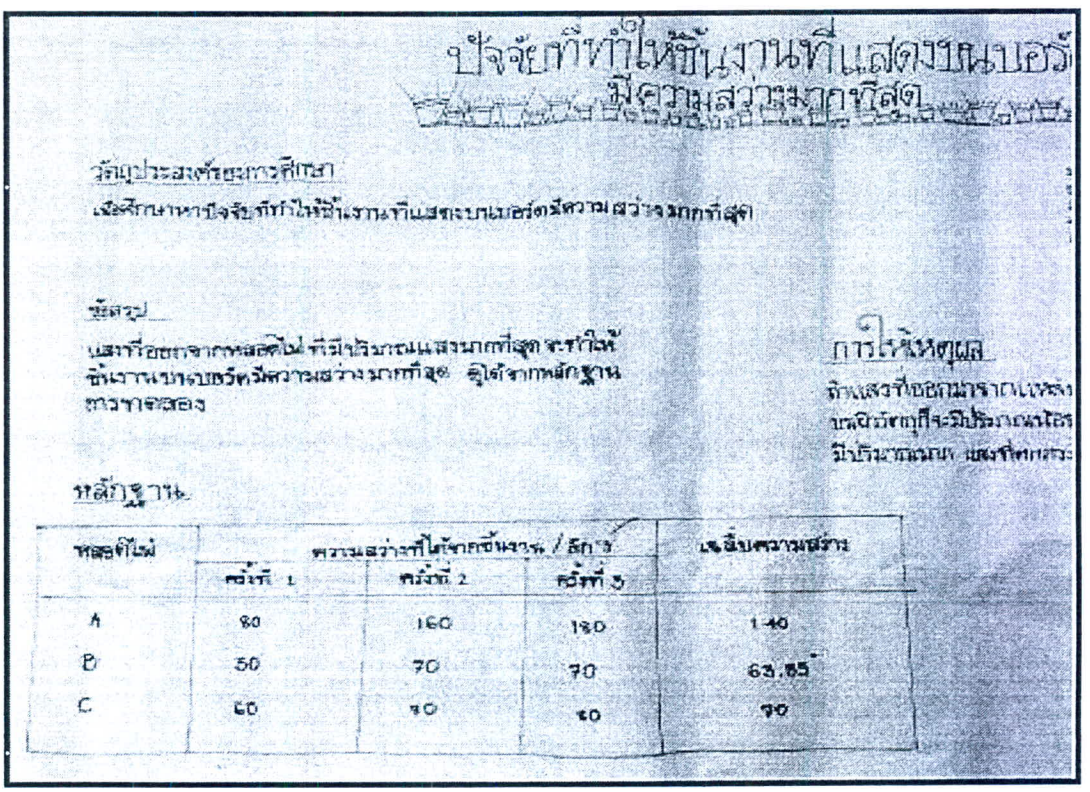
* $P < 0.05$

ตัวอย่างภาพกิจกรรม






ปัจจัยที่ทำให้หลอดไฟสว่างมากที่สุด
ตารางหลักฐาน


ปัจจัยที่ทำให้หลอดไฟสว่างมากที่สุด
วัตถุประสงค์ในการศึกษา
สรุป
หลักฐาน
การให้เหตุผล