



หนังสือคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย

เล่ม ๓

วิชาวิทยาศาสตร์

ของ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

๗ ๐๖๒๗๓ - ๗ ๐๖๒๗ ๔



หนังสือคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษา

ตอนปลาย

เล่ม ๓

วิชาวิทยาศาสตร์

ของ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๓,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๔๙๙

ปกกระดาษราคาเล่มละ ๕.๐๐ บาท

พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภา

ปากคลองบางลำพู นนทบุรี

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

๗ ๐๖๒๗๓ ๗



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือคู่มือครูในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการได้จัดทำหนังสือคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้น กระทรวงศึกษาธิการได้พิจารณาแล้ว
อนุญาตให้ใช้เป็นคู่มือครูได้.

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๔๙๕

พลอากาศเอก เชิด ชลนารถ

รัฐมนตรีช่วยว่าการ ฯ รักษาการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ด้วยกรมวิชาการพิจารณาเห็นเป็นการสมควรที่จะจัดให้คณาจารย์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในส่วนที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอน จึงได้มอบหมายให้ นายจรูญ วงศ์สายัณห์ รวบรวมขึ้นเป็นคู่มือในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้

ในช่องรายการสอนที่กำหนดว่า ควรจะสอนเรื่องใดในชั้นใดนั้น เป็นผลจากการประชุมครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยความร่วมมือของสาขาครูสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในส่วนคำแนะนำวิธีสอนนั้นเป็นเพียงข้อเสนอแนะวิธีหนึ่งในจำนวนหลาย ๆ วิธีซึ่งอาจจะกระทำได้ ด้วยเหตุนี้คู่มือครูจึงเป็นเพียงข้อเสนอแนะแนวทาง และการตีความหลักสูตรว่าควระกว้างแคบเพียงใด ไม่เป็นข้อบังคับที่จะต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด โรงเรียนหรือครูผู้สอนอาจพิจารณาหรือใช้แนวทางหรือคู่มืออื่น ๆ ที่เห็นว่าดีกว่าได้โดยเสรี.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมปลาย

วิทยาศาสตร์ที่สอนในชั้นมัธยมปลาย นอกเหนือจากการให้เข้าใจจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติแล้ว ยังมีความประสงค์ที่จะให้นักเรียนได้มีความคุ้นเคยกับการหาหลักทั่วไปตามวิธีการในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่เนื้อหา ความลึกเห็นและระเบียบวิธี ตลอดจนการแย่งแยกวิทยาศาสตร์ออกเป็นแขนงต่าง ๆ

การปลูกฝังนักเรียนให้เข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ย่อมเป็นผลดีในการศึกษา เป็นการสร้างระเบียบวินัยแห่งการคิด ในการที่จะลงความเห็นใด ๆ นั้น จะต้องมีความหลักฐานประกอบเป็นทั้งเพียงพอ ความชัดเจนความขม่อมคู่กับความแน่นอนของนักเรียนไม่น้อย

การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมปลาย พงจะเริ่มจักขึ้นในประเทศเรา ปัญหาในเรื่องวิธีสอนอันถูกต้องและเหมาะสม จึงยังนับว่าไม่เป็นที่เรียบร้อย ในระยะแรกที่จะทำการสอนวิชาชั้นในชั้นมัธยมปลาย ครูผู้สอนส่วนมากเป็นผู้ที่ได้รับการอบรมตามระเบียบวิธีที่ใช้อยู่ในชั้นเตรียมอุดมศึกษาหรือชั้นมัธยมบริบูรณ์เมื่อครั้งเดิม จึงเข้าใจกันว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมตอนปลายนั้น ก็คือการสอนในชั้นเตรียมอุดมศึกษา หรือชั้นมัธยมบริบูรณ์นั่นเอง ต่างแต่ย่อส่วนให้น้อยและง่ายเข้าใจตามวัยของเด็กที่ยังต่ำอยู่ ด้วยวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมปลายจึงเป็นนามธรรมมาก เริ่มด้วยการให้รู้จักคำจำกัดความ หรือความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในทางวิทยาศาสตร์ ให้ทราบกฎเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความจริง หักให้โดยกฎเกณฑ์เหล่านั้นในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ปัญหาที่แก้ได้ ก็หาใช้เป็นสิ่งซึ่งเกี่ยวกับหรือมีความ

หมายแก่ชีวิตอันเป็นปัจจุบันของเด็กไม่ โดยมากมักจะเห็นโทษที่สมมติสถานการณ์
 ชน หรืออภินิหารหนึ่ง การเรียนวิทยาศาสตร์คล้ายกับการเรียนคณิตศาสตร์ประยุกต์
 การทดสอบความรู้ที่ใช้วิธีทั้งโทษที่ทำการศึกษาคำนวณ หรืออธิบายความหมายของศัพท์
 เฉพาะในทางวิทยาศาสตร์ ถ้าเด็กสามารถแก้โทษเหล่านั้นได้ หรืออธิบายคำจำกัด
 ความต่าง ๆ ตามที่ปรากฏตามตำราได้แล้ว ก็ถือว่าเด็กได้รับการศึกษาในทางวิทยา-
 ศาสตร์เป็นที่พอใจ และด้วยเหตุนี้เราจะเห็นได้ว่า ผลอันแท้จริงที่โรงเรียนไม่ตรงกับความรู้
 มุ่งหมายที่ใดทั้งไว้ในขณะนี้

ระเบียบวิธีสอนอันถูกต้องควรจะเป็นอย่างไร ควรจะเริ่มต้นด้วยปรากฏการณ์
 ตามธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ที่จักให้มันช่วยการทดลอง ปรากฏการณ์นั้น ๆ ควร
 เป็นสิ่งซึ่งก่อให้เกิดความพิศวง หรือมีความหมายแก่ชีวิตอันเป็นปัจจุบันของเด็ก ด้วย
 เหตุที่ความหมายแก่ชีวิตอันเป็นปัจจุบันของเขา หรือเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความพิศวง
 ดังกล่าวแล้ว นักเรียนจะเริ่มพิจารณาว่า มีอะไรเป็นมูลเหตุ หรือมีกฎเกณฑ์ที่ควบคุม
 ความเย็นไปนั้น ๆ อยู่ หมายความว่า จะต้องให้เด็กนักเรียนเกิดมูลเหตุจริงใจให้คิด
 ค้นคว้าหาเหตุผล เพื่อแก้ข้อสงสัยของตน มิใช่เพราะครูบังคับให้ทำ และในกรรม
 วิชของการศึกษาหาเหตุผล ครูเป็นแค่ผู้ช่วยเหลือ แนะนำแนวทางให้ดำเนินการคิดไปใน
 วิถีถูกต้อง จนกระทั่งสามารถทราบได้ว่ามีอะไรเป็นมูลเหตุแห่งปรากฏการณ์นั้น ๆ
 หรือมีกฎเกณฑ์อะไรที่ควบคุมความเย็นไปในธรรมชาติ ด้วยวิธีการคิดเช่นนั้น ย่อมทำ
 ให้เด็กรู้สึกได้ว่าทุกอย่างเย็นไปด้วยเหตุผล จึงเป็นผลอยู่ในอำนาจแห่งเหตุ รู้ว่าธรรม
 ะทั้งหลายมีเหตุเป็นแดนเกิด ความคิดเช่นนั้นย่อมเป็นรากฐานอันสำคัญสำหรับการ
 ศึกษาวิทยาศาสตร์ต่อไปในภายหน้าหรือแม้จะมีโอกาสศึกษาต่อ ก็ยังเป็นการศึกษาทั่วไปที่
 คนทุกคนควรจะได้รับ

วิธีดำเนินการสอนควรเป็นการเรียนจากการสาธิตของครู ประกอบกับการช่วย
เหลือของนักเรียน ให้รู้จักสังเกตตามวิธิตดลองของแขนงวิทยาศาสตร์นั้น ๆ ขยเรียน
ในชั้นควรเป็นหัวข้อทำทนายชวนให้ขยคิด เช่น การสอนหลักการลอย ครตงขยหาว่า
เรอขยกับเทารคทำทนายเหลกเหมือนกัน เหตุไคเรอหนักมากนยเป็นหมน ๆ กัน
ลยน้ำไค ส่วนเทารคหนักกรวทนกโลกกรมมนำ นกเรียนจะคยขยหาทกนหลายทง
ผลทศไคความว่า เรอมีปริมาณมากกระเจ้นาออกไคน้ำหนักมากจึงลยไค ถค
จากนนครควขยแงประกอบเพิ่มเติม เช่น

ก. แผ่นคยขยาง ๆ จมนำ แต่ทำเป็นรูปเรอลยน้ำไค

ข. เหลกลอยในปรตทลขย หัวขยเรอจะสนสคลงคยขยการนำหลักขงการลย
น้ำมาใช้เป็นประโยชน์

หนังสืออ่านประกอบขยทเรียนช่วยให้นักเรียนมีความรคกว้างขวง แลนภาพ
ประกอบขยทเรียนขยมทำให้การสังเกตกว้างขวงคยขยขน ควรส่งเสริมให้นักเรียนไค
คกษาจากห้องสมุด นอกไปจากการเรียนในห้องเรียน ในห้องทคดลอง และจากสมุด
ทกรายงานการทคดลอง

ไม่จำเป็นทคดสอนตามลำดับหัวข้อในประมวลการสอนโดยเคร่งครคค จะขยหัว
ข้อไคสอนก้แล้วแต่ความสคคคและความเหมาะสม ควรดำเนินการสอนให้สัมพันธ์กย
วิชาอื่น ๆ และส่งเสริมให้ใช้ศัพทขยขยทวิทยาศาสตร์ และสำนวนให้ถูกกยความหมาย
ให้นักเรียนไค ปรคขยการ คยขยคน เองมาก ทศค เท่า ทไคภาส จะ ข่านขยให้ ทำไค
เพวระนักเรียนขยมจะเข้าไค ถ้าคนเป็นสมส่วนร่วมกยขยทเรียนนนโดยใกล้ชิด การ
ปรคขยการช่วยให้นักเรียนไคขยคคเพวระณาเครอของสำเรจ และไคขยความจคเจนขงหา
ไม่ไคในห้องเรียน ช่วยให้นักเรียนแสดงความจริงจากหลักทไคในห้องเรียนจนเป็นท
พอใจ ช่วยให้นักเรียนนารบขยขงวิทยาศาสตร์เข้ามาขยขยหาคยขยตนเอง คยขยถา

นักเรียนเผชิญกับปัญหาใด ๆ เขาจำต้องหาวิธีการ เลือกเครื่องสำเนาทำเป็น และ
เตรียมบทพระแก้ปัญหานั้น ในการนี้นักเรียนจะต้องสังเกต รวบรวมข้อมูลและบันทึก
รายการ ทั้งสมมติฐาน และทดสอบ และผลสุดท้ายจึงสรุปความเห็น

เพื่อให้เสียเวลามาก จำต้องเตรียมชักชวนให้เข้าใจ และมคอ และแนว
ทางของวิธีการที่จะทำให้นักเรียนทดลองปัญหานั้นกำหนดไว้ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุม
หรือปรึกษา ไม่ควรตอบปัญหาตรง ๆ แต่แนะทางให้นักเรียนค้นคว้าจนบรรลุผลด้วย
ตนเอง เครื่องสำเนาที่ใช้ในการทดลองบางสิ่งบางอย่างควรอาศัยห้องการผสม ให้
นักเรียนเข้าช่วยปรึกษาใด ๆ อนึ่ง ควรให้นักเรียนเข้าใจเสียก่อนว่า การกระทำของ
ตนมีการผิดพลาดใด การทดลองแม้จะระบือเสร็จแล้ว ผลที่ได้บางครั้งยังบกพร่องก็มี

ถ้าวิชาบางข้อไม่เหมาะแก่การศึกษาในห้องเรียน ควรจัดให้มีการเรียนนอก
ห้องเรียน และทางทัศนศึกษา



วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ การรู้จักและใช้ธรรมชาติ ทำให้เกิดความเจริญ	ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าความเจริญในด้านวัตถุต่างๆ เท่าที่เขารู้ ในเวลานี้เขารู้ เพราะมนุษย์พยายามศึกษา หาว่าธรรมชาตินั้น เป็นอย่างไร หรือเป็นไปภายใน กฎเกณฑ์อะไรอย่าง และเมื่อเขารู้เช่นนั้นแล้วก็จะ สามารถทำสิ่งหรือควบคุมความ เป็นไปในธรรมชาติ ให้ได้ตามความประสงค์ ก่อให้เกิดความเจริญใน ด้านวัตถุต่าง ๆ ควรเรียกตัวอย่างให้เห็น เช่น ในเรื่อง ของการเพาะปลูก ในเรื่องของการแพทย์ ในเรื่อง ของการอุตสาหกรรมเท่าที่นักเรียนจะพอรู้เห็นได้
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตมนุษย์	ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีส่วน เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ของ เขา มาก จนเพียงไร เปรียบเทียบกับความเป็นอยู่ในสมัยโบราณ จะเห็นว่า นอกจากวิทยาศาสตร์จะได้ช่วยยกมาตรฐานความเป็น อยู่ของมนุษย์ชาติให้สูงขึ้น ในเวลาเดียวกันก็ยังก่อให้เกิด ภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งเขารู้ผลเพราะความไม่รอบ ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น วิทยาศาสตร์กายภาพและ ชีวภาพ	คือชีวิตมนุษย์ทั้งในแง่ก่และแง่เสย จึงเป็นความจำ เป็นที่จะต้องศึกษาเรื่องของวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียม พร้อมที่จะรับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่อง จากวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องยานยนต์ ชนิดใหม่ ๆ ตลอดจนระเบียบปรมาณูเป็นต้น คำว่า วิทยาศาสตร์ที่ใช้ใน ชั้นนี้ หมายถึง เพียงว่า วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ที่จริงยังมีวิทยาศาสตร์อีก จำพวกหนึ่ง คือวิทยาศาสตร์แห่งสังคม ซึ่งมีใ้ กล่าวถึงในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในส่วนวิทยา- ศาสตร์ธรรมชาติกล่าวถึงในวิทยาศาสตร์ทั่วไปอา แย่งออกไปเป็น ๒ จำพวก วิทยาศาสตร์กายภาพไ้ แก่วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาถึงเรื่องของพลังงานและสสาร ต่าง ๆ อีกพวกหนึ่งคือวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไ้แก การศึกษาดังเรื่องของสิ่งมีชีวิต ซึ่งนักเรียนเห็นว่า วิทยาศาสตร์กายภาพแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ ๆ คือ ฟิสิกส์และเคมี และวิทยาศาสตร์ชีวภาพอาจแบ่งออก ไ้เป็นสัตว์วิทยาและพฤกษศาสตร์ ให้พยายามอธิบาย ขยายความให้ละเอียดต่อไปว่า วิทยาศาสตร์แต่ละ แขนงนั้นกล่าวถึงเรื่องอะไรบ้าง และมีความสำคัญ เกี่ยวกับชีวิตมนุษย์อย่างไร

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ ข้อเท็จจริง เหตุผล การทดลอง กฎ ทฤษฎี	ยกตัวอย่างจากการทดลองค้นคว้าในทางวิทยาศาสตร์ให้เห็นว่า การที่วิทยาศาสตร์จะพิจารณาแก้ปัญหาใด ๆ นั้น มีระเบียบวิธีอันหนึ่งซึ่งเป็นหลักทั่วไป ได้แก่ การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อจำกั้วงปัญหาให้เห็นชัดว่าพิจารณาในปัญหาเรื่องอะไร แล้วรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ข้อเท็จจริงเหล่านั้นอาจจะเป็นสถิติ และตัวเลข หรือผลของการสังเกตต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลเหล่านั้นมาแล้ว จึงเอามาพิจารณาเปรียบเทียบหาว่า มีหลักเกณฑ์อะไร หรือมีความสัมพันธ์เกี่ยวของกันอย่างไร ในการสอนอาจมีความจำเป็น ต้องสร้าง สมมติฐาน ขึ้น สมมติฐานนั้นเช่นเพียงการทายทายเหตุผลว่า อาจจะเป็นอย่างนั้น หรือน่าจะเป็นอย่างนั้น แล้วจึงนำสมมติฐานนั้นมาทดสอบว่า ถ้าสมมติฐานนั้นถูกต้องจะนำมาใช้อธิบายข้อเท็จจริง หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบเห็นนั้นได้หรือไม่ ในการสอนจะต้องใช้การทดลองเป็นเครื่องทดสอบด้วยก็ได้ สมมติฐานอันใดที่ปรากฏว่าไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงหรือปรากฏ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	การค้นหาคำจะเล็กลงไป ในที่สุดหลังจากการขจัด สมมติฐานที่ไม่เป็นจริงแล้ว ก็อาจจะได้ สมมติฐาน อัน หนึ่งซึ่งปรากฏว่า สามารถใช้อธิบาย ข้อเท็จจริง หรือ ปรากฏการณ์ที่เรากำลังศึกษานั้นได้ เมื่อได้ผลการทดลอง แล้วเช่นนั้น วิทยาศาสตร์ก็จะยอมรับหลักการเกณฑ์นั้น ๆ ถ้าเป็นหลักการที่ซึ่งสามารถอธิบายความเป็นไปต่าง ๆ ได้โดยถูกต้องถนัดและกว้างขวาง ก็จะถือว่าเป็น กฎในทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาถึงความเป็นไป ของ ปรากฏการณ์ ในธรรมชาติอาจจะนำสมมติฐานประการ หรือคำ อธิบายบางอย่างมาว่า จะสอดคล้อง กับข้อเท็จจริง สามารถจะทดลองสอบสวนทวนความได้ แต่ก็ไม่ได้ สามารถที่จะพิสูจน์ให้เห็นได้โดย ชัด ๆ ว่าเป็น ความจริง วิทยาศาสตร์ก็จะยอมรับไว้เป็นเพียงทฤษฎี และ ถ้าเมื่อใดมีหลักฐานจากการ ทดลอง หรือการ ค้นคว้า อื่น ๆ ที่พิสูจน์ได้โดยแน่ชัด ทฤษฎีดังกล่าวนั้นก็อาจจะ เปลี่ยนเป็นกฎในทางวิทยาศาสตร์ได้ ในการที่จะอธิบายระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ประวัติ ของการค้นคว้าต่าง ๆ เช่น ประวัติของการที่หลุยส์

รายการสอน	คำแนะนำวิชาสอน
หน่วยหลักมูลของการวัด ประวัติระบบเมตริก (ให้รู้ ของไทย และ ของ อังกฤษ เปรียบเทียบกันไปด้วย)	ปาสเคอร์ ค้นพบคเทรททำให้เกิดโรคต่าง ๆ ย่อมเป็นตัวอย่างที่จะช่วยให้เข้าใจโรคภัยชน หรือถ้า สามารถทำได้ ก็อาจจะใช้การทดลองจริง ๆ แสดง ให้เห็นวิธีการของวิทยาศาสตร์ที่จะเป็นการศึกษา การซึ่งทวงวัดเป็นความจำเป็นเบื้องต้นของการ ในทางวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องสอนหน่วยที่ใช้ใน การนี้ หน่วยที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันนั้นเด็กก็ได้ ทราบอยู่บ้างแล้ว ซึ่งให้นักเรียนเห็นว่า หน่วยของ การวัดต่าง ๆ ถึงแม้ว่าจะมีมากมาย แต่ก็จะจะได้ เลียงลงไปถึงหน่วยของการวัดซึ่งเป็นเบื้องต้น หรือ หลักมูลจริง ๆ มีอยู่เพียง ๓ อย่างเท่านั้น คือ หน่วย ของการวัดความยาว วัดน้ำหนัก และวัดเวลา หน่วย อื่น ๆ จะเป็นส่วนที่ต่อเติมขึ้นไปจากหน่วยหลักนี้ ตาม พระราชบัญญัติซึ่ง ทวง วัดของไทยเรา ให้ถือนหน่วย การวัดตามระบบเมตริก จึงต้องให้รู้เป็นครั้งแรกว่าระบบ เมตริกวัดความยาว น้ำหนักและเวลาด้วยหน่วยและ มาตรฐานอะไร ควรให้ทราบประวัติของหน่วยและ มาตรฐานเหล่านั้นด้วย อาจจะโดยการเล่าเรื่องให้ฟัง มีรูปภาพให้ดูหรือมีหุ่นจำลองให้พิจารณาได้

รายการข้อ	คำแนะนำข้อ
	เพื่อประกอบให้วาระระบบการวัดต่าง ๆ เหล่านี้ ของไทยเราก็มอบ อธิบายว่าวัดเป็นอะไรอย่าง ใดให้ เห็นความบกพร่องในเรื่อง มาตราฐานที่จะยก เป็นหลัก ให้ถูกต้องแน่นอนของระบบเมตริก อธิบายให้นักเรียน ทราบดีว่าในทาง ปฏิบัติจริง ๆ มีระบบของอังกฤษซึ่งใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย เปรียบ เทียบให้เห็นว่าหน่วยหลักมูลของการวัดต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ ในระบบทั้ง ๓ เปรียบกันได้อย่างไร เช่น ความ สัมพันธ์ระหว่างหน่วยเซนติเมตร เป็นต้น ไม้เมตร และ เทป เป็น การ วัด ความ ยาว อย่าง หายาก ๆ เป็นสิ่งที่เด็กคุ้นเคยเป็นอย่างดีแล้ว ควรที่จะ ขบถถามว่า ถ้าของ การ จะวัดให้ สะดวก ลงไป เป็น ส่วนย่อยของมิลลิเมตรหรือนว จะมี วิธ ์ ทำ ใด อย่าง ไร การคาดคะเนเป็นเศษส่วนหรือทศนิยมก็ย่อมไม่ แน่ ว่า จะถูกต้อง จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือพิเศษ ให้อธิบาย หลักของเวอร์เนเยสเสียก่อนโดยชี้ให้เห็นจำลองแสดงหลัก ของเวอร์เนเยสทั้งชนิดเกินหน้าและถอยหลัง เมื่อเด็ก เข้าใจทฤษฎีของเวอร์เนเยสเป็นอย่างดีแล้ว จึงให้หัดกาลิป เปอร์ทิมเวอร์เนเยสประกอบอยู่ด้วย ควรผ่านเครื่องมือ

ก. เครื่องวัดความยาว
ไม้เมตร เทป เวอร์เนเย
กาลิปเปอร์

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

จริง ๆ ให้เด็กได้หัดจับสัมผัสทุกคน หรือถามเครื่อง
มือมากพอควรจะให้หัดใช้ ให้เห็นว่าเวอร์เนียนเนย
วิธีการจะช่วยทำให้การวัดละเอียดถนัดขึ้น

ชี้ให้เห็นประโยชน์ ของการวัดอย่างละเอียดว่า
ในงานการช่างอย่าง เช่น ชิ้นประกอบของเครื่องจักร
กลต่าง ๆ ความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยจะทำให้เกิด
ความบกพร่องอย่างไรบ้าง

๖. เครื่องวัดปริมาตร

กระบอกลวง ขวดลวง
ยูนิต บิเปต

ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการวัดปริมาตรนั้นคือการ
วัดความยาว ๓ ครั้ง คือ แก่ กว้าง ยาว สูง แต่จะทำ
ตามหลักตั้งวางได้ วัดดินนี้จะต้องเขียนของแข็งและ
มีทรงเช่นเรขาคณิต ถ้าเขียนของเหลวหรือไม่มีทรงเช่น
เรขาคณิตจะตอมอุปการณพิเศษเพื่อช่วยในการวัด

ให้รู้ตัวอย่างของกระบอกลวงขนาดต่าง ๆ กัน
ให้สังเกตว่าชดชวยปริมาตรทำได้อย่างไร และระมัด
ความถนัดแน่นนอนเพียงใด ตามหลักทั่วไปกระบอกล
วงยิ่งโตมาก แม้จะวงได้ก็ละเอียดมาก ๆ แต่ความ
ละเอียดถนัดย่อมจะน้อยลงไป กระบอกลวงขนาด
เล็กเพียงเท่านั้นวัดชดชวย วงได้ก็ละเอียด ๆ แต่ละเอียด
ถนัดกว่า ส่วนขวดลวงต่างจากกระบอกลวงในข้อ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ค. เครื่อง วมวล สสาร และ น้ำหนัก ความหมาย ของมวลสาร	เป็นจำนวนเต็ม ๆ ไม่สามารถแบ่งย่อยได้ กล่าว คือมีลักษณะเช่นเดียวกับขั้วทองนั่นเอง การสอนเรื่องเครื่องวัดต่าง ๆ เหล่านี้ ถ้าเพียง การอธิบาย ก็อาจจะช่วยให้เกิดเพียง ความเข้าใจเท่า นั้น ถ้ามีเครื่องมือมากเพียงพอ ควรจะให้นักเรียน เห็นด้วย เพื่อให้เห็นว่าน้ำหนักที่ใช้เครื่องมือเหล่านี้ จริง ๆ เป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะอันพึงปรารถนา ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อธิบายให้นักเรียนทราบถึงความแตกต่างระหว่าง คำที่ใช้ ๒ คำ คือความมวลสารและน้ำหนัก ให้เห็น ว่าแตกต่างกันอย่างไร ความปกติในชีวิตประจำวัน นั้นมีความหมายอย่างเดียวกัน แต่ในทางวิทยาศาสตร์ พิจารณา ถัดลงไปว่า น้ำหนักนั้น เช่นผลจากความ ดึงดูดของโลกที่มีต่อมวลสาร ซึ่งหมายความว่า ปริมาณของเนื้อสสารที่มีอยู่ในเทหวัตถุอันใดอันหนึ่ง เมื่อใช้ชั่งชั่งความเข้าใจ เช่นนั้นแล้ว จะเห็นได้ว่าการ ที่รวบ มวลสาร อันแท้จริง ของเทหวัตถุ นั้นเป็นสิ่งที่ ทำได้ยาก ในทางปฏิบัติเราวัดค่าน้ำหนักและถือน้ำหนัก

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
หน่วยของมวลสาร	เน้นเชิงเป็นมวลสารไปในตัว ด้วยเหตุตนเองหน่วยของมวลสารและนำหนักจึงเป็นหน่วยเทียบกัน การวัด มวลสาร เช่น การ วัด หลกมุต ชั่ง หนึ่ง ทั้งกล่าวแล้ว หน่วยที่ใช้วัดจึงอาจมีได้เป็น ๓ ระบบ ซึ่งให้ เห็น ความ แตกต่าง และ ให้ เปรียบเทียบ กันด้วย เช่น ย่อนักก็ใช้กรัม เปรียบเทียบกันได้อย่างไร
ค่าซึ่งสามัญ	เครื่องมือ ที่ใช้วัดมวลสาร หรือนำหนักทันท่ว่า ถูกต้องแน่นอน และ ใช้กัน เป็นการ ประจำ อยู่ในห้อง วิทยาศาสตร์นั้นได้แก่ค่าซึ่งสามัญ ให้สำคัญด้วย ตัวอย่าง ของ ค่าซึ่งสามัญ ให้ เห็น ว่า เป็นการ เปรียบเทียบน้ำหนักกับน้ำหนักมาตรฐาน แล้วอธิบายถึงส่วนประกอบอย่างหายๆ แต่เน้น หนัก ในวิธีใช้ความชั่งควรระมัดระวังอย่างไรบ้าง เช่น ต่าง ๆ ของการชั่งน้ำหนักทำได้อย่างไร ถ้าสามารถ ทำได้ ก็ควร ให้เด็กได้ปฏิบัติด้วย เช่น เคียวกับทุกตัว แล้วในเครื่องทวง การใช้ค่าซึ่งสามัญแม้จะให้ความละเอียดถี่ถ้วน พหุกับความต้องการในทางวิทยาศาสตร์ แต่ก็เสียเวลา

ค่าซึ่งสปรัง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

มาก ในงานบางชนิดก็อาจไม่มีความจำเป็นใช้ความถี่
ถวนเช่นนั้น กับเครื่องวัดนาฬิกายางหยวน ๆ ใดนัก
คำสั่งสปริง ควรแสดงหลักให้ดูโดยใช้สปริงเปล่า ๆ
ก่อน ให้เห็นว่าโดยหลักทั่วไปสปริงจะมีทวิภาวะส่วน
กึ่งนาฬิกาทดแทนกัน ถ้าสามารถทำได้ควรแนะนำ
สปริงให้ดูว่าส่วนประกอบภายในมีอยู่อย่างไร และให้
เห็นข้อดีและควรให้ทงข้อสังเกตว่าถ้าสปริงนั้นใหญ่
และแข็งแรงพอที่จะใช้ในการชั่งได้สูง แต่ความ
ละเอียดถวนน้อยลงไป ถ้าเป็นสปริงเล็ก ช้อน แม้
ว่าจะมีพิกัดกำลังในการชั่งต่ำ แต่มีความละเอียด
ถวนยิ่งขึ้น เปรียบเทียบเช่นเดียวกับกระบอกทอง
ชั่งทอง หรือชั่งเหล็กเหมือนกัน

๔. เครื่องวัดเวลา
หน่วย และหลัก ของการ
วัดเวลาณพิภพต่างกัน
คือนาฬิกาที่ใช้ในสมัย
โบราณมักใช้กับเข็มนาฬิกา
เป็นเท่าที่ใช้นั้นอยู่
ทุกวันนี้

ให้นักเรียน เห็นความ จำเป็น ในการวัดเวลา
และอธิบายให้ทราบว่าในชั้นเบื้องต้นการกำหนดเวลา
เป็นไปอย่างกว้าง ๆ เช่นแบ่งย่อยวันลงไปเป็นกลุ่มหรือ
โมงโดยยังไม่คำนึงถึงนาฬิกาหรือวินาที ต่อมาภายหลัง
จึงเห็นความจำเป็นของการกำหนดเวลาให้ละเอียด
ขึ้นคือเป็นนาฬิกาและวินาที

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	หลักของการวัดเวลาถือเอาความเปลี่ยนแปลง อันหนึ่งซึ่งเป็นไปในระยะเวลา อันสม่ำเสมอเหมือนกัน ตลอด เช่น นาฬิกาและนาฬิกาทราย เคยใช้ กันอยู่ในสมัยโบราณ ถัดมาถ้าเพิ่มหรือลดทราย ถ่ายออกหมดก็เป็นระยะเวลาหนึ่งหน่วย ถ้าทำขนาด ของภาชนะให้โตเล็กตามต้องการ จะให้หน่วยของ เวลานั้นสั้นหรือยาวก็ได้ แต่การไหลของน้ำก็ หรือ การถ่ายทรายก็ ความถ่วงแน่นอ่อนนั้นมันย ังไม่สามารถ ใช้ ในทาง วิทยาศาสตร์ หรือ ในงานที่ ละเอียด ๆ ได้ หลักของนาฬิกาสมัยปัจจุบัน คือลูกตุ้ม ทำการ ทดลองให้นักเรียนเห็นว่าถ่วงของตุ้มนั้น ระยะเวลา ที่ใช้ ในการ แกว่งคือ ๑ ครบรอบ จะคงที่เสมอ ถ้าความยาวของสายตุ้มนั้นคงที่ ไม่ว่าน้ำหนักของ ตุ้มจะมากน้อยเพียงไร ทำการทดลองซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง เปลี่ยนขนาดของตุ้มต่าง ๆ กัน ทั้งนี้เพื่อให้ เข้าใจหลักได้โดยชัดเจน ในทางวิทยาศาสตร์จึงถือ เอาการแกว่งคือ ๑ ครบรอบ ซึ่งคงที่สม่ำเสมอ มาเป็นเครื่องหมายกำหนดเวลา

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

นาฬิกาแขวนห้อง แบบใช้ตุ้มแกว่ง นับว่าคุ้นกับ
 ความเป็นอยู่ของนักเรียนดีแล้ว และถ้าจะมีตัวอย่าง
 มาให้ดูก็จะเป็นการดียิ่งขึ้น สิ่งนี้นักเรียนจะไม่
 เข้าใจคือ นาฬิกาพกหรือนาฬิกาข้อมือ ใช้หลัก
 อะไรในการควบคุมให้เวลาคงที่อยู่เสมอ ควรใช้
 นาฬิกาข้อมือ หรือ นาฬิกาพก ให้นักเรียน ได้เห็น จักร
 กลอก ให้เห็นว่า การแกว่งกลบไปกลบมาของจักร
 กลอกนั้น เหมือนกับการแกว่งของลูกตุ้ม หลักเกณฑ์
 ทั่วไปอย่างเดียวกัน คือการแกว่งกลบไปกลบมาคือ ๑
 ครั้งรอบนั้นจะบอกการเวลาคงที่เสมอ จึงใช้เป็นหลัก
 ในการควบคุมเวลาได้ ส่วนปัญหารายละเอียดอื่น ๆ
 ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง

ความร้อนและอุณหภูมิ

ความหมายของความร้อน

ความหมายของอุณหภูมิ

ความแตกต่างระหว่าง

อุณหภูมิกับความร้อน

ความแตกต่าง ระหว่าง ความร้อนและอุณหภูมิ
 เป็นข้อที่ระบออธิบายให้ทราบเสียในเบื้องต้น ปกติ
 ครูใช้ การเปรียบเทียบว่า ความร้อนนั้น เปรียบเหมือน
 กับปริมาณของน้ำ แต่ส่วนอุณหภูมิเปรียบเหมือน
 กับแรงดันน้ำ การเปรียบเทียบเช่นนี้อาจทำให้รู้สึก
 ว่าอุณหภูมิคือแรงดันความร้อน ซึ่งหมายความว่าความ
 เข้มข้น เพราะน้ำเย็นสสารจึงอาจมีแรงดันได้ แต่
 ความร้อนเป็นพลังงานไม่อาจมีแรงดันได้ จึงต้อง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

พยายามให้ นักเรียน เห็นว่า อุณหภูมิ นั้น ไม่ใช่เป็น
 วัตถุ แต่เป็นเครื่องแสดงฐานะของความร้อน
 เป็นเครื่องวัด ความร้อน จะ ไหล จาก ทาง ไค ไป หา
 ทาง ไค คือ ความร้อน จะ ไหล จาก ท่ที่มี อุณหภูมิ สูง ไป
 หา ท่ที่มี อุณหภูมิ ต่ำ และ ถ้า เมื่อ ไค อุณหภูมิ เท่า กัน แล้ว
 ก็ จะ ไม่ มีการ ไหล ถ่าย เท ของ ความร้อน อีกต่อไป เพื่อ
 ให้ เข้าใจ ชัดเจนยิ่งขึ้น อาจ จะ อธิบาย ว่า อุณหภูมิ นั้น
 คือ ฐานะ ที่ เรา ภาย ใน เนื่อ สสาร สัมผัส ตอน มา กัน ชย
 ชย ่าง ไค ถ้า ชย อยู่ ใน ฐานะ ของ การ สัมผัส เทน มาก ก็
 จะ มี อุณหภูมิ สูง จะ เป็น คำ อธิบาย ชย เห็น ได้ ชัด เจน
 ว่า อุณหภูมิ นั้น ไม่ใช่ เป็น วัตถุ เหม ษณ กับ วัตถุ นานา

ผลของความร้อน

ความร้อนทำให้อุณหภูมิ
 เปลี่ยนแปลง

ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนได้รู้จักเทอร์มอมิเตอร์
 มาแล้วทั้งเทอร์มอมิเตอร์ชนิดแก้วห้องและเทอร์มอมิ
 เทอร์เล็ก ๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์
 แสดงให้เห็นว่าถ้าเราวัดอุณหภูมิความร้อนเข้าไปใกล้ ๆ
 กับ กระเปาะ เทอร์มอมิเตอร์ วัตถุ ของ เป่า อก ใน
 เทอร์มอมิเตอร์จะสูงขึ้น ซึ่งแสดงว่า ความร้อน ทำให้
 อุณหภูมิ เปลี่ยนแปลงไป ยิ่ง เรา เทอร์มอมิเตอร์ เข้า

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความร้อนทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ	ลงในแก้วน้ำแข็ง ก็จะเห็นว่าระคายปรอทตกลง ที่เบ้าตื้นเพราะความร้อน ได้ไหล ออกจาก เทอร์มิ- มิเตอร์ไปหาน้ำแข็ง การทดลองที่จะแสดงว่า ความร้อนทำให้มีการ เปลี่ยนแปลงสถานะเช่น การต้มน้ำให้เดือด กลายเป็น ไอน้ำหรือการหลอมเหลวเทียนไข เหล้า เป็นต้น เป็นการ อธิบายและ ค้นคว้าด้วยความ เป็นอยู่ ของนักเรียน จนเกินไป ควรจะเลือกทำการทดลองที่เบ้าตื้น กันแทนและสนใจ เช่น ถ้วยเบ้าตื้นที่ก้นลึกได้ ใช้ เทียนไขในหลอดทดลองแน้นน้ำแข็งปนเกลือ นำนํ้า นั้นระเหยตัว ใช้ นํ้ามันหุ้มหลอดทดลองแน้นน้ำแข็ง ปนเกลือก็จะได้ ผล กลายเป็น ของ แข็ง เช่น เคียวกัน ถ้ามีตะกั่วที่มอดไหม้สูงเพียงพอ ควรจะตัดหลอด แก้วหรือเบ้าหลอดแก้วให้โค้ง เพื่อให้เห็น ว่า ความร้อนจะทำให้แก้วเริ่มจะเปลี่ยนแปลงสถานะกลายเป็น ของเหลว คือเริ่มอมตะลงก่อน ถ้าหากว่าได้ ใช้ตะกั่วที่สูงกว่านี้ก็จะ สามารถ หลอมเหลว ให้แก้ว นั้นกลายเป็นของเหลวได้
ความร้อนทำให้สารทั้ง ๓ สถานะขยายตัว	การทดลองที่จะแสดงว่าของแข็ง ของเหลว ก๊าซ เมื่อร้อนขึ้นแล้วพองตัวขึ้น เกิดการระเหยที่ขยายมาบ้าง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

แล้วในชั้นมัธยมต้น แต่ควรจะได้ทำการทดลองซ้ำ
อีกครั้งหนึ่ง และพยายามให้กว้างขวางกว่าเดิม เช่น
ในการทดลอง ที่แสดงว่า ของแข็ง ถูกความร้อนแล้ว
ขยายตัวขึ้น ถ้ามีของแข็งต่าง ๆ ชนิดซึ่งมีความ
ยาวเท่ากันเฉาพร้อม ๆ กัน คسให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิ
เท่า ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนสังเกตเห็นว่าสารแต่ละ
ชนิดต้องเพิ่มภาระคอง ขยายตัวเพราะความร้อนก็อาจ
จะขยายตัวได้แตกต่างกัน มากน้อยตามคุณสมบัติ
ประจำตัวของของแข็งเหล่านั้น ในทำนองเดียวกัน
เมื่อทดลอง การขยายตัวของ ของเหลว ก็ควรจะใช้
คนโทซึ่งมีขนาดเท่า ๆ กันหลาย ๆ ใบใส่ของเหลว
ต่าง ๆ ชนิด แล้วลงในอ่างน้ำร้อนอ่างเดียวกัน คس
ให้ร้อนจนถึงอุณหภูมิเท่า ๆ กัน ก็จะปรากฏว่าของ
เหลวต่างชนิดก็จะขยายตัวแตกต่างกันไป ส่วนการ
ขยายตัวของก๊าซใช้เพียงอากาศก็กันยว่าพอแล้ว

ในการทดลอง เหล่านี้ถ้ามี ปรากฏการณ์พิเศษ
เล็ก ๆ น้อย ๆ เกิดขึ้น ครูควรจะได้โอกาสอธิบาย
ชี้แจงให้เกิดความเข้าใจ เช่นในการทดลองการ
ขยายตัวของของเหลว จะเห็นว่าเมื่อแช่คนโทของ

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เลวลงในอ่างนารอน ท่แรกกระดึขงเลวระลค
 ลงก่อนแล้วจึงจะกลัษเพิ่มขน มยัญหาว่าทำไมจึง
 เป็นเช่นนั้น ครึงควรจะอธิบายว่าท่ริงก็เข้าไปตาม
 หลกทวไป ว่าสสาร ทุกชนิด เมื่อ รอนขนคองขยายตัว
 คนโท เป็นของแข็งเมื่อแชลงในอ่าง นารอนกรอนขน
 ริงขยายตัว ทำให้มีความจุมากขนกว่าเดิม ในเวลา
 เคียวกนขนของเลวอยู่ในคนโท ยังไม่ทันไกรขความ
 รอน ริงยังไม่ขยายตัว คนโทไค้มากขน ในเมื่อ
 ของเลวยังคองเท่าเดิม ระเบียจคองลกลง ภายหลัง
 เมื่อของเลวกลัษยรอนขนควยแล้ว จึงเห็นระเบีย
 เพิ่มขน เพราะ ของ เลว ขยาย ตัว ไค้ มากกว่าจึงไป
 กนท่ส่วนท่พร่องไป แล้วยังมีเพิ่มเติมทำให้ระเบีย
 สูงขน

ในการทดลองเรื่องการขยายตัวของก๊าซ เกิด
 อาจถามว่าทำไมจึงไม่ทดลองกับก๊าซต่าง ๆ ชนิด
 ครึงขอกให้ไค้เลยท่เคียวว่าก๊าซทุก ๆ ชนิดขยายตัว
 เท่ากันผกกับของแข็งและของเหลว

ประโยชน์ของการขยายตัว

ในการ สอน เรื่อง การ ขยายตัวของสสารแต่ละ
 สถานะ ช้โหนดเรียนเห็นควยว่าเรื่องการ ขยายตัวน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	เกี่ยวของ กับชีวิตประจำวัน หรือ มีประโยชน์อย่างไร ขึ้นเรื่องรางวัลไฟหรือการเขี่ยรถเข็น เหล่านี้เช่นคน ประโยชน์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ถ้าครูสามารถ รวบรวมให้ได้น่าสนใจกันแล้วเป็นการดี เพราะจะทำให้ ให้นักเรียนในทางวิทยาศาสตร์มีความหมาย เกี่ยวกับ ชีวิตประจำวันยิ่งขึ้น ในการสอนหลักวิทยาศาสตร์ให้เกี่ยวกับความ เป็นไปจริง ๆ นั้น ครูหาพระพุทธรูปมาในทางปฏิบัติ ที่มีอยู่ในความหมายของคนที่เป็น ทนาค ของครูที่ ระบอบคนหาความรู้จาก ตำรา หรือคัมภีร์ ความจริง ๆ เพื่ออธิบายความหมายของนักเรียน เช่นนักเรียนอาจจะถาม ว่ารางวัลไฟเร็นชิ่งว่างทอนรอยต่อไว้ เพื่อการ ขยาย กว้าง ทำไมรางวัลรางวัลทอนกันสนิทตลอดไป ครูก็ ต้องพยายาม หาคำตอบ ให้ได้ว่า ที่เป็นดังนี้เพราะรางวัล ไฟนั้นว่างไว้เช่นหมอน มีขาภาวอยู่โดยรอบ ความ เปลี่ยนแปลงในเรื่อง อุณหภูมิจะ กระทบ กระเทือน รางวัล ไฟแล้วแต่ความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดจะมีมากน้อยเพียงไร แต่ส่วนรางวัลรางวัล นั้นควรหลีกเลี่ยงอยู่ในกัน มีแต่ผมหานาคานหนึ่งผืน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การ ขยาย ตัว และการ หัก ตัว ของ น้ การ ทบทวน และ อธิบาย ความ จริง ที่ ปรากฏ ใน ธรรมชาติ เช่น น้ แข็ง	พนักบินถูกอากาศ ความเปลี่ยนแปลงในเรื่องอุณหภูมิ จะไม่กระทบกระเทือนร่างราร่างมากนัก กลายกย ว่า แฉ่น กัน เช่น เครื่องบิน ท่อ หุ้ม การขยายตัว และ หัก ตัว จึง ไม่ จำ เป็น ระ ระวัง เว้น ชะ ค่อย ใจ น้ แข็ง ตัวอย่าง แกะ กราฟ จะ คง พย กับ ค่า ความ ชื้น ๆ ของ นักเรียน พึง ระ ระวัง การ ทด อย ญ หัก กาง ๆ ของ นักเรียน ให้ ได้ ห้ม กัน น้ น้ ความ สำคัญ ยิ่ง กว่า การ สอน หลักการ ทาย ศาสตร์ ซึ่ง นักเรียน อาจ จะ ไม่ มี ความ ประสงค์ การ ใ้ เติบ โต นามิ การ ขยาย ตัว แกะ แยก ประ หลาก มิ ตกว่า ของ เหลว ชื้น ก่อน ๆ มี การ ทด ลอง ง่าย ๆ ที่ จะ แสดง ความ แรง ชื้น ใช้ หลอด ทด ลอง ใส่น้ำ ให้ เต็ม อด รก ที่มี หลอด แก้ว เสียบ ใ้ น น้ำ ชื้น ไป ใน หลอด แก้ว ข้าง ถ้า จะ ใ้ หัก ชื้น ควรร ใ้ น น้ำ สั ทำ เครื่องหมาย ให้ เห็น ชี้ ว่า ระ คับ น้ อย เพียง ไ้ แล้ว เขา ลง แฉ่น น้ แข็ง ใน ช้น คน ระ ตั้ง แยก เห็น ว่า ระ คับ ของ น้ ใน หลอด ทด ลอง แสดง ว่า เมื่อน้ำ เย็น ลง ย่อม หัก ตัว เป็น ไป ตาม หลัก ของ การ ขยาย ตัว และ หัก ตัว โดย ทวิ ไป เมื่อน้ำ เย็น ลง กว้ ใ้ อีก จะ เห็น ว่า มี อยู่ ระ ะ ห้น ึ่ง ระ คับ น้ ระ ไม่ สก ลง อีก

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ต่อไปแล้ว จะกลับเพิ่มขึ้น คือมีการขยายตัว ระยะนา
จะสั้นเรื่อย ๆ จนสั้นกว่าระยะเมื่อเริ่มต้นด้วยซ้ำไป
ถ้าเขาเกลียดจนยกน้ำหนักเหล็กตลอดแถวบนน้อย จะ
เห็นระยะของสังขยาเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อน้ำในหลอด
กลายเป็นน้ำแข็ง ระยะจะยิ่งสั้นมากจนแสดงว่า
เมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง น้ำจะขยายตัวมีปริมาตร
มากกว่าเดิม

มีการทดลองกันแสดงให้เห็นได้ว่าน้ำจะมีความ
หนาแน่นมากที่สุดที่อุณหภูมิ ๔ องศาเซนติเกรด
ทั้งนี้หมายความว่าถ้าทำให้น้ำในหลอดที่มีปริมาตร
แน่นอน น้ำจะหดตัวลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ
๔ องศาเซนติเกรดเป็นเหตุที่น้ำมากหด ถ้าเย็นค่าลง
ไปเป็น ๓ หรือ ๒ องศาเซนติเกรด จะกลับขยาย
ตัว ที่ ๐ องศาเซนติเกรดจะมีปริมาตรมากกว่าที่ ๑
องศาเซนติเกรด และเมื่อน้ำที่ ๐ องศาเซนติเกรด
กลายเป็นน้ำแข็ง ที่ ๐ องศาเซนติเกรด ปริมาตรจะ
ยิ่งมากขึ้น น้ำแข็งขยายตัวเป็นปริมาณ $\frac{1}{11}$ ของ
ปริมาตรในขณะที่เป็นน้ำ ยิ่งง่าย ๆ ใช้คันโทแก้ว
ใส่น้ำครึ่งหนึ่ง แช่เทอร์มอมิเตอร์ไว้ข้างก้นอันหนึ่ง
แล้วเขาน้ำแข็ง ก้อนลงลอย ใน ระยะนั้นนั้น แขนง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เทอรรวมเทอรวีออกชนทนง คอชอานเทอรรวมเทอรวี
ทั้งสองเปรียบเทียบกับกัน จะเป็นจริงทุกกล่าวแล้ว

ความจริงข้อนี้อธิบายว่าทำไมน้ำแข็งจึงลอยน้ำ
เกิดผลึกคือเมื่อน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง มีการขยายตัว
ความหนาแน่นย่อมลดลง จึงสามารถลอยในน้ำได้
ความจริงข้อนี้ไม่ลึกลับประโยชน์ ในเมืองร้อนมากมัก
ในเมืองหนาวมากน้ำแข็งในฤดูหนาว น้ำแข็งตัวแต่
ผิวน้ำเท่านั้น ข้างล่างจะยังเป็นน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า
๐ องศาเซลเซียส จึงทำให้สัตว์น้ำมีชีวิตอยู่ได้
ตลอดฤดูหนาว อีกข้อหนึ่งก็เมืองหนาวใครมีความ
ลำบาก คือเมื่อน้ำแข็งเกาะในท่อน้ำระเหย อาจทำ
ให้ท่อน้ำแตกได้

แสง

ความสำคัญ ของ แสง
เกี่ยวกับการเห็น

เราสอนเรื่องแสงสว่าง หมายความว่าเห็นแสง
กันขึ้นตามแต่เห็นได้ มีความเข้าใจผิดกันหนึ่งท่มอยู่
เห็นอันมากในเด็กนักเรียน คือคิดว่าการที่เราไม่เห็น
สิ่งต่าง ๆ ได้ นั่นเป็นเพราะว่ามีแสงสว่างจากนั้นตา
ของเราไปยังสิ่งของเหล่านั้น ข้อนี้จริงเห็นไปใน
ทางตรงกันข้าม การที่เราเห็นสิ่งใด ๆ ได้ นั่น เป็น
เพราะมีแสงสว่างไปตกถึงสิ่งของเหล่านั้น แล้วสะท้อน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แหล่งกำเนิดของแสง	มาเข้าคาเรา ควรมีการทดลอง หรือข้อสังเกต ปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อพิสูจน์ความจริงข้อนี้ ให้ นักเรียน สังเกตแสง แดง ที่ส่อง เข้ามาทาง หน้าต่าง ทำให้พบบางส่วนสว่างมาก ผิดกับส่วนที่มีไม้ฉาก แดง แดง ลำแสง แดงที่ฉายเข้ามานั้นจะช่วยให้เรา เห็นเส้นตรงของในอากาศได้สะดวก ซึ่งตามปกติจะ แดงเห็นไม่ได้ ถ้าพบความที่เข้าไปในแนวของ ลำแสง แดง ก็สามารถสังเกตเห็นอนุภาคเล็กๆ ใน ความมืดได้โดยชัดเจน ที่เห็นดังนี้เพราะอนุภาค เหล่านี้ สะท้อน แดง มาเข้าตาเรา ในเวลา ที่ดวงคนคนอยู่ในห้องสว่างมองไปในที่มืด จะไม่ สามารถมองเห็นคนได้ แต่คนที่อยู่ในที่มืดนั้นจะมองเห็น คนในห้องนั้นได้ชัดเจน นี่ก็เช่นไป ตามหลักอื่น เกี่ยวกับ ให้นักเรียน ได้เล็ง ว่าแหล่ง กำเนิด ของ แสง ตามธรรมชาตินั้นอะไรบ้าง ซึ่งได้แก่ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ การลุกไหม้ ของ เชื้อเพลิง และ วัตถุ เรืองแสงต่าง ๆ ให้ สังเกตว่า ส่วนมาก แหล่ง กำเนิด มักจะเริ่มขึ้นขึ้นด้วยความร้อนก่อน คือสังกะสีร้อนมี อุณหภูมิสูงจะมีแสงสว่างเปล่งออกมา ดวงอาทิตย์

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ทวิกลาง

เป็นทศลักษณ์ของความร้อนสำคัญ จึงมีแสงสว่างเกิดขึ้น
ด้วย วิชาเคมีทาง ๆ มักจะเกิดขึ้นโดยมีทั้งแสงสว่าง
และความร้อนพร้อมกันไป หลอดไฟฟ้าชนิดธรรมดา
ก็ต้องเผาไส้ให้ร้อนเสียก่อน จึงจะเปล่งแสงออกมาได้
หลอด ฟลูออเรสเซนต์ สมัย ใหม่ ไม่สู้ จะ ร้อน มากนัก
ก็เป็นพวกวัตถุเรืองแสง

ให้ความหมายของทวิกลางว่าเป็นสิ่งทกกันแสง
อันแสงจะผ่านไปก็เกือบทั้งหมด ผ่านไปก็บางส่วน
หรือผ่านไปโดยยั้งช้า ๆ ด้วยวิธีการเช่นนี้จึงอาจ
จำแนกทวิกลางออกเป็นทวิกลางโปร่งตา โปร่งแสง
และทึบ ให้ยกตัวอย่างหรือให้นักเรียนหาตัวอย่าง
มากพอสมควร

วิของแสง

ให้แสดงว่าแสงเดินทางเป็น
เส้นตรง

การ ทดลอง ที่แสดงว่าแสงสว่างเดินทางเป็นเส้น
ตรง ใช้ฉาก ๓ อัน ซึ่งเจาะรูไว้ในแนวเป็นเส้นตรง
อันเดียวกัน มองจากด้านหนึ่งแสงโดยผ่านรูทั้ง ๓ นี้ จะ
มองเห็นโคเม็ตรงเหล่านั้นเป็นแนวเส้นตรงอันเดียวกัน
ถ้าเลื่อนฉากอันใดอันหนึ่งให้ขยับออกแนวไป จะไม่
สามารถมองเห็นจากด้านหนึ่งถึงอีกด้านหนึ่งได้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

กลองวงรี

ครู ทำ กลอง วงรี ให้ นักเรียน คุ้น เป็น ทว อย่าง
โดย ใช้ ของ ง่าย ๆ คือ กลอง ซอลค์ ใช้ ตะกั่ว ใน ของ
บุหรี เาะ รู ด้วย เข็ม ให้ เป็น รู เล็ก ๆ หาก ใช้ กระดาษ
อธิบาย ให้ เห็น ว่า ภาพ เกิด ขึ้น ใน กลอง วงรี โดย ง่าย ไร
คำอธิบาย จะ ของ ใช้ หลัก ทว่า แสง สว่าง เติบ เป็น เส้น
ตรง เหมือน นักเรียน ใด เห็น ทว อย่าง แล้ว ครู กำหนด
ให้ นักเรียน ทำ เอง เป็น ของ เล่น หรือ จะ ให้ นำ มา ส่ง
ครู ก็ได้ เพราะ การ ทำ เอง นั้น จะ ได้ สด เกิด
รายละเอียด ง่าย ๆ โดย ง่าย

ชนิดของลำแสง

ถึงแม้ว่า แสง สว่าง จะ เติบ เป็น เส้น ตรง แต่
ลำแสง ย่อม ปรารถน ชน ด้วย วงรี ของ แสง เป็น จำนวน
มาก ที่ ศทาง ของ วงรี เหล่า นั้น จะ ทำให้ ลำแสง มี ลักษณะ
แตกต่างกัน เป็น ๓ ชนิด คือ ลำแสง ขนาน ลำแสง ที่
ถ่างออก และ ลำแสง ที่ ขยี้เข้า ใช้ ไฟฟ้า เติบ ทาง แสง
ให้เห็น ลำแสง ที่ กระเจา ออก โดย ฉาย ไฟฟ้า เติบ
ทาง ผ่าน ควีน จะ แล เห็น ลักษณะ ของ ลำแสง ดัง ว่า น ได้
ชัด เจน ลำแสง ขนาน ไ้ แก่ แสง ของ ดวงอาทิตย์ ส่วน
ลำแสง ที่ ขยี้เข้า นั้น จะ ทดลอง ด้ โดย ใช้ แวน ขยาย
รวม แสง จาก กำเนิด แสง ที่ แรง กว่า

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
เงา การเกิดเงา	ใช้มือทำเงาเป็นรูปสัตว์ต่าง ๆ ในห้องมืดหรือ และกระดามเข็นรูปหนังตลง เหล่านั้นทำให้เห็น ความจริงในเรื่องเงาได้ชัดเจนว่าเงาเป็นเพราะมีตัวกลาง ทึบแสงมากน้อยในทางเดินของแสง แสงสว่างจึงไป ตกลงบนฉากได้เพียงบางส่วน ส่วนที่แสงส่องผ่าน ไปไม่ได้นั้นจึงเกิดเงาขึ้น
ชนิดของเงา	โดยปกติแล้วจะไม่สังเกตเห็นว่าเงานั้นอาจ แตกต่างกันได้เป็น ๒ ชนิด แต่ถ้าทำการทดลอง ให้ดู โดยใช้ดวงโคมใหญ่ ๆ แต่มีวัตถุทึบแสง เล็กกว่า จะเกิดมีเงา ๒ ชนิด คือเงามืดและเงามัว แสงให้ดูด้วยแผนผังทางเดินของแสง
การเกิดสุริยุปราคาและ จันทรุปราคา	การเกิดสุริยุปราคาและจันทร- ุปราคาโดยใช้แผนภาพ มีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่ง คือ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการสังเกตดวงจันทร์และโลก จะต้องอยู่ในระนาบเดียวกันเสมอไป ซึ่งถ้าเป็นดังนี้ สุริยุปราคาจะเกิดขึ้นทุก ๆ ปี และจันทรุปราคา ก็จะต้องเกิดขึ้นทุก ๆ เดือน ซึ่งเช่นสิ่งทเช่นไปไม่ได้ จึงควรแสดงด้วยหุ่นจำลอง เพื่อให้เห็นว่าถ้า ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลกไม่อยู่บนเส้นตรง อันเดียวกันแล้ว ก็จะไม่เกิดสุริยุปราคาขึ้นทุกปี

รายการสื่อน	คำแนะนำสื่อน
การสะท้อนของแสง การ สะท้อน บน กระจก เรียบ	ไม่ได้ ถ้าจะให้ศึกษาแสดงการทดลองในห้องมืด เพียงให้เห็นว่าถ้าอยู่ในแนวเส้นตรงอันเดียวกันและ โลกยังดวงจันทร์ จะทำให้เกิดเป็นจันทร์ยุบๆ แต่ ถ้าดวงจันทร์ยังโลกก็จะเกิดเป็นจันทร์ยุบๆ ไม่จำเป็น ต้องแยกละเอียดเป็นประเภทต่าง ๆ ของจันทร์ยุบๆ เมื่อแสงกระทบตัวกลางทึบส่วนน้อยที่สุดของ แสงจะสามารถผ่านตัวกลางนั้นไปได้ อาจจะมีบางส่วน ซึ่งถูกกลืนหายไปไปในเนื้อวัตถุ บางส่วนจะสะท้อน ออก ถ้าเป็นผิวขรุขระและเรียบ ส่วนที่สะท้อนออก จะมาก แต่การสะท้อนออกอาจจะสม่ำเสมอหรือไม่ สม่ำเสมอก็ได้ แล้วแต่ผิวมันเป็นผิวขรุขระ หรือ เป็นระนาบเรียบ การหาหลักการเกี่ยวกับเรื่องการ สะท้อนของแสงจะหาได้จากพจนานุกรมเรียบเท่านั้น ควรมีการทดลองแสดงให้เห็นการสะท้อนของ แสงผ่านผิวต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ใช้กระจกเงาหรือ โลหะขี้มันหรือไม้ขี้มันก็ได้ เพื่อแสดงให้เห็นว่า ที่สะท้อนแสงได้ดั่งนั้นเป็นเพราะเป็นพื้นเรียบและเรียบ
กฎการสะท้อนของแสง	กฎการสะท้อน ของแสงที่สำคัญ ๒ ข้อ คือ แสงตก แสงสะท้อน และแสงหักเหอยู่ในระนาบ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	๑. ๒. ๓. และมุมตกเท่ากับมุมสะท้อนอีก ข้อหนึ่ง ข้อแรกนั้นอาจารย์ให้อธิบายให้เข้าใจได้ ส่วน ๒. ๓. ข้อความมุมตกเท่ากับมุมสะท้อน ความการทดลอง โดยใช้เข็มหมุดปักหน้ากระจกเงาให้เส้นแนวแสงตก ๑. ๒. ๓. ๔. ๕. ๖. ๗. ๘. ๙. ๑๐. แล้วเล็งหาแนวแสงสะท้อน ยักเข็มใหม่ ให้อยู่ในแนวเส้นตรงอื่น เคียงกันกับเงาของแสงตก เมื่อเส้นแสงปักติดฉากกับแนวกระจกแล้ว วัดมุม เปรียบเทียบกับกัน ควรให้นักเรียนเขียนผลเอง และ ทำซ้ำๆ กัน หลายๆ ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ ได้ให้เห็นว่าความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยย่อมเนื่องมา จากความไม่ถนัดในการเล็ง ถ้าไม่มีความขบถว้าง ทั้งว่านักเรียนเห็นว่ามุมตกเท่ากับมุมสะท้อนทุกคราวไป
กระจกเงารนาบ การหาระยะภาพหลัง กระจกเงารนาบโดย การทดลอง	กระจกเงาที่ใช้กันอยู่ทั่วไปทำให้เกิดภาพซึ่งมี ลักษณะสำคัญ ๆ คือภาพที่เกิดขึ้นหลังกระจกเป็นภาพ เสมือน มีขนาดเท่าเดิม กลับซ้ายเป็นขวา กลับขวา เป็นซ้ายและอยู่ห่างจากกระจกเท่ากัน ทว่าอยู่ห่างจาก กระจกเท่ากันนั้นควรคงจะมีการทดลองให้แน่ชัด การ ทดลองง่าย ๆ ก็คือแทนที่จะใช้กระจกเงารนาบตา ใช้ กระจกใส ๆ ทุบเทียบไว้หน้ากระจกนั้น จะแสดงให้เห็นเงาของ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แม่เหล็กธรรมชาติ	^Aเทียบหลังกระเจก ^Aหาวัตถุที่มีขนาดเท่ากับเทียบ ^Aเอา ^๕ไปทิ้งไว้หลังกระเจกให้เทียบในงานนี้พอที่ ^Aสองคู่ หลาย ๆ ทางให้เห็นว่าเทียบแน่นแล้ว ^Aจึงวัดระยะจาก ^Aเทียบถึงกระเจกและกระเจกถึงวัตถุนั้น ^Aทำการทดลอง ^๕เช่นนี้ซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง ^๕จะได้ผลว่าระยะวัตถุและ ระยะภาพเท่ากันเสมอ ^Aนักเรียน อาจไม่เคยเห็นแม่เหล็กธรรมชาติซึ่ง ^Aเป็นต้นแม่เหล็ก ^Aควรจึงควรมีตัวอย่างแม่เหล็ก ^Aธรรมชาติให้นักเรียนดู ^Aหรือถ้าหาเจออยู่ในดินซึ่ง ^Aมักซ่อนแม่เหล็กธรรมชาติก็ควรพาไปดู ทดลองให้เห็น ^Aว่าแม่เหล็กธรรมชาตินั้นมีอำนาจดึงดูดของตะไบเหล็ก ^Aหรือชิ้นเหล็กเล็ก ๆ ^Aแม่เหล็กตามธรรมชาตินั้นโคจรกับ ^Aกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ ^Aคนตะวันตกได้ศึกษาและ ^Aนำเอาความรู้ในเรื่องแม่เหล็กธรรมชาติ มาใช้ให้เป็น ^Aประโยชน์โดย ที่ในบ้าน ของ เราไม่เคยได้ใช้ ความรู้ ^Aอันนี้ให้เป็นประโยชน์แต่อย่างใด ในขณะนี้ยังไม่ควร ^Aเล่าประโยชน์ของ แม่เหล็ก ธรรมชาติโดยละเอียด ^Aเพียงแต่ให้รู้ว่ามีมนุษย์ได้พยายามเรียน ธรรมชาติโดย ^Aทำเหล็ก ธรรมชาติให้มีอำนาจ แม่เหล็ก เช่น เทียบกับ

รายการอื่น

คำแนะนำวิธอื่น

แม่เหล็กตามธรรมชาติ และพยายามหาวิธีให้อานา
แม่เหล็กนั้นแรงขึ้น เพื่อที่จะเป็นประโยชน์โดยตรง

หาแม่เหล็กประคองขึ้น แท่งมาให้นักเรียน
ดูเป็นตัวอย่างว่าแม่เหล็ก ทนน้อย ทำขึ้นนั้นแรงกว่า
แม่เหล็กธรรมชาติอย่างไร แสดงการทดลองให้เห็น
ความกำลังคงที่มากกว่า และนอกจากนั้นยังแสดงถึง
สมบัติในเรื่องขั้ว กล่าวคือขั้วที่ขั้วขั้วขั้วขั้ว
กันแน่นอยู่ปลายทั้งสองของแท่งแม่เหล็ก ทดลอง
ขั้วเหล็กกับขั้วเหล็กเช่นเราเรียกว่าขั้วของแม่เหล็ก

แสดงการ ทดลองให้เห็นว่า ขั้วของ แม่เหล็ก
ยังมีคุณสมบัติเหมือนกัน ขั้วเหล็กถูกแขวนไว้
ให้แกว่งไกวอย่างช้า ๆ จะเห็นว่าขั้วอยู่ในแนวเหนือใต้
ทำเครื่องหมายปลายทั้งสองไปทางเหนือไว้ แล้วจับ
แม่เหล็กนั้นแกว่ง ในที่สุดจะกลับมายืนนิ่งอยู่ในแนว
ทั้งสองทิศทางที่เห็นตามเดิม ขั้วทั้งสองไปทางเหนือ
จึงเรียกว่าขั้วเหนือและขั้วที่หนึ่งเป็นขั้วใต้

สารแม่เหล็ก

แม่เหล็กดูดอะไรได้บ้าง ทดลองโดยใช้สาร
ต่าง ๆ ชนิด จะเห็นว่าแม่เหล็กไม่ดูดไม้ กระดาษ
แก้ว หรือสารธรรมดาสามัญที่เราเรียก สารแม่เหล็ก
ดูดได้แม่เหล็ก นี้เกิด และโดยปกติ พวกเหล็ก

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

แม่เหล็กประตีย์

เขียนสารแม่เหล็ก พักทแม่เหล็กทุกไม้ไค้จริงไม้ไค้เขียน
สารแม่เหล็ก ทงนหมายความว่าสารที่เป็นสาร
แม่เหล็กนั้น เราอาจจะเอามาทำเป็นแม่เหล็กได
นอกนั้นยอมไม่วิธีที่จะเอามาทำเป็นแม่เหล็ก

มีตัวอย่างของแม่เหล็กประตีย์รูปต่าง ๆ กัน
ให้นักเรียนทแนยธรรมการสามัญคือ แม่เหล็กเกือกม้า
แม่เหล็กแท่งกลมและแม่เหล็กแท่งเหลี่ยม ถ้า
สามารถหาแม่เหล็กที่ตกอยู่ใกล้ลำโพงวิทยุชนิด
แม่เหล็กถาวรมาใหักดูยไค้จะเป็นการดี เพอ
ให้เห็นว่าแม่เหล็กประตีย์นั้นอาจจะทำขึ้นไค้เป็นรูป
ต่าง ๆ กันไค้ได้อย่างไค้

การทำแม่เหล็กโดยการถุ

แสดงการทดลองวิธีทำแม่เหล็กง่าย ๆ โดย
การถุ ใช้แม่เหล็กประตีย์แรง ๆ ถุกระป๋องโตทัวหนึ่ง
ก่อนถุทดลอง เสียก่อนว่าไม้มักด สมบัติเป็นแม่เหล็ก
เขียนรูปแสดงวิธีถุถุถุของใหักดูย เมื่อเสร็จแล้ว
ทดลองให้นักเรียนเห็นว่า กระป๋องนั้นไค้ กลาย เป็น
แม่เหล็ก นอกจากมีคุณสมบัติในการดูดสารแม่เหล็ก
แล้ว ยังมีขั้วเหนือไค้ถุถุถุ ขั้วขายให้นักเรียนฟัง
ว่าอาจจะใช้แม่เหล็ก ๒ แท่งช่วยกันถุถุไค้ วิธีถุถุ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แม่เหล็กประจักษ์ด้วยไฟฟ้า รูปร่างต่าง ๆ ของแม่เหล็ก	แตกต่างกัน เขียนรูปให้ดู ให้เห็นว่าอาจระบุได้ด้วย วิธีใด ทำแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างง่าย ๆ ให้นักเรียน โดยใช้ตะปูตัวใด ๆ เช่น เข็ม เข็มกลัด สายไฟฟ้าม ลวดลึง พันรอบแท่งตะปูนั้น แล้วใช้ถ่านไฟฟ้า เกินทางให้กระแสไฟฟ้า ทดลองให้นักเรียนเห็นว่า ในชั้นเกินตะปูไม่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก ใน ระหว่างทวนไฟฟ้าเข้าไปจะมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก โดยครกถ่าน แต่คุณสมบัติที่หายไปเกือบหมด เมื่อหยกผ่านกระแสไฟฟ้า แต่ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้า เข้าไปอีก ก็จะกลายมาเป็นแม่เหล็กขึ้นเช่นเดิม ทั้งนี้ เพื่อให้เห็นว่าแม่เหล็กชั่วคราว และ แม่เหล็กถาวร มี ลักษณะแตกต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนสังเกตด้วยว่าแม่เหล็กประจักษ์ทำ ขึ้นโดยการถนุจะได้น้ำมันขี้ เปรียบเทียบกับ แม่เหล็กไฟฟ้าไม่โต การใช้ไฟฟ้าทำแม่เหล็กจึงเป็น วิธีที่ถูกต้อง และวิธีที่จะทำให้เห็นแม่เหล็กถาวรด้วย ก็โดยเอาเหล็กที่ใส่น้ำมันเหล็กกล้า ถ้ามีลวดไฟ วิทยแม่เหล็กถาวรเอาให้ดูเป็นตัวอย่าง แสดงให้เห็น

รายการสอน

คำแนะนำวิชาสอน

ว่าแรงมากเพียงไร นั้นเป็นตัวอย่างของแม่เหล็ก
ประคองด้วยไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กถาวร ถ้ามีการตั้ง
ไฟฟ้า ให้ทดลองดูว่าในระหว่างที่มีกระแสไฟฟ้าให้กระตัง
กึ่งนั้นแกนเหล็กจะเกิดขึ้นมีอำนาจแม่เหล็กเลย แต่ถ้า
ปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านให้กระตังทำงาน ในระหว่างนั้น
แกนเหล็กจะมีอำนาจแม่เหล็กแรงมาก

นอกจากนี้ ถ้าห้อง วิทยาศาสตร์ใด สามารถ
รวบรวมแม่เหล็กชนิดต่าง ๆ ได้ จะเป็นแม่เหล็ก
ชั่วคราวหรือถาวรก็ตาม เท่าที่มีใช้อยู่ในกิจการ
ทั่วไป และเก็บสะสมไว้ก็ควรจะนำมาให้นักเรียนดู
ด้วย เช่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่รถยนต์
เข็นคน นักเรียนในวัยนี้ย่อมมีความสนใจในเครื่อง
กลใดที่สามารถใช้งานได้จริง ๆ และมีความ
ภาคภูมิใจมาก ถ้าสามารถเข้าใจเหตุผลของสิ่งต่าง ๆ
ซึ่งมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

พึงระลึกว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลของ
วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันนั้น บางทีจะมี
รายละเอียดต่าง ๆ สลับซับซ้อน เคลื่อน ๆ เป็นการยาก
ที่เด็กนักเรียนจะเข้าใจได้ แต่ทว่าถ้าครูพยายาม
ชี้ให้เห็นเพียงส่วนสำคัญ ก็กรายละเอียดอื่น ๆ ซึ่ง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
กฎของ การ กัง กติ และ ผลกของขวแม่เหล็ก	ไม่เกี่ยวของด้วยออกเสียง ก็จะไม่เป็นการยากเกินไป ที่เด็กนักเรียนในวัยนี้จะสามารถเข้าใจได้ เอาแม่เหล็กแท่งหนึ่งผูกเชือกแขวนไว้ ทำ เครื่องหมายให้รู้ว่าขั้วไหนเป็นขั้วเหนือ ขั้วไหนเป็น ขั้วใต้ แล้วเอาแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่ง ซึ่งต้องรว เหมือนกัน เข้าทดสอบการดึงดูดและผลักกัน ทดลอง หลาย ๆ ครั้ง โดยสลับขั้วต่าง ๆ กัน ให้สรุปได้ว่า ขั้วที่เหมือนกันจะผลักกัน ขั้วที่ไม่เหมือนกันจะดูดกัน ถือว่าเช่นกฎทั่ว ๆ ไปของการดึงดูดและผลักของข แม่เหล็ก แต่ต้องให้นักเรียนระวังว่าลำพังการดูด เพียงอย่างเดียว จะไม่เป็นวัตถุทดลองขแม่เหล็กที่ค งทศก เพราะถ้าใช้เหล็กธรรมดาเข้าทดสอบกับข แม่เหล็ก ก็จะมีปรากฏเป็นการดูด ดังนั้นการทดลอง ขแม่เหล็กที่ถูกต้องที่สุดจึงต้องใช้การผลัก
การเห็นขั้วแม่เหล็ก	เอาแม่เหล็กแรง ๆ แท่งหนึ่งวางไว้บนโต๊ะ หาเหล็กธรรมดาชิ้นเล็ก ๆ เข้าไปวางไว้ใกล้ ๆ ขั ้วใดขั้วหนึ่ง แล้วลองทดสอบขเหล็กนั้นดู จะเห็นว่า มีอำนาจเป็นแม่เหล็กเหมือนกัน และขั้วไหนข เหมือนกันขว่าขแม่เหล็กแท่งหนึ่ง ถ้าเอาออกมา ห่างจากแท่งแม่เหล็กใหญ่ ขั้วสัมผัสกันก็จะหายไป

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
	๕๕ A ๒๔ ว่า แม่เหล็กแท่งหนึ่ง อาจเห็นขั้วนำ ตัว แม่เหล็ก ที่อยู่ ใน บริเวณใกล้ เคียง ให้ กลาย เป็น แม่เหล็ก ขั้วได้ การเห็นขั้วนำทวนจะเรียงกัน ถ้าให้ ขั้วเหล็กนั้นติดกับแท่งแม่เหล็กเลยทีละขั้ว จับแม่เหล็กแรง ๆ นั้นถอไว้ ไขตะปูเข็มทั่ว เล็ก ๆ ที่ถักกันเรื่อย ๆ จะเห็นว่าที่ถักกันได้หลายตัว ซึ่งแสดงว่าแม่เหล็กแท่งใหญ่ชักนำให้ตะปูตัวเล็ก ๆ ต่างเป็นแม่เหล็กไปหมด เมื่อเอาตะปูตัวใหม่เข้ามา ติดก็จะติดกันไปได้ เพราะต่างก็กลายเป็นแม่เหล็ก มีขั้วไม่เหมือนกันอยู่ทุกตัว ทั้งนี้เพื่อแสดงให้ นักเรียนเห็นว่าอำนาจแม่เหล็กนั้นมีอยู่เฉพาะแต่ เพียงภายในแท่งแม่เหล็ก แต่จะแผ่กระจายออกไป ในอวกาศโดยรอบ แต่ส่วนจะกว้างขวางเพียงไรก็ แล้วแต่อำนาจของแม่เหล็กแท่งนั้น
สนามแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็ก แสดง ด้วยการทดลอง	สนามแม่เหล็กหมายถึง อาณาเขตในอวกาศที่ อำนาจแม่เหล็กส่งไปถึง สนามแม่เหล็กนั้นตามปกติ จะแลเห็นด้วยตาเปล่าไม่ได้ เพราะอำนาจแม่เหล็ก เป็นพลังงาน จึงจำเป็นต้องมีการทดลอง อาทิตดลอง ได้โดยการใช้อนุกระเปาะเหล็ก การทดลองด้วยผงตะไบ เหล็กนั้นควรแสดงทั้งในแนวราบและในแนวตั้ง คือใช้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

แม่เหล็กวางบนโต๊ะ ให้แท่งแม่เหล็กนอนตามยาว แล้วทาบด้วยกระดาษแข็งโรยผงตะไบเหล็กบนหนึ่ง ทิ้งไป ๕๕ ๑ ๕๕ ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเอากระดาษแข็งวางทับขั้วแม่เหล็ก โรยผงตะไบเหล็กแล้ว เคาะเพื่อให้เห็นว่าลักษณะของสนาม แม่เหล็กในแนว เช่นนั้นจะมีลักษณะอย่างไร ทิ้งเพื่อให้เด็กเรียนมี นในใจว่า สนามแม่เหล็กนั้น มีโคอยู่ ใน วนายเก็บว ในการทดลองนี้ นักเรียนจะเห็นได้ว่าในบริเวณสนาม แม่เหล็กนั้น ผงตะไบเหล็กจะจับตัวเข้าเป็นแนวเส้น ทรงเป็นเส้น ๆ ไป เส้นเหล่านี้เรียกว่าเส้นแรง แม่เหล็ก ส่วนที่อยู่ใกล้ขั้วแม่เหล็กจะมีเส้นแรง แม่เหล็กหนาแน่น และเส้นแรงเหล่านี้นะวิ่งออก จากกันในเมื่อยังใกล้ขั้วแม่เหล็กออกไป การทำ แผนทสนามแม่เหล็ก โดยใช้เข็มทิศเป็นสิ่งที่ยากเกิน ไปสำหรับนักเรียนในวัยนี้ยังไม่ควรทำ

เชมทัก

แม่เหล็ก ทลขย นาทรข
แขวนไว้จะอยู่ในแนว
เห็นโคเส้น

ในการทดลองเรื่องขั้วแม่เหล็กโคเส้นแล้ว ว่า แม่เหล็กทแขวนไว้ จะจับตัวอยู่ในแนวเห็นโคเส้นขอ แสงการ ทดลองให้ นักเรียนเห็นว่าการที่จะ ให้แท่ง แม่เหล็กสามารถแกว่งไกวรอบตัวโดยเสว้นหาทำโค โดยวิธีอื่น คือเอาแท่งแม่เหล็กวางบนไม้กชกลอยน้ำ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
เชื่อมทิศเดินทาง ลักษณะ และวิถีชีวิต	ทรรศนะทางตรงใจของแม่เหล็ก แม่เหล็ก เหล็กจะดึงดูดอยู่ในแนวเหนือใต้โดยเหมือนกัน เช่น หลากทั้งในของแม่เหล็ก หาเข็มทิศเดินทางที่ใช้กันทั่วไป ให้นักเรียน ดูเป็นตัวอย่าง ควรแนะนำให้ดูข้างในด้วย เพื่อให้เห็น ว่าลักษณะโดยทั่วไปเป็นอย่างไร กล่าวคือใช้แกน ขึงปลายแหลมไว้ถึงกลางของเข็มทิศเล็ก ๆ เข็มทิศ นั้นเลยมปลายทั้งสองข้าง ให้เอาเข็มทิศนั้นออกมา ทดลองดูจะปรากฏว่าเป็นแม่เหล็ก มีขั้วเหนือใต้ เมื่อแขวนไว้ในที่เช่นนั้นจึงจะคว่ำอยู่ในแนวเหนือใต้ เสมอ ให้นักเรียนสังเกตว่าวิถีชีวิตของเข็มทิศจะคด หมุนเข็มทิศนั้นไปรอบ ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าแม่เหล็ก หมุนได้รอบตัวโดยเสรี และไม่ว่าจะหมุนไปอย่างไร ก็จะอยู่ในแนวหนึ่งเหมือนกันเสมอไป เมื่อใดเช่นนั้น แน่แล้ว จึงจะเชื่อได้ว่าแนวนั้นเป็นแนวเหนือใต้ และ ควรสังเกตด้วยว่าถ้าไม่มีเครื่องหมายเราไม่สามารถ จะบอกได้ว่าไหนเป็นเหนือไหนเป็นใต้ เพราะฉะนั้น ปลายของเข็มทิศจึงทำให้มีลักษณะคล้ายลูกศร เพื่อ ให้รู้ว่าหัวท้ายทางไหน ทางที่หัวชี้ไปนั้นคือทิศเหนือ

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้าสถิต เกิดจากการขัดสี	การทดลองไฟฟ้าสถิต จะได้ผลดีก็สุดถ้าทำในฤดูหนาวซึ่งมีอากาศแห้ง ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไม่สูญหายไปเพราะความชื้นในอากาศ ควรทำการทดลองไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการขัดสีกด้วยสารต่าง ๆ ชนิดเท่าที่จะหาได้ แก้ว ขางแข็ง ผาสึกหลากหลาย ผาขนสัตว์ ตลอดจนวัตถุพลาสติกต่าง ๆ ความมุ่งหมายของการทดลองเพื่อให้เห็นว่าสารที่ไม่นำไฟฟ้า เมื่อนำมาถูกันก็จะเกิดอำนาจไฟฟ้าสถิตขึ้น ซึ่งแสดงผลให้เห็นโดยตัวการซึ่งบุคคลหรือเส้นใยที่มีลักษณะเบาบาง
ไฟฟ้าขวนและลบ	เพื่อแสดงให้เห็นว่าไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นจากการขัดสีนั้นยังมีลักษณะแตกต่างกันเช่น ๒ พวก ให้ใช้ขางแข็งถูกับขนสัตว์แล้วแขวนแท่งขางแข็งนั้นไว้แล้วจึงเอาแก้วถูกับแพร เอาแท่งแก้วที่มีไฟฟ้าสถิตแล้วเข้าใกล้แท่งขางแข็ง จะเห็นว่าดึงดูดซึ่งกันและกัน เหมือนกับขั้วแม่เหล็กที่ดึงดูดกัน แต่ถ้าวางแท่งแก้วอีกแท่งหนึ่งถูกับแพรแล้วลองเอาเข้าที่ทดลองกับแท่งแก้วที่แขวนไว้นั้น จะปรากฏว่าผลกลับกัน จึงอาจสรุปได้ว่าไฟฟ้าสถิตที่เหมือนกันจะผลักรังกันและกัน แต่ถ้าวางไฟฟ้าสถิตที่ไม่เหมือนกันจะมีความดึงดูดซึ่งกัน

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ใช้เล็กโทรสโคปอย่างง่าย

และกัน เมื่อเขียนเส้นแนวทแยงไว้ว่าไฟฟ้าสถิต
 เกิดจากการขัดสีกันมีอยู่ ๒ ชนิด เราถือว่าไฟฟ้า
 สถิตชนิดที่ใดจากการถูถูกับขนแมว ท่อแก้วระมัด
 ไฟฟ้าบวกและเมื่อใช้ขั้วของขลุ่ยขลุ่ยขลุ่ย ไฟฟ้าที่ใด
 ในขลุ่ยนั้นเขียนไฟฟ้าลบ จึงอาจบอกได้ว่าไฟฟ้าบวก
 กับไฟฟ้าลบหรือไฟฟ้าลบกับไฟฟ้าลบจะดึงดูดซึ่งกันและ
 กันแต่ถ้าเป็นชนิดที่ตรงกันข้ามจะดึงดูดซึ่งกันและกัน

ในการทดลองไฟฟ้าสถิตเกิดจากการ ขัด ส
 เราใช้ผมหรือเส้นใยบาง ๆ เป็นเครื่องทดลองแต่ไม่ส
 ะกันก็ ควรระวังเป็นเครื่องสำร่อยอย่างง่าย ๆ เขา
 ไว้ตรวจไฟฟ้าสถิต เรียกว่าใช้เล็กโทรสโคปอย่างง่าย
 ใช้ได้สองร้อยเศษกิโลวัตต์กับขลุ่ย ขลุ่ยเหล็กที่
 ได้สองหมื่นมาก ถ้ามีแรงดึงดูดของไฟฟ้าสถิตจะ
 เคลื่อนไหว เห็นได้ชัด ถ้าไม่มีใช้ได้นะใช้ไม้ระก
 ฝานเป็นรูปกลมเล็ก ๆ แทนก็อาจจะพอใช้ได้ แต่ถ้า
 มนาค้นมาก ต้องมีแรงดึงดูดของไฟฟ้าสถิตมาก
 ทดลองจะสามารรถแสดงผลให้เห็นได้ชัด

การสอนสมบัติของไฟฟ้าสถิต ควรจะเทียบ
 เคียงกับเรื่องแม่เหล็กให้เห็นว่าไฟฟ้า ๒ ชนิด มี
 ส่วนคล้ายคลึงกับขลุ่ยแม่เหล็กเพียงใด ในเรื่องการ

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมี ใช้ตัวอย่างจากสิ่งที่ได้พบเห็นประจำวัน ความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงของสองอย่าง	ผลึกและการคงตัวเกิดจากของเหลวแม่เหล็ก นอกจากนี้ยังมีสมบัติในเรื่องสนามไฟฟ้า เช่นเดียวกับเรื่องสนามแม่เหล็ก คืออำนาจไฟฟ้าสถิตจะแผ่ออกไปในอวกาศโดยรอบ คล้ายกับสนามแม่เหล็กและมีอำนาจที่จะเหนี่ยวนำให้สารอื่น ๆ ในบริเวณนั้นมีอำนาจไฟฟ้าขึ้นด้วย ให้นักเรียนยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จากสิ่งที่ได้พบเห็นประจำวันใหม่ เป็นจำนวนมากพอสมควร และควรจำแนกไว้เป็น ๒ พวก และให้นักเรียนทั้งสองสังเกตว่า ความเปลี่ยนแปลงสองจำพวกนั้นมีสาระสำคัญที่แตกต่างกันอย่างไร ทั้งนี้เพื่อสรุปหาความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และเคมี ตัวอย่างที่พบเห็นจากชีวิตประจำวันนั้น อาจจะไม่มีเพียงพอที่จะให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัด ควรมีการทดลองเป็นเครื่องประกอบด้วย เช่นทดลองผสมกำมะถัน ถ่าน และดินประสิวเพื่อทำเป็นดินปืน ซึ่งควรระวัง ของเกล็ดขี้ผึ้งกระต่าย จะเอาลงครกบดหรือโขลกไม่ได้ถ้าจะระเบิด ในการผสมขี้ผึ้งนั้น ถึงแม้ว่าสีสรรวรรณะจะเปลี่ยนแปลงไป แต่ก็ยังไม่ได้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือเมื่อ

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
สสาร ประเภทของสสารคือสาร ประกอบของผลสมและธาตุ	เผาไฟแล้ว ผลทไคเรียนนึ่งจะถือว่าเป็นการ เปลี่ยนแปลงทางเคมี พยายามให้นักเรียนเห็นว่าคำว่าสสาร เป็น คำ ที่มีความหมายกว้าง ความประสงค์เพื่อจะจำแนก สิ่งต่าง ๆ ในโลกที่มนุษย์สามารถจะรู้ได้ด้วยการ สัมผัสออกใน ๒ พวก คือสสารพวกหนึ่ง และพลัง งานอีกพวกหนึ่ง แยกกันได้โดยดีเอาความมีตัว ทนทนถาวรมาหนัก บรรดาสสารพวกที่เราสามารถจะแล เห็นได้เอง จึงถอนแยกเป็นสสารทั้งสี่ จึงเป็นความ จำแนกที่ระบอบแยกประเภทของสสารลงไป ในการแยกเป็นสารประกอบ ของผลสมและธาตุ ควรควรอย่างของจริง ๆ ใหญ่ เช่นกำมะถันหรือ เหล็กทั้งที่เป็นธาตุ เมื่อเข้าปนกันก็จะเป็นของผลสม ซึ่งยังอาจจะแยกออกจากกันได้ง่าย ๆ แต่ถ้าเอาเผา ไฟจะเข้ารวมธาตุกันกลายเป็นสารประกอบ อาจ ใช้การทดลองอื่น ๆ ช่วยด้วยก็ได้ และเพื่อเป็นการ ทดสอบ ควรตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาว่าดังนี้ เป็นสารประกอบ เป็นของผลสม หรือเป็นธาตุ
โมเลกุลและอะตอม	เพื่อให้เข้าใจความแตกต่างระหว่าง สารประกอบ ของผลสมและธาตุ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรจะเริ่มนำให้ รู้จักกับโมเลกุลและอะตอม ซึ่งเต็มไปด้วยโมเลกุลในทาง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
โลหะ อโลหะ	วิทยาศาสตร์โดยถือว่า หน่วยที่เล็กที่สุด ของ สสารที่ ไม่สามารถจะแยกต่อไปได้อีกแล้วด้วยกลวิธี เรียก ว่าโมเลกุล แต่ในโมเลกุลนั้นเองยังประกอบขึ้นด้วย ส่วนย่อยลงไปอีก แต่จะแยกออกจากกันได้ก็ด้วยกรรม วิธีทางเคมีเท่านั้น ส่วนย่อยนี้เรียกว่าอะตอม เมื่อนักเรียน เรียนถึงความหมายของคำทั้งสองนี้แน่ชัด ก็ควร จะบอกให้ทราบว่าคนเราจะประกอบขึ้นด้วยอะตอมเหมือนกันหมด ส่วนสสารประกอบจะต้องประกอบด้วยโมเลกุล เหมือนกันหมด ส่วนของผสมนั้นอาจจะมีอะตอม และโมเลกุลที่แตกต่างกันก็ได้
ยัญชธาตุที่ควรรู้จัก	เพื่อที่จะแยกธาตุออกเป็นโลหะและอโลหะ ควร ระไกรตัวอย่างของโลหะและอโลหะที่สำคัญไว้ประกอบ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ เห็น ความ แตก ต่าง ระหว่างโลหะ และอโลหะ ในชั้นต้นควรให้รู้จักธาตุต่อไปนี้ อาลูมิเนียม ซิลิคียม คาร์บอน ทองแดง ทอง โซโครเจน ไฮโดรเจน เหล็ก ตะกั่ว แมกนีเซียม ปะดอก ในโครเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส เงิน กำมะถัน คัลเซียม และ สังกะสี และถ้าเด็กสามารถที่จะเข้าใจสัญลักษณ์ ของธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ได้ก็ควรจะให้รู้ด้วย แต่ ไม่ถือเป็นข้อสำคัญที่ทุกคนจะต้องรู้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
องค์ประกอบของอากาศ อากาศเป็นของผสม	ทำการทดลองแสดงให้เห็นว่าส่วนประกอบของอากาศนั้นอาจจะแยกออกจากกันได้ง่าย ๆ เช่น แยกไอน้ำออกจากอากาศ และออกซิเจนออกจากอากาศ หรือแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออก เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เห็นว่าอากาศเป็นของผสม ควรระวังทุก ๆ ข้อของความแตกต่าง ระหว่าง สาร ประกอบ และ ของผสมว่าอากาศมีคุณสมบัติอยู่ในข้อใด ก่อนที่จะลงสรุปว่าอากาศเป็นของผสมอย่างแท้จริง
ก๊าซสำคัญที่ประกอบเป็นอากาศและสมบัติที่สำคัญของก๊าซเหล่านั้น	ในชั้นต้นแยกก๊าซสำคัญที่ประกอบเป็นอากาศ ออก ออกที่ช่วยในการลุกไหม้เร็วกว่าออกซิเจน และก๊าซที่ไม่ช่วยการลุกไหม้คือในโครเจน ทดลองให้เห็นว่าสมบัติที่สำคัญ ๆ ของก๊าซทั้งสองชนิดนั้นคุณสมบัติในทางฟิสิกส์ได้แก่ปริมาตรลด ส่วนคุณสมบัติในทางเคมี นั้นก๊าซ ไ้เห็น แคเพียงในข้อที่ช่วยหรือไม่ช่วยการลุกไหม้
ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ไอน้ำ ผุ่นละออง	ทำการทดลองง่าย ๆ แสดงให้เห็นว่าในอากาศมีไอน้ำ และผุ่นละออง เมื่อใช้ไฟฉายฉายในห้องมืดหรือปล่อยให้ลำแสงแคบฉายเข้าไปในห้อง จะมองเห็นได้ชัดว่าในอากาศนั้นมีผุ่นละอองอยู่ ถ้าทิ้งเกล็ดหิมะ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
สันตยาและการเกิดสันนิม ความหมายของสันตยา	ความชื้นไว้ในอากาศ ในเวลาไม่ช้าก็จะเกิดไอน้ำในอากาศไว้ได้มาก แก้วน้ำแข็งที่คงทิ้งไว้ จะมีไอน้ำมาเกาะข้างนอกแก้วเหล่านั้นเป็นต้น คำว่าสันตยาเป็นศัพท์เฉพาะในทาง เคมี ซึ่งมี ความหมายกว้างกว่าการกลั่นใหม่ เราทราบแล้วว่า การกลั่นใหม่คือการที่ออกซิเจน ในอากาศเข้ารวมกับธาตุใดธาตุหนึ่งปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนั้นเช่นใดด้วย ความร้อนแรง มีความร้อนและแสงสว่างเกิดขึ้น การรวมธาตุระหว่างออกซิเจนกับธาตุอื่นนั้น อาจจะไม่เป็นไปรุนแรงดังกล่าวนั้น เช่น การเผาผลาญของอาหารภายในร่างกายของคนหรือสัตว์ เป็นการรวมซึ่งเป็นไปอย่างช้า ๆ ไม่มีแสงสว่างเกิดขึ้น แต่มีความร้อนทำให้ความอบอุ่นแก่ชีวิต การเผาผลาญก็เป็นปฏิกิริยาเคมีอย่างเดียวกันกับการเผาไหม้ ต่างแต่ไม่รุนแรงเท่านั้น เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงใช้คำว่าสันตยา หมายถึงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น จากการ รวม ธาตุ ใด ธาตุ หนึ่ง กับออกซิเจน และการรวมธาตุนั้นไม่พล่งงานขึ้น ทั้งการเผาผลาญ และการ กลั่นใหม่ ก็ ล้วน แต่เป็น สันตยาทั้งสิ้น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
สันดาปของเชื้อเพลิง เปลวไฟ	สันดาปของ เชื้อเพลิง คือ การ ลุกไหม้ ของ เชื้อเพลิงนั้นเอง ให้นักเรียนสังเกตว่าเป็นปฏิกิริยา เคมีที่เย็นไปอย่างรุนแรงและรวดเร็ว มีพลังงาน ความร้อนเกิดขึ้นมาก จึงมีแสงสว่างเกิดขึ้นด้วย คือ เกิดเป็นเปลวไฟ เปลวไฟนั้นแท้จริงคือการเกิดของ ลุกไหม้ การลุกไหม้นั้นถามออกซิเจนในอากาศ เข้าช่วยมากน้อยแตกต่างกัน ก็จะมีลักษณะของ เปลวไฟแตกต่างกันออกไปด้วย ให้แยกเปลวไฟ ของเทียนไข ให้เห็นพบนนอกและพบนในว่ามีสี แตกต่างกันอย่างใด และเป็นเพราะเหตุใด
ลักษณะของการเกิดสันนิม	การเกิดสันนิมเป็นปฏิกิริยา เคมีที่ คล้ายคลึงกับ สันดาป คือ เป็นการรวมธาตุระหว่างโลหะกับออกซิเจน ในอากาศ แต่ปฏิกิริยาเคมีนั้นเย็นไปอย่างเชื่องช้า มี พลังงานเกิดขึ้นเหมือนกัน แต่ด้วยเหตุที่เกิดขึ้นที่ ละเอียด จึงไม่เกิดเป็นความร้อนหรือแสงสว่าง ให้สังเกตว่าการเกิดสันนิมเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งจะให้ผลเป็นสารประกอบชนิดใหม่ ให้สังเกตสันนิม ที่เกิดจากตะปูใหม่ ๆ เช่นนี้ ว่ามีลักษณะอย่างไร เกิดช้าหรือเร็ว

รายการสิ้น	คำแนะนำข้อ
ออกซิเจน แหล่งกำเนิด การ เตรียม สมบัติ ประโยชน์	ทำการทดลองเตรียมออกซิเจนด้วยวิธีง่าย ๆ คือใช้ เมอร์คิวริกออกไซด์ ให้เห็นว่า เมอร์คิวริก ออกไซด์แยกออกเป็นปรอทกับ ก๊าซ ที่ช่วยให้ ไฟติด ได้ก็ ก๊าซนั้นคือนอกซิเจน แล้วจึงเตรียมออกซิเจน สำหรับใช้ในท้องปฏิบัติการโดยใช้โปแทสเซียมคลอเรต และแมงกานีส ไดออกไซด์ เก็บ ก๊าซออกซิเจนไว้ หลาย ๆ กระบอกเพื่อทดลองสมบัติ ทดลอง สมบัติ ในเรื่อง สักลั่น วสี และการ ละลายน้ำ ความหนักเบาเมื่อเทียบกับอากาศ สมบัติ ที่เกี่ยวกับการลุกไหม้ สรุปข้อสังเกตเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด การเตรียม สมบัติและประโยชน์ของอากาศ
พืช คอก หน่อ และ ส่วน ประกอบของพืชคอก เช่น ราก ลำต้น ใบ คอก และผล	ในชั้นต้น แยกให้ เห็นว่า พืชมี ๒ ชั้น คือ พืชคอกและพืชไร้คอก พืชคอกกับเราเป็นส่วน มาก ได้แก่พืชคอก ให้นักเรียนแยกตัวอย่าง รวบรวมไว้ มาก ๆ และให้ เห็นว่า ส่วนอวัยวะของพืชคอกนั้นอาจ แยกได้เป็น ๒ ประเภท คืออวัยวะส่วนเลี้ยงและอวัยวะ สืบพันธุ์ ให้นักเรียนแยกว่าลำต้น ใบ คอกและผล ไหนเป็นอวัยวะส่วนเลี้ยงและอวัยวะสืบพันธุ์ นอกจากนั้น ควรระมัดระวังส่วนอื่น ๆ ที่แปรเปลี่ยนไปจากอวัยวะ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
คอก ส่วน ประกอบ ของคอก และหน้าท	เหล่าน ถ้าเป็นสิ่งที่คุ้นเคยความเป็นอยู่โดยทั่ว ๆ ไป เช่น หั้วมณฑลเป็นรากที่เปลี่ยนไปเป็นทเกีย อาหาร เป็นต้น ควรแสดงรูปพืชคอกตัวอย่างซึ่งมีขั้วระยะต่าง ๆ ประกอบพร้อมวิธีสอน ควรให้นักเรียนหาคอกไม้มาคนละชนิด จะเป็น คอกอะไรก็ได้ เมื่อได้มาแล้วให้ครูเลือกคอกไม้ง่าย ๆ มาเป็นตัวอย่าง แสดงส่วนประกอบ ของคอกและ หน้าท ให้เห็นว่าโดยหลักทั่วไปคอกจะประกอบด้วย ก้านคอก ฐานคอก กลีบเลี้ยง กลีบคอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย ส่วนเกสรตัวผู้ มีก้านเกสรตัวผู้ และช่อดอก เกสรตัวผู้มีรังไข่ สาย เกสร และ ปลายเกสรตัวเมีย เมื่อนักเรียนรู้หลักโดยทั่วไปแล้ว จึงให้พิจารณาคอกไม้ที่เตรียมมาว่ามีส่วนประกอบ ต่าง ๆ ทั้งว่านหรือไม่ว่า มีส่วนใดที่ผิดปกติหรือ ขาดหายไป ครูก็อธิบายเป็นราย ๆ ไป ทั้งนี้เพื่อให้ สามารถที่จะสังเกตคอกไม้อื่น ๆ ซึ่งเคาะไปพบเห็น ในเวลาต่อไปว่าจะหาส่วนประกอบต่าง ๆ ของคอกได้ อย่างไร อธิบายหน้าทต่าง ๆ ของส่วนประกอบทุกกล่าว แล้ว

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การผสมเกสร	อธิบายถึงสัตว์ช่วยในการผสมเกสรพร้อม ตัวอย่าง ให้เห็นว่าการผสมเกสรเป็นเรื่องของการสืบพันธุ์ ถ้าเกสรตัวผู้ตกลงบนปลายเกสรตัวเมีย ส่วนของเกสรตัวผู้ตกลงไป คือเรณู นั้นจะงอกลงมา ลงไปตามสายเกสรตัวเมียเข้าผสมพันธุ์กันในรังไข่ วิธีการเช่นนี้คือการผสมเกสร จะก่อให้เกิดผลและเมล็ดสำหรับใช้ในการสืบพันธุ์ต่อไป
ผลและเมล็ด	อธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าผลไม้นั้น คือรังไข่ที่ไข่เจริญเติบโตขึ้นไปจนแก่เต็มตัว และเมล็ดคือไข่ที่ถูกผสมพันธุ์แล้วและเจริญเติบโตต่อไป ให้สังเกตลักษณะผลและเมล็ดที่แตกต่างกันในธรรมชาติคุ้นเคยกับความเข่นอยู่โดยทั่วไป และชี้ให้เห็นว่าส่วนที่เห็นสารสำคัญอันแท้จริงสำหรับการสืบพันธุ์คือไข่ นั้นได้แก่เมล็ด ส่วนที่ประกอบเป็นผลอาหารจะ เช่นเครื่องช่วยในการ ห่อหุ้ม เมล็ด หรือ ช่วยให้ เมล็ด กระจายไปได้ไกล ๆ สัตว์ช่วยในการกระจายของ เมล็ด เพื่อให้ไปตกในที่ไกล ๆ มีอะไรบ้าง ให้ยกตัวอย่างกันไม่จริง ๆ ที่ใช้วิธีการนั้น เช่น นุ่นมีเยื่อไหลมพาไป เช่นกัน

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

การรอก

ทำการ ทดลอง เพาะ ถังรอก ใน ถ้วยแก้ว ให้
นักเรียนดู ควรเพาะไว้ในระยะต่าง ๆ กันหลายระยะ
เพื่อให้เห็นขั้นตอนของการเจริญเติบโต ให้นักเรียนสังเกต
ว่าส่วนใดเจริญเติบโตก่อน ให้เห็นความเปลี่ยนแปลง
ของส่วนต่าง ๆ ในเมล็ดที่จะกลายเป็นส่วนประกอบ
ของต้นไม้ออกไป ควรทดลองให้เห็นด้วยว่าในขณะที่
มีการรอกนั้น เมล็ดจะต้องมีการออกซิเจนใช้ในการ
หายใจ และระคายคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกเป็นจำนวนมาก และนอกจากนี้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลจาก
การเผาผลาญอาหาร เพื่อให้พืชพลังงานมาใช้ในการ
เจริญเติบโต

พืชกัญญา

นำช่วยในการเจริญ ของ

พืช

ยกตัวอย่างให้เห็นว่าช่วยความเจริญเติบโต
ในขั้นต่าง ๆ ของ การเจริญเติบโต ของ พืชอย่างไร
ทั้งนี้เริ่มต้นตั้งแต่การรอก ตลอดจน กระทั่ง การ เจริญ
เติบโตของอวัยวะส่วนเลี้ยงรักษาและอวัยวะที่ใช้ในการ
สืบพันธุ์ ซึ่งให้เห็นอย่างหายาก ๆ ว่านามหนาที่โดยทรง
ในเรื่องใดบ้าง เริ่มต้นแต่เมล็ดงอกนั้นจะช่วยทำให้
เปลือกเมล็ดอ่อนลง ช่วยละลายอาหารที่เก็บไว้ใน
ใบเลี้ยง และช่วยเป็นสื่อให้สามารถส่งอาหารไปยัง
ส่วนต่าง ๆ ที่กำลังเจริญเติบโต เมื่อพืชงอกแรก

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
น้ำเป็นส่วนประกอบ ใน การปรุงอาหารของพืช	ขอคนมา นำนํ้าส่วนช่วยละลายเกลือแร่ในดิน และขนส่ง ขึ้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ เพื่อใช้ในการเจริญ เติบโต นอกจากนํ้านํ้าเป็นตัวย่อยสลายที่สำคัญในการ ปรุงอาหารของพืช
การดูดน้ำของราก	การปรุงอาหารของพืชอาศัยได้เป็น ๒ อย่าง อย่างหนึ่ง คือ การปรุง อาหาร จำพวกแป้ง และ น้ำตาล ซึ่งเข้าไปในส่วนที่มีสีเขียวในต้นไม้ เป็น ส่วน มาก และการปรุงอาหารประเภทอื่น ๆ โดยวิธีสังเคราะห์ ทางเคมี ซึ่งจะเข้าไปในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้แตกต่าง กันไปตามลักษณะได้แก่พวกไซมัม ไพรคัม และพวก กัวยาคาร์ ๆ ในการปรุงอาหารทั้งสองชนิดนี้คนนํ้าเป็นตัวย่อย สลายที่สำคัญ นอกจากเป็นองค์ประกอบโดยตรงแล้ว ยังมี ส่วน ช่วย ให้ การ เปลี่ยน แปลง ทาง เคมี เข้า ไป ได้ด้วย ถ้าการทดลองแสดงให้เห็นว่า ต้นไม้ ดูดน้ำได้ ทางราก การทดลองง่าย ๆ ใช้ผักกระสังแช่ น้ำหมัก การทดลองที่จะช่วยให้เห็นด้วยปริมาณได้ โดยชัดเจน ควรใช้ต้นไม้เล็ก ๆ แช่ลงในขวดน้ำที่มี ทุบยีสต์กับต้นไม้ให้นํ้านั้นหายไปไหน ถ้าในการ ทดลองนี้ใช้ครอบแก้วไว้ ครอบต้นไม้และขวดน้ำไว้

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

จะเห็นมเหสีออกมาเฝ้าอยู่ตามคิรชยแก้วในขณะทนายใน
ชวคนนพรองไป แสดงว่านาทราภคกษัตริย์ในนั้นได้
ระเหยออกทางไป และกลืนตัวกลายเป็น เหนือคคชย
ตามคิรชยแก้ว นางจึงเห็นเครื่องมอในการขนสิ่งอาหาร
จากส่วนต่าง ๆ ของคณไม่ให้เกิดระคายไปโดยทั่วถึงกัน
และอีกอย่างหนึ่ง เช่น เครื่องช่วย บังคับ ความร้อนให้
คณไม่มอดไหม้พอมเหสีอยู่เสมือ เพราะการทนาย
ระเหยออกไปทางไปนั้น ย่อมพาเอา ความ ร้อนไป ด้วย
ทั้งนี้ตามหลักในวิชาความร้อน

การทดลองของออสโมซิส

จากการทดลองที่แล้ว จะเห็นว่าคณไม่สามารถ
จะใช้รากกษัตริย์ไปยังยอดได้เป็นปรากฏการณ์ที่ควร
จะถือว่าแปลกอยู่ เพราะคณนั้นอยู่ในชวค อยู่ใน
ทตมระคยต่ำกว่า ทำไมจึงขึ้นไปในทตมระคยสูง
คชยของคณไม่ นั่นได้ จำเป็น ต้องมีการ ทดลอง
ให้เห็นโดยชัดเจน เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์อันนี้ ได้
แปลกใช้หรือเยื่อกระเพาะบัสสาวะของหมูหรือเซโล-
เฟนหรือจะใช้เยื่อในกระบอกไม้ไผ่ก็ได้ หุ้มหลอด
แก้วหรือกรวย แล้วมัด ให้แน่นใส่ น้ำเชื่อมคณ ๆ ไว้
ภายใน ท่อหลอด นั้นให้ ยาวด้วย หลอดแก้วเล็ก ๆ
เพื่อคณจะได้ แล้วเอาแช่ลงในอ่างน้ำ ทั้งไว้สักครู่

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
	จะเห็นว่าระบอบร่างกายในหลอกล่อ ๆ สิ่งขึ้นเรื่อย ๆ และจะสูงขึ้นไปมากทีเดียว ถ้าเขื่อนนั้นไม่ขาดเสียก่อน ต้องระวังว่าในการทดลองนี้ เขื่อนต้องไม่รั่ว และการผูกมัดต้องแน่นจริง ๆ มิฉะนั้นระบอบจะลดลง ถ้าเราลองทดลองใหม่ คือแทนที่จะให้น้ำเซียมข้างใน เราให้น้ำเปล่า แล้วเราแช่ลงในอ่างน้ำเซียม จะเห็นว่าแทนที่ระบอบร่างกายใน จะสูง จะกลับลดลง แสดงว่า น้ำที่ใส่น้ำให้ แก่ น้ำเซียม ซึ่ง อยู่ ภายใน นอก ปรากฏการณ์การไหลถ่ายเทของน้ำเซียม เรียกว่า ออสโมซิส มีคำอธิบายว่าตามเขื่อนทาง ๆ ชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนมากจะเห็นลักษณะของเขื่อนในสังคม ชีวิตคนอยู่ ระหว่างสภาวะสลายทมิความเข้มข้นต่างกัน น้ำจะซึมผ่านเขื่อนจากข้างทมิความเข้มข้นน้อยไปหาข้างทมิความเข้มข้นมากกว่า ทั้งนี้แสดงว่าอำนาจของแรงธรรมชาติ ชนิดหนึ่งที่เราเรียกว่าแรงกอสโมซิส เป็นหลักกรรมตาทั่วไป และเขื่อนสิ่งซึ่งเกิดขึ้นในสังคมชีวิต ทุกชนิด โดยเฉพาะในเรื่องคนไม่ ก็อธิบายไว้ว่าภายใน ลำตัวของคนไม่นั้นมอาหารจำพวกน้ำตาลอยู่มาก จึงเป็นสภาวะสลายทมิความเข้มข้นมากกว่าน้ำซึ่งอยู่ในคน

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ชลโมลิตจึงเกิดขึ้นคอเขยียง ๆ ทราบกันเช่นเขยอก
 มลกยณะพิเศษ จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ ชลโมลิต
 ขึ้นได้ นำในคนจะซมผานเขยอนเขาไปนานเท่าทความ
 เขมซนของน้ำในดินยังน้อยกว่าความเขมซนของ สาร
 ละลายภายในดิน และดินไม่มีวัฏทระรักษาความ
 เขมซนของสารละลายภายในคงที่อยู่เสมอ โดยวิธีที่
 ปลดปล่อยให้น้ำระเหยออกไปเสีย ด้วยวิธีนี้ตลอดเวลาที่
 พืชมีชีวิตอยู่ พืชจะสามารถดูดน้ำจากภายนอกเข้าไป
 ได้เรื่อย ๆ ถ้าเวลาของเขานาเกลือขึ้น ๆ ราคกลงไปใน
 กระถางต้นไม้ จะปรากฏว่าในเวลาไม่ช้าต้นไม้จะ
 เติบโตลง และถ้าทิ้งไว้สักระยะในที่สุดก็ตาย
 ดังนั้นเพราะเหตุที่เราใช้น้ำเกลือขึ้น ๆ ซึ่งเขย สาร
 ละลายทมความเขมซนมากกว่าสารละลายของน้ำตาล
 ภายในต้นไม้ จึงทำให้ภายในต้นไม้ต้องไหลผ่าน
 เยื่อออกมาข้างนอก ต้นไม้ก็เหี่ยวไปเรื่อย ๆ จึง
 เหยี่ยวหรือตายในที่สุดทั้งกลแล้ว

พืชโตอาหารจำพวกเกลือ
 แล้ว

น้ำดื่มอยู่ในดินนั้นมีเกลือแร่ต่าง ๆ ละลาย
 อยู่ด้วย เมื่อน้ำซมผานเขยอนเขาไป เกลือแร่เหล่านั้น
 ก็พลอยไปด้วยตามเขาไปด้วย ต้นไม้จึงโตเกลือแร่

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
สังเคราะห์แสง ตัวประ กอบ ใน การ สังเคราะห์แสง	โดยอาศัยออสโมซิสโดยปริยาย ด้วยเหตุ^๕ในอาหาร ต่าง ๆ ที่พืชจะกินได้ทางรากนั้น จะต้องสามารถ ละลายน้ำกลายเป็นสารละลายเสียก่อนเสมอไป พวก พืชเคมี ล้วน แต่ เป็น เกสร^๕แรก^๕ สามารถ ละลายน้ำได้ ทั้งสิ้น ถ้าเราใช้พืชดอก หรือพืชธรรมชาติอื่น ๆ เช่นกล้วย^๕ เป็นต้น จำแนกที่เราจะ ต้องหมักไว้ให้น้ำ เบี่ยงเสียก่อน ทั้งนี้เพราะเหตุว่าการหมักให้น้ำเบี่ยง นั้นทำให้มีการ เปลี่ยนแปลง กลายเป็น เกสร^๕แรก^๕ สามารถจะละลายน้ำได้ คำว่าสังเคราะห์แสงหมายถึงกรยาที่พืชใช้เพื่อ ปรุงอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล โดยอาศัยความ ช่วยเหลือของแสงแดด ตัวประกอบในการสังเคราะห์ แสงที่สำคัญได้แก่ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สีเขียวของใบไม้ ที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ และแสงแดด ควรมีการทดลอง แสดงให้เห็นว่าสิ่งเหล่านี้ จำเป็นใน การสังเคราะห์แสง แต่ในชั้นต้น จะต้องมีวิธีการ ทดสอบว่ามี อาหาร จำพวกแป้ง เกิด ขึ้นนั้น เราจะ สังเกตได้อย่างไร ให้เอาหัวมันเทศปลูก แขนงไว้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ให้ส่วนที่เป็นแข็งละลายลงในน้ำจนยางตัวได้ทิ้งเจือ
 ใยใยคั้นลงไป จะเห็นว่าน้ำนั้นจะกลายเป็นสีม่วง ถ้า
 เททิ้งเจือใยใยคั้นลงในน้ำขาวคั้นก็จะได้ผลอย่าง
 เดียวกัน จึงเป็นหลักฐานที่ควรสังเกตและจำไว้ใช้ในการ
 ทดสอบอันหนึ่งว่า ถ้าที่ใดมีแข็งแล้วเวลาทิ้งเจือ
 ใยใยคั้นลงไป จะเกิดเป็นสีม่วง เราว่าเหตุที่อันนั้น
 ไปใช้ในการทดลองของสังเคราะห์แสง

การทดลองที่แสดงว่าแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็น
 ทำให้พืชสามารถสร้างอาหารได้โดยไม่ต้องอาศัย
 หาย ๆ วัน แล้วจึงเก็บใบไม้ที่นั้นมาคั้นให้อ่อน
 เสียก่อน แล้ววางเอาสีเขียว ๆ ออกด้วยแอลกอฮอล์
 เมื่อมีสีที่เห็นเขียวแล้ว จึงลองเอาลงแช่ในน้ำ
 ทิ้งเจือใยใยคั้น จะเห็นว่าส่วนที่มีสีเขียว
 จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่าเมื่อแข็งส่วนที่มีสีเขียว
 ไม่ถูกแสงแดด จะไม่เปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่าไม่มีแข็ง
 นั้นก็คือ ถ้าที่ใดมีสีเขียว แสงสว่าง ก็จะไม่เกิด แข็งขึ้น
 คือไม่สามารถจะมีสังเคราะห์แสงได้

การทดลองที่แสดงว่าส่วนที่มีสีเขียว คือ คลอ
 โรฟิลล์เป็นของจำเป็นสำหรับการปรุงอาหารของพืชด้วย

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	วิธีสังเคราะห์แสดง เลือกใบเงินใบทองหรือใบไม้ อื่น ๆ ที่มีรอยทางไม่มีสีเขียว เช่นกระดาษ เป็นต้น เขานำร้อนลวกให้อ่อนลง แล้วล้างสีเขียว ๆ ออก ให้หมด รนสีซักแล้วสังเกตดูว่าส่วนที่เคยมีสีเขียว และไม่มีสีนั้นแตกต่างกันอย่างไร แล้วจึงเอาลงแช่ใน กึ่งแอมโมเนีย จะเห็นว่าส่วนที่เคยมีสีเขียวอยู่เดิม จะกลายเป็นสีม่วง ส่วนที่ทางอยู่เดิมจะไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าเฉพาะแต่ส่วนที่มีสีเขียวเท่านั้นที่เปลี่ยน สรุปได้ว่าการสร้างแสงในใบไม้ คือวิธีสังเคราะห์แสดง นั้นจะมีโดยเฉพาะแต่ส่วนที่มีสีเขียวเท่านั้น การทดลองที่แสดงว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรุงอาหารของพืช ยารกระทำ ให้พืชโตช้าลง จึงควรใช้วิธีอื่นโดย ถ้ามีเวลาและ เครื่องมือเพียงพอควรกระทำโดยวิธีปลูกต้นไม้ไว้ในภาชนะ ในครอบแก้ว ส่วนอากาศที่ระเหยผ่านเข้าไปในครอบแก้ว นั้นจะมีเครื่องมือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้อยู่ ทั้งนี้โดยให้อากาศผ่านน้ำปูนใส และเครื่องมือจะต้อง ตั้งอยู่ในที่ที่มืดสนิท เพื่อบ่งชี้ว่าต้นไม้ไม่ได้ทำ สิ่งพร้อมับวิธีอื่น เว้นเสียแต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพียงอย่างเดียว เพราะว่าต้นไม้ไม่สามารถเจริญเติบโต

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ผลจากการสังเกตและการสังเกต

โก๋จะไปโก๋หรือไม่ จะปรากฏว่าโก๋ไม่ระคาย ๗ เล่า
 เทียวและในที่สุดจะหายไป ๕๕ ๕๕
 เกดเพิ่มเกษมชน

ด้วยวิธีการ สังเคราะห์ แสง พืช ใบเขียว จะได้
 อาหารจากอากาศเกิดขึ้นก่อน น้ำตาลที่เกิดขึ้นใน
 ชนคนนั้นจะเป็นน้ำตาลผลไม้ ซึ่งมีลักษณะง่าย ๆ
 แต่จะรวมตัวกันเข้าเองกลายเป็นน้ำตาลอ้อย และ
 เป็นแป้งในที่สุด แป้งนั้นอาหารจะสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ
 ของต้นไม้ เช่น ตามหัวหรือในผลหรือเมล็ด เป็นต้น
 การเปลี่ยนเป็นแป้งเพื่อประหยัดที่เก็บ เวลาจะใช้
 เป็นอาหาร แป้งนั้นจะมีปริมาณมากจะลายลงเป็น
 น้ำตาลอ้อยและน้ำตาลผลไม้ใหม่ จากแป้งเองที่
 ต้นไม้ไปส่งต่อไปเป็นส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้
 ที่เรียกว่าเซลล์โลส ได้แก่น้ำไม่และใบไม้เป็นต้น
 ก่อนที่จะเปลี่ยนไปดังชนนั้น อาหารเปลี่ยนเป็นส่วน
 ที่ตรงแข็งตรงอ่อน เช่นหน่อไม้เป็นต้น ยังเป็นสัง
 ชงจะพอมอาหารอยู่บ้าง ก็จะเห็นได้ว่าเราอาหาร
 หน่อไม้มาเป็นอาหารได้ แต่จะเอาไม้ไปแกงแล้วมา
 กินเป็นอาหารไม่ได้

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

นอกจากนี้ผลที่ได้จากสังเคราะห์เห็น ยังเป็น
ตัวประกอบในการสังเคราะห์เคมีอื่น ๆ ของกันไม่
การสร้างโปรตีน ไขมันและตัวยาอื่น ๆ เช่น โปรตีน
ในเมล็ดถั่ว ไขมันในเมล็ดงา และตัวยา เช่น
ควินิน เป็นต้น

๑. ๒. ๓. ๔. ๕. ๖. ๗. ๘. ๙. ๑๐. ๑๑. ๑๒. ๑๓. ๑๔. ๑๕. ๑๖. ๑๗. ๑๘. ๑๙. ๒๐. ๒๑. ๒๒. ๒๓. ๒๔. ๒๕. ๒๖. ๒๗. ๒๘. ๒๙. ๓๐. ๓๑. ๓๒. ๓๓. ๓๔. ๓๕. ๓๖. ๓๗. ๓๘. ๓๙. ๔๐. ๔๑. ๔๒. ๔๓. ๔๔. ๔๕. ๔๖. ๔๗. ๔๘. ๔๙. ๕๐. ๕๑. ๕๒. ๕๓. ๕๔. ๕๕. ๕๖. ๕๗. ๕๘. ๕๙. ๖๐. ๖๑. ๖๒. ๖๓. ๖๔. ๖๕. ๖๖. ๖๗. ๖๘. ๖๙. ๗๐. ๗๑. ๗๒. ๗๓. ๗๔. ๗๕. ๗๖. ๗๗. ๗๘. ๗๙. ๘๐. ๘๑. ๘๒. ๘๓. ๘๔. ๘๕. ๘๖. ๘๗. ๘๘. ๘๙. ๙๐. ๙๑. ๙๒. ๙๓. ๙๔. ๙๕. ๙๖. ๙๗. ๙๘. ๙๙. ๑๐๐.

อาหารที่พืชได้จากดิน

อธิบาย ให้นักเรียนเข้าใจว่าอาหารที่พืชได้จาก
ดินนั้นส่วนมากเป็นเพียงพวกเกลือแร่ และแร่ได้
มากหรือน้อยเพียงพอหรือไม่ย่อมเกี่ยวกับคุณภาพของ
ดิน คือดินนั้นมีส่วนประกอบอย่างไร ถ้ามีส่วนที่เป็น
อาหารของพืชก็มากก็ถือว่ามีประโยชน์ ถ้าดินนั้นมี
ไม่เพียงพอ มันก็อาจจะเพิ่มเติมได้ได้ แท้จริง
ธรรมชาติก็มีส่วนช่วยอยู่มากแล้ว เช่นทุกขุม
นาหาลาก นานนักจะพายุจากที่ต่าง ๆ กระหายไป
ด้วย เราอาจจะเพิ่มปุ๋ยธรรมชาติหรือปุ๋ยเคมีให้แก่
ดินไม่เป็นพิเศษออกก็ได้

ปุ๋ยธรรมชาติ ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยธรรมชาติได้แก่พวกปุ๋ยสดหรือปุ๋ยคอกต่าง ๆ
เช่นเรากายหญ้าแล้วขุดหลุมฝังไว้จนเกือบจะกลายเป็น
ดินเขาดินนั้นไปทลายกลายเป็นปุ๋ยธรรมชาติ เพราะ
ได้ทิ้งไว้ ให้เน่าเขื่อยสลาย กลายเป็น พวกเกลือแร่ ที่
สามารถละลายน้ำได้ เพื่อคนไม่ระคายเคืองเข้าไป

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

บางทีเราใช้วัสดุตัวที่เรียกว่า บั๊กคอรทดให้แก่นักไม่
 ๕๕๔ ทงนเป็นเพราะเหตุว่า ในบั๊กคอรทน บางส่วนก็เช่น
 ๕๕๕ เกล็ดแร่ที่สามารถละลายน้ำได้ทันที มันไม่คึกเขา
 ๕๕๖ ไปใช้ได้ ส่วนที่เห็นกากอาหารเมื่อทิ้งไว้ก็จะเน่าเปื่อย
 ๕๕๗ ผึ่งไปกลายเป็นพวกเกล็ดแร่ มันจะไม่ค่อยประโยชน์
 ๕๕๘ ต่อภายหลัง การใช้บั๊กคอรพจะมีผลดีแก่กิจการ
 ๕๕๙ จะช้า เพราะจะต้องรอให้มีการเน่าเปื่อยผึ่งเสียก่อน
 ๕๖๐ บั๊กเคมหรือที่เรียกว่า บั๊กวิทยาศาสตร์นั้น ได้
 ๕๖๑ แก่เกล็ดแร่แท้ ๆ คือในชั้นต้นนักวิทยาศาสตร์ในทาง
 ๕๖๒ เกษตรกรรมพยายามศึกษาว่าเกล็ดแร่ชนิดใดที่มันไม่
 ๕๖๓ ชนิดไหนต้องการ เช่นพวกพืชใบเขียวส่วนมากจะ
 ๕๖๔ ต้องการเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟต จึงสังเคราะห์บั๊ก
 ๕๖๕ ชนิดขึ้น ซึ่งเช่นเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตเกือบจะ
 ๕๖๖ บริสุทธิ์ เป็นเพียงสีขาว ๆ คล้ายน้ำตาลทรายขาว
 ๕๖๗ เป็นจำนวนมาก ๆ ในการปลูกหอมกระเทียมหรือ
 ๕๖๘ ปลูกหญ้า ซึ่งส่วนมากต้องการให้เจริญเติบโตใน
 ๕๖๙ เขียวมาก ๆ ก็ใช้บั๊กชนิดนี้ คือเขาบั๊กเคมเพียงเล็กน้อย
 ๕๗๐ ละลายลงในน้ำแล้วรดต้นไม้ นั้น จะได้ผลรวดเร็ว
 ๕๗๑ กว่าบั๊กคอรพชนิดอื่นมาก แต่ต้องระวังว่า จะ
 ๕๗๒ ไม่ใช้บั๊กเคมให้มากเกินไป มิฉะนั้นจะกลายเป็น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	อันตรายแก่ตนไม่เช่นเคยยกยอที่เราเอาเงาเงลอรทกระ ด้งตนไม่คงกล่าวแล้วในทอนัน ถ้าโรงเรียนมีสวนครัว ควรจะไ้ทักคลองคุณ สมัยของขุขเคมคงกล่าวแล้วให้นักเรียนดูด้วย แต่ ควรกำหนดให้เป็นงานของนักเรียนเอง คือเมื่อ นักเรียนปลูกพืชชนิดใด ก็ให้ใช้ขุขเคม ชนิดหนึ่งก็ เหมารสชาติเป็นประจํา จนกว่าจะเห็นผลได้ชักชวน แะตจันระทองมพืชชนิดเกวณกขุขเคมได้ใช้ขุขเคมปลูก ไว้ใกล้ ๆ กัน สำหรับเป็นเครื่องควบคุมในการ เปรียบเทียบด้วย เพื่อให้เห็นว่าขุขเคมเพราะขุขเคม แะ ๆ ที่ทำให้มีความเจริญเติบโตรวดเร็วและมาก กว่าปลูกชนิดที่เห็นน

วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แรงความโน้มถ่วง ของตกเนื่องจากความโน้มถ่วง	ปรากฏการณ์ของตกเนื่องจากความโน้มถ่วงนั้นเป็นสิ่งที่คุ้นเคยกับความเป็นอยู่ของนักเรียน และโดยปกติจะไม่ค่อยสงสัยสักเท่าไร ควรทำการทดลองง่ายๆ ให้เห็นว่าของไม่หนัก หรือ เบา จะ ตกลงมา ด้วยอัตราที่เท่ากันเสมอ ในชั้นต้นลองทิ้งกระดาษแผ่นหนึ่งกับชอล์กแท่งหนึ่งจากที่สูงเท่า ๆ กัน จะเห็นว่าชอล์กถึงพื้นก่อน แต่ถ้ายันกระดาษนั้นให้แบนก่อน กลมและแน่น แล้วลองทิ้งดูใหม่ จะเห็นว่าตกลงไปในระยะใกล้กัน ที่เป็นเช่นนั้นแสดงว่าเนื่องจากลมช่วยต้านทานแผ่นกระดาษไว้ ถ้ามีเครื่องสำหรับแสดงความจริงข้อนี้ควรแสดงให้ดูด้วย ทำไมของในที่สูงจึงตกลงสู่พื้นดินเสมอ อธิบายว่าเป็นเพราะแรงดึงดูดของโลก ซึ่งเรียกว่าความโน้มถ่วง ซึ่งจะพยายามทำให้ของทุก ๆ อย่างตกลงไปสู่ศูนย์กลางของโลก เว้นไว้แต่จะมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมากักกันไว้

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
ลูกทั้งและระดับน้ำของข้าง ก่อสร้าง	ทำลูกทั้งอย่างง่าย ๆ หรือจะใช้ลูกทั้งสำเร็จรูปที่ มีขายก็ได้แต่แสดงให้เห็นว่าการทำลูกทั้งเพื่อ ทั้งสิ่งต่าง ๆ ให้ได้ตรงจริง ๆ นั้นเป็นผลเนื่องมาจาก แรงความโน้มถ่วงของโลก เพราะโลกจะดึงดูด ลูกทั้งไปในแนวทิศศูนย์กลางของโลก เพราะฉะนั้น แนวของลูกทั้งจึงจะคงได้ฉากกับแนวระดับของพื้นโลก ระดับน้ำที่เป็น เครื่องมือ ในการ ก่อสร้าง เพื่อ วางสิ่งของให้ได้ระดับในแนวราบ ควรทดลองโดย ใช้ระดับน้ำที่ใสงานได้จริง ๆ ให้สังเกตว่าถ้าอยู่ใน ระดับที่ถูกต้อง ฟองอากาศจะไม่เอียงไปข้างใด ข้างหนึ่ง ที่เป็นดังนี้เพราะแรงความโน้มถ่วงของ โลกจะดึงดูดให้น้ำไหลจากที่ที่มีระดับสูง ไปหาที่ที่มี ระดับต่ำเสมอ เมื่อไรระดับเท่ากัน จึงจะหยุดไหล เมื่อสองข้างอยู่ในแนวระดับ น้ำจะไม่ไหลไปข้างหนึ่ง ข้างใด ฟองอากาศที่อยู่ในระดับน้ำจะอยู่ ณ ที่ที่ เครื่องหมายไว้
ประโยชน์ของ แรง ความ โน้มถ่วง	จัดทำแผนประโยชน์ของ แรง ความ โโน้มถ่วง ออกเป็นข้อ ๆ และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนว่า การทำงานของเครื่องกลจากที่สูงลงไปสู่พื้นดินนั้นเป็นข้อเกิด

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความหนาแน่น	ของพลังงานที่สำคัญ ทงนหมายรวมถึงการทบทวน ของไหลจากทบทวนระดับสูงไปหาทบทวนระดับต่ำ อาจ ให้ยกตัวอย่างควยว่า เราได้ใช้ความรู้ เหล่านี้ ก่อให้ เกิดประโยชน์อะไรบ้าง ก่อนจะให้ คำจำกัด ความของ ความ หนาแน่น ควรให้ข้อ สังเกตจาก ของธรรมชาติสามัญว่าความ หนาแน่นนั้นเป็นการเปรียบเทียบระหว่างของสองอย่าง โดยกำหนดให้มีปริมาณเท่า ๆ กัน และควยว่าไหน หนาแน่นมากกว่ากัน แล้วจึงให้คำจำกัดความว่า ความหนาแน่นหมายถึง ปริมาณ ของ เนื้อสสารที่มีอยู่ ในหนึ่งหน่วยปริมาตร
วิธีหาความหนาแน่นของ ของแข็งทรงเรขาคณิต	จากคำจำกัดความของความหนาแน่น จะ เห็นได้ว่า ถ้า หาร ความ หนาแน่นของสารใด จำเป็นจะ ต้องรู้น้ำหนักของสารนั้น และรู้ปริมาตรพร้อมกันไป ควย น้ำหนักนั้นย่อมหาได้โดยใช้ตาชั่ง แต่ ส่วนปริมาตรถ้าหากว่าสารนั้น มี ทรง เรขาคณิตก็อาจ ใช้ความรู้ในทางคณิตศาสตร์หาคำนวณเอาได้ ให้ ใช้สูตรหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ซึ่งมีกว้าง ยาวสูงคงกัน แล้วจึงให้หาปริมาตรของทรงกระบอก ทรงกลมและทรงกรวย ทงนี้ใช้สูตรในทางเรขาคณิต

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิธืหาความหนาแน่นไทย ใช้ด้วยยูเรก้า	ไทยไม่ต้องคำนึงถึงที่มาของสูตร และในการทำ ไทยแบบฝึกหัดคนไม่ควร ให้เด็ก ค่อยหาส่วนต่าง ๆ ของทรงเรขาคณิตเหล่านั้น
ความถ่วงจำเพาะ	ถ้าสิ่ง ซึ่งจะหา ความหนาแน่น ไม่อาจ คำนวณ ปริมาตรได้ไทยสูตรในทางเรขาคณิต ก็ต้องใช้วิธี แทนที่น้ำ ควรทดสอบหาความหนาแน่นของก้อนหิน ไทยใช้ด้วยยูเรก้า คือให้น้ำล้นออก แล้วชั่งปริมาตร ของน้ำที่ล้นออกนั้นด้วยแก้วตวง นำเอาไปใช้ในการ คำนวณหาความ หนาแน่น ควร ให้มีโจทย์ง่าย ๆ ให้ ทำประกอบการทดลองไปด้วยตามสมควร
	ให้นักเรียนสังเกตว่า ความหนาแน่นที่หาได้ ความหนักที่ถ่วงแล้ว ทารงเข็นน้ำหนักของหนึ่งหน่วย ปริมาตรจึงเป็นปริมาตรที่มีหน่วย คำนวณของอย่าง เดียวกันถ้าศึกษากระษัยซึ่งตวงวัด ที่แตกต่างกันก็อาจ มีค่าต่างกันไปก็เหมือนกันไม่มีความแน่นอน วิธีนี้ก็ ทรงายที่สัณคึกคอกแทนที่จะคิด เช่น น้ำหนักคือ หนึ่งหน่วย ปริมาตรใช้เป็นการเปรียบเทียบว่าสารหนึ่งจะมีน้ำหนัก เป็นกี่เท่าของน้ำในเกณฑ์ที่มีปริมาตรเท่ากัน อัตรา ส่วนอันนี้เรียกว่าความถ่วงจำเพาะ ความถ่วงจำเพาะ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิ^๕หาความ^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ ของ^๕ของ^๕แข่ง^๕ทร^๕เร^๕ชา^๕ค^๕ณ^๕ก^๕	จึง^๕เป็น^๕ความ^๕หนา^๕แน่น^๕ เปรียบ^๕เทียบ^๕บน^๕น^๕เอง^๕ ให้^๕ผู้^๕ตร^๕ ใน^๕ การ^๕ค^๕ำน^๕ว^๕ณ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕ม^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ จาก^๕ส^๕ู^๕ตร^๕การ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕ม^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ จะ^๕เห็น^๕ว^๕า^๕ น^๕า^๕ห^๕น^๕ก^๕ข^๕อง^๕ข^๕อง^๕แ^๕้ง^๕ท^๕ร^๕ห^๕า^๕น^๕เร^๕ว^๕า^๕ ได้^๕โดย^๕การ^๕ข^๕่ง^๕ห^๕า^๕ น^๕า^๕ห^๕น^๕ก^๕ แ^๕ก^๕ถ^๕า^๕จะ^๕ห^๕า^๕น^๕า^๕ห^๕น^๕ก^๕ข^๕อง^๕น^๕า^๕ใน^๕ก^๕อน^๕ท^๕ม^๕ข^๕ร^๕- ม^๕า^๕ท^๕ร^๕เท^๕า^๕ก^๕ัน^๕ เ^๕ว^๕า^๕ม^๕จำ^๕เ^๕น^๕จะ^๕ท^๕้อง^๕ท^๕ร^๕า^๕ย^๕ว^๕า^๕ส^๕า^๕ร^๕น^๕ ม^๕ข^๕ร^๕ม^๕า^๕ท^๕ร^๕เท^๕า^๕ไ^๕ว^๕ จึง^๕ม^๕ี^๕ความ^๕จำ^๕เ^๕น^๕จะ^๕ท^๕้อง^๕ห^๕า^๕ย^๕ว^๕า^๕ม^๕า^๕ท^๕ร^๕ ข^๕อง^๕ส^๕า^๕ร^๕น^๕ เ^๕น^๕เ^๕ก^๕ย^๕ว^๕ก^๕ย^๕เ^๕ว^๕เ^๕ก^๕การ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕หนา^๕แน่น^๕ จึง^๕ห^๕า^๕ไ^๕ว^๕เ^๕ก^๕ย^๕ว^๕ก^๕ย^๕เ^๕ก^๕ย^๕ไ^๕ว^๕ไ^๕ว^๕มา^๕แล^๕ว^๕ ค^๕อ^๕ถ^๕า^๕ส^๕า^๕ร^๕น^๕ ม^๕ี^๕ท^๕ร^๕ง^๕เป็น^๕เร^๕ชา^๕ค^๕ณ^๕ก^๕ ๗^๕า^๕ค^๕ำน^๕ว^๕ณ^๕ได้^๕โดย^๕ใ^๕้^๕ผู้^๕ตร^๕ ใน^๕เ^๕ว^๕เ^๕ก^๕นี้^๕ ม^๕ี^๕ม^๕ี^๕ความ^๕จำ^๕เ^๕น^๕จะ^๕ท^๕้อง^๕ท^๕ำ^๕การ^๕ท^๕ค^๕ล^๕อง^๕ ๗^๕า^๕ร^๕ก^๕ ๗^๕า^๕จะ^๕น^๕ำ^๕๗^๕า^๕ผล^๕ข^๕อง^๕การ^๕ท^๕ค^๕ล^๕อง^๕ใน^๕เ^๕ว^๕เ^๕ก^๕ความ^๕ หนา^๕แน่น^๕มา^๕ใ^๕้^๕ค^๕ำน^๕ว^๕ณ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕ม^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ก^๕ไ^๕
วิ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕ม^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ ข^๕อง^๕ข^๕อง^๕แ^๕้ง^๕ท^๕ร^๕ห^๕น^๕ก^๕กว่า^๕น^๕า^๕	ใน^๕การ^๕ท^๕ค^๕ล^๕อง^๕เ^๕ว^๕เ^๕ก^๕ความ^๕หนา^๕แน่น^๕ เ^๕ว^๕ห^๕า^๕ ข^๕ร^๕ม^๕า^๕ท^๕ร^๕ข^๕อง^๕ก^๕อน^๕ห^๕น^๕โดย^๕ใ^๕้^๕ด^๕้วย^๕ข^๕ร^๕เ^๕ก^๕า^๕ ซึ่ง^๕จะ^๕เห็น^๕ ไ^๕ว^๕ว^๕า^๕ ถ^๕า^๕ข^๕อง^๕แ^๕้ง^๕น^๕น^๕ห^๕น^๕ก^๕กว่า^๕น^๕า^๕ข^๕อม^๕จะ^๕ม^๕ลง^๕ไป^๕ ท^๕ง^๕ท^๕ม^๕ก^๕ และ^๕ไ^๕ว^๕น^๕า^๕ไ^๕ล^๕น^๕ข^๕อก^๕เท^๕า^๕ท^๕ข^๕ร^๕ม^๕า^๕ท^๕ร^๕ข^๕อง^๕ ข^๕อง^๕แ^๕้ง^๕น^๕ ใน^๕การ^๕ห^๕า^๕ค^๕ว^๕า^๕ม^๕ถ่วง^๕จำ^๕เพาะ^๕ก^๕เ^๕น^๕เ^๕ก^๕ย^๕ ก^๕ัน^๕ ถ^๕า^๕เ^๕น^๕ข^๕อง^๕แ^๕้ง^๕ท^๕ร^๕ม^๕น^๕า^๕ไ^๕ค^๕ก^๕๗^๕า^๕ใ^๕้^๕ด^๕้วย^๕ข^๕ร^๕เ^๕ก^๕า^๕ห^๕า^๕ ข^๕ร^๕ม^๕า^๕ท^๕ร^๕

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิธีหาความถ่วงจำเพาะ ของของเหลวโดยใช้ขวดหาค ความถ่วงจำเพาะ	ให้นักเรียนเห็นว่า การหาค่าปริมาตร ของ ของเหลวนั้น อาจทำได้ง่าย ๆ คือใช้ขวดทวงหรือ แก้วทวง แต่อาจจะไม่ละเอียดถ่วงเพียงพอ จึง เป็นความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ คือขวด หาคความถ่วงจำเพาะ ถ้าไม่มีขวดหาคความถ่วง จำเพาะจริง ๆ จะใช้ขวดปากแคบ ๆ ก็อาจจะพอทำ ให้เห็นหลักในเรื่องนี้ได้ คือจะต้องพยายามทวงให้ ของเหลวให้มีปริมาตรที่แน่นอนที่สุด ขวดหาคความ ถ่วงจำเพาะมีรูเล็ก ๆ อยู่ทุก ข้างน้ำจะล้นขึ้นมา ให้ทันเต็ม จึงทำให้ความผิดพลาดในการทวงมีน้อย ที่สุด ควรทำการทบทวนให้นักเรียนดูวิธี ๆ สัก ครั้งหนึ่งคือ ใช้ขวดเปล่าแล้วซึ่งขวดที่มีของเหลว อย่างใดอย่างหนึ่ง หักลดยาน้ำหนักของของเหลว เต็มขวดนั้นแล้ว จึงนำไปใช้ ในการ คำนวณ หาคความ ถ่วงจำเพาะ
หลักเกณฑ์ของอาร์คิมิดีส การค้นพบหลักเกณฑ์	เล่าประวัติ ของ อาร์คิมิดีส ตอนที่ ค้นพบ หลัก เกณฑ์ในเรื่องน้ำหนักหายไปเมื่อเทหัวตะกั่วลงไปใน ของเหลว แล้วสรุปเป็นหลักว่าเมื่อเทหัวตะกั่วลง ในของเหลว น้ำหนักย่อมหายไปเท่ากับน้ำหนัก ของของเหลวที่ถูกเทหัวตะกั่วแทนที่ เพื่อประโยชน์

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การลอยตัวและการจม	แห่งความเข้าใจควร จะได้ทำการทดลองทดลองหลัก เกิดขึ้น ใช้โดยอาศัยไฮโดรสแตติกส์และเครื่อง สำเร็จทำขึ้นใช้ทดลองในเรื่องนี้โดยเฉพาะ ถ้าไม่มี เครื่องสำเร็จดังกล่าวแล้ว ก็ควรใช้วิธีซึ่งก่อนนั้น ในอากาศหนึ่ง ซึ่งในน้ำหนึ่งหกลักษณะนั้น ท้ายไป แล้วใช้ด้วยเบร็กหาปริมาณของของเหลว ที่ล้นออก คำนวณของเหลวเทียบกันน้ำหนัก หายไปจะเห็นว่าใกล้เคียงกัน ใช้หลักในเรื่องความหนาแน่น หรือ ความถ่วง จำเพาะ อธิบายเรื่องการลอยตัวและการจมของเทห- วัตถุในของเหลวให้ใกล้เคียงกว่าถ้าเทหวัตถุมีความหนา- แน่นหรือความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าของเหลวโดยจมม ลงในของเหลวนั้น แต่ถ้าความหนาแน่นหรือความถ่วง จำเพาะน้อยกว่าของเหลวจะลอยขึ้น ควรมีการทดลองที่เห็น ได้โดยเด่นชัด เช่นลอยตะปในปรอท เป็นต้น และควร ย้ำว่าการวัดความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ นั้น ของคำนึงถึงปริมาณเสมอไป เรือเหล็กที่ลอยน้ำ ได้ก็เพราะว่าเรือทงลำไม่ใหญ่เป็นเหล็กทั้งหมด มีส่วน ที่เป็นโพรงอากาศอยู่เป็นจำนวนมาก แม้ว่าเหล็ก จะมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ แต่ความหนาแน่น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความถ่วงจำเพาะ ของ ของ แข็ง หนาแน่น และลอย นาน้ำอาศัย หลักเกณฑ์ ไฮโดรมิเตอร์ชนิดสามัญ	ของเรือเหล็กเมื่อจมรวม โพรง อากาศเข้าไว้ด้วยจะ น้อยกว่าน้ำ จึงทำให้ลอยในน้ำได้ น้ำแข็งที่ลอย ในน้ำก็เพราะเหตุว่า เมื่อ น้ำกลาย เป็น น้ำ แข็ง ย่อม ขยายตัว ความหนาแน่นจึงน้อยลงทำให้ลอยได้ ใช้หลักเกณฑ์ ของ อาร์คิมิดีส ช่วย ในการหา ความถ่วงจำเพาะ โดยวิธีลัด พยายามอธิบายให้ เห็นว่าเราหาหาคความถ่วงจำเพาะ ของสาร ได้จาก น้ำหนักที่ชั่ง ในอากาศหารความหนาแน่นที่ หายไป เมื่อ ชั่งในน้ำเช่นตังนี้เพราะเหตุว่า น้ำหนักที่ หายไป เมื่อ ชั่ง ใน น้ำนั้น ย่อม เท่ากับน้ำหนัก ของน้ำ ที่จมรวมมา เท่ากับเทหวัตถุ ถัดนั้นจะหาใช้ทำซึ่งไฮโดรมิเตอร์ชนิดลัด ซึ่งน้ำหนักของของในน้ำเพื่อหาความถ่วงจำเพาะตาม วิธีที่กล่าวแล้ว ถ้าเป็นเทหวัตถุที่ลอยในน้ำได้ จำเป็นต้องใช้ ของที่หนักกว่าช่วยถ่วงเพื่อให้จมลงไปให้หมด แต่ ในการคึกหาน้ำหนักที่หายไปจำเป็นต้องหกลอยน้ำหนัก ของของที่ถ่วงนั้นออกเสียก่อน ทำการทดลองง่าย ๆ ให้เห็นว่าแรงการจม และลอยของของนั้นจะช่วยให้เราสามารถ สร้าง เครื่อง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	สำเร็วจักความถ่วงจำเพาะของของเหลวใด ๆ คือใช้ หลอดทกลองใส่ตะกั่วเพียงเล็กน้อย แล้วเอาลงลอย ในน้ำ จมลงไปถึงขีดใดทำเครื่องหมายไว้ แล้วของ เปลี่ยนเอาลงลงในของเหลวชนิดอื่น เช่นกลอสส รุกตะเกียงหรือน้ำมันมะพร้าว เป็นต้น จะเห็นว่าม ลงไปต่างกัน ถ้าเป็นของเหลวที่มีความถ่วงจำเพาะ สูงกว่าน้ำจะเพียงให้หลอดนั้นลอยสูงขึ้น แต่ถ้าม ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ หลอดจะจมลงมากกว่า เดิม ทั่วบริเวณจึงอาจกำหนดระดับที่จมลงไป บอก ไตร่โต้ว ของเหลว นั้นมี ความถ่วงจำเพาะ สูงต่ำกว่า น้ำเพียงใด ให้นักเรียนสังเกต ไฮโดรมิเตอร์ ชนิดสามัญที่ ทำสำเร็จแล้วมีขายในท้องตลาด ว่าสร้างขึ้นด้วย หลักเกณฑ์ทั้งกล่าแล้ว ต่างแต่มีสเกลที่แน่นอน สามารถจะอ่าน ออก มา เป็น ความถ่วง จำเพาะได้โดย ที่เดียว ของไฮโดรมิเตอร์ชนิดสามัญจักความ ถ่วงจำเพาะของของเหลวต่าง ๆ เท่าที่จะทำได้ ทั้ง นี้เพื่อให้เห็นประโยชน์ของไฮโดรมิเตอร์ชนิดนี้ ควร อธิบาย ให้ เห็น ว่า จาก หลัก ของ ไฮโดรมิเตอร์ชนิด

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ความดันของอากาศ
อากาศมีน้ำหนัก

สามัญ อาหาร คักแปลงออกไป เป็นไฮโดรมิเตอร์ ชนิดพิเศษ สำหรับใช้ในกิจการพิเศษอย่างหนึ่งอย่างใด โดยเฉพาะ เช่นไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้วัดน้ำหนักในแบบเทอร์รอลยอนตร์ เป็นต้น ถ้าสามารถทำได้ควรหาตัวอย่างมาให้ดู ให้รู้จักวิธีใช้ เพราะเป็นสิ่งที่แยกอาหารโคพบเห็นในชีวิตประจำวันของเขา หรือในเวลาข้างหน้าต่อไป

แสดง ด้วย การ ทดลอง ให้ เห็น ว่า อากาศ มี น้ำหนักโดยซึ่งตกไปยังเปล่า ๆ และลูกโป่งที่เป่าจนพองลมเต็มที่แล้ว พยายามอธิบายให้นักเรียนเห็นความหมายว่าอากาศมีน้ำหนักมหาสมุทรแห่งอากาศ ซึ่งมีอากาศอยู่หนาแน่นจำนวนเกือบร้อยละ ๗๖ ถ้าอากาศมีน้ำหนัก ความหนาแน่นของอากาศที่เวลานั้นควรจะแสดงผลเป็นความกดดันบางอย่าง ดังจะเห็นได้จากการทดลองต่อไปนี้

การทดลองแสดงความดัน
ของอากาศ

การทดลองแสดงความดันของอากาศ อาจทำได้แตกต่างกันหลายวิธี เช่นการทดลองที่ใช้เครื่องสำเร็จเช่นรปลดลมผ่าซีกประกบกัน หรือทดลองให้อากาศบีบกระป๋องเปล่าโดยคัมภีร์ในกระป๋องให้ไอน้ำไล่อากาศออกเสียก่อน หรือจะใช้แก้วน้ำ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ประโยชน์ ของ ความ ค้น ของ อากาศ	กษัตริย์แห่ง หรือหนึ่งยุคหนึ่งใด ที่งานแล้วแต่ จะสามารถหาเครื่องทดลองได้ ควรทำการทดลอง หลาย ๆ อย่างเพื่อสนับสนุนความจริงข้อเดียวกัน คือ ทว่าอากาศก่อนแวกล้อมตัวเราอยู่นั้นมีความค้น ซึ่งให้นักเรียนเห็นว่าความค้นของอากาศเกี่ยว ข้องกับชีวิตของเราอย่างไร ยกตัวอย่างจากความ เป็นไปในชีวิตจริง ๆ ให้มาก เช่นเวลาเรากระโดด นม เค้าเราจะเหวี่ยงจะเหวี่ยงกลิ้งจาก หรือการตกเครื่อง กมโดยใช่เหตุผลนั้น ถ้าไม่มีความค้นของอากาศ ช่วย เราก็จะออกแรงมากที่เหวี่ยง ถ้าลงไปใต้ดิน ลึก ๆ ความก้นของอากาศสูง เช่นเวลาทำ รากสะพานขึ้นคั่น หรือขึ้นไปบนยอดเขาสูง ๆ หรือ ขึ้นเรือขึ้นไปในระดับสูงจะมีผลแก่ร่างกายอย่างไร
บาโรมิเตอร์ การทดลองของทอริริเชลลี และปาสกาล	เพื่อให้สามารถวัด ความ ค้น ของ อากาศ เป็น ปริมาณที่แน่นอนได้ ควรทำการทดลองโดยใช้หลอด บาโรมิเตอร์ ใส่ปรอท แล้วคว่ำลงไปในอ่าง ทวัดความ สูงของระดับปรอท และอธิบายให้เห็นว่าความสูงของ ระดับปรอทนั้นเทียบเท่ากับความค้นของอากาศ เล่า

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ขาโรมิเตอร์แบบซุกและอ่าน- รอยเท้า	การทดลอง ของ คอรัลเซลล์ และปาสกาล เพื่อประกอบ การทดลองททาชินนควย ในการทดลองให้ระวังว่า ปรัชการของแห่ง มีคณนาทระของเหลวอย่างอนท มอจะกลายเป็นไอในคูนยาภาค และทำให้ระทัย ปรัชการกว่า ๗๖ เซนติเมตรมากจนเกินไป อธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าความสูงระทัยปรัช นชำระ เปลี่ยนแปลง ได้ตาม ความ เปลี่ยนแปลง ของ ความดันของอากาศ ถัดถ้าอากาศแปรปรวน ความ สูงของปรัชการจะลดต่ำลง ทวบลกอนนระอากาศว่าง เครื่องมือ เครื่องใช้ ว่า ความ เปลี่ยนแปลง ของ อากาศได้ ในการสอนขาโรมิเตอร์แบบซุก ควรสร้างแบบ ทำของของขาโรมิเตอร์ชนิดนี้ให้นักเรียนทำก่อน ทงน ขาทำ ได้โดย ใช้หลอด การ ทดลอง ของ ขอบด้ยรร ปรัชการเช่นเดียวกับทดลอง ความดันของอากาศแล้วใช้ แท่งแก้วคนผูกเชือกคล้องลอบ ไว้เห็นปรัชการทางคาน ปลายเบ้า แล้วโยงเชือกนั้นผ่านรอกถึงทวบลก แก้วคนทมนานาหนักน้อยกว่าเล็กน้อย ทงนเพื่อให้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เปลี่ยนแปลงได้กับระดับของปรอท ที่ควรจัดทำเป็น
 เข็มชี้ให้เห็นความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแล้ว เครื่อง
 ทดลองง่าย ๆ ดังว่านี้จะช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจหลัก
 ของบาโรมิเตอร์แบบสุญญากาศได้

ควรแยกส่วนประกอบ ของบาโรมิเตอร์แบบสุญญากาศ
 ให้เด็กเรียนดูโดยตลอด และชี้ให้เห็นว่าบาโรมิเตอร์
 แบบนี้ มีประโยชน์เพียงใดวัดความสูง ณ ที่ใด ซึ่ง
 ไม่มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลง ถ้าเรานำไปใช้ในเรือ
 ขนเรือขึ้นหรือเขาคิดว่าไปในที่ต่าง ๆ ย่อมไม่สะดวก
 ถึงความจำเป็นที่จะต้อง ประดิษฐ์บาโรมิเตอร์แบบ
 ใหม่ซึ่งไม่ใช่ของเหลว เรียกว่าอานีรอยด์บาโรมิเตอร์
 ซึ่งแปลว่าบาโรมิเตอร์แห้ง ควรอธิบายทฤษฎีอย่าง
 ง่าย ๆ ให้ฟัง ก่อนว่า ถ้ามี กระบุงซึ่งสูญอากาศออก
 แล้วทำให้สนิททั้งไว้ กระบุงนั้นจะถูกอากาศกดอยู่
 ตลอดเวลา ถ้าอากาศมีความกดกันมาก กระบุงก็จะ
 แผลงเข้าไปมาก ถ้ามีความกดกันน้อยกระบุงก็จะ
 โยงออกมา ถ้ามีวิธีใดที่จะทำให้รู้ได้ว่ากระบุงโยง
 หรือแผลงออกมา มากน้อย เพียงไรแล้วก็จะใช้ทาง
 บาโรมิเตอร์แบบสุญญากาศได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การ เปลี่ยนแปลง ของอากาศ กับยาโรมิเตอร์	เอาชานีรอบตัวยารอมิเตอร์จริง ๆ ให้นักเรียนดู แต่ไม่ควร ให้สังเกต รายละเอียด ของเครื่อง กลไก ให้ มากนัก เพราะว่าสลับซับซ้อนเกินไป คล้ายเครื่อง จักรนาฬิกา ฉะนั้นควรเพียงแสดงให้ดูว่าด้วยกระดิ่ง ให้พบ มีกลไกที่ทำให้เข็มชี้ไปในทางที่ความดัน สูง และถ้าคล้ายกลไกที่กดลง เข็มก็จะกลับชี้ไป ในทางที่ความดันต่ำ อธิบาย ให้นักเรียน เห็นว่า ยาโรมิเตอร์ ใช้เป็น เครื่องมือสำหรับตรวจสอบหาการเปลี่ยนแปลงของ อากาศ เพราะว่าเหตุว่าถ้าจะมีพายุหรือฝนจะต้องมี อากาศที่อ่อนพุดเข้ามาแทนที่ ก่อนที่จะมีอากาศ ที่อ่อนพุดเข้ามาแทนที่ได้ อากาศที่หนาแน่นจะต้องมีความ กดที่หนัก ซึ่งอากาศนั้น เพราะว่าข้างส่วนของอากาศ จะลอยสูงขึ้นไป ดังนั้นถ้าความดันของอากาศ ที่อ่านได้จากยาโรมิเตอร์ลดค่าลง ก็เป็นเครื่องแสดง ว่าในไม่ช้าจะมีลมที่อ่อนพุดเข้ามาแทนที่ ซึ่งอากาศเป็น ลมฝน หรือถ้าพุดมา อย่างรวดเร็วและรุนแรงก็อาจจะ เป็นพายุได้ ถ้าในบริเวณนั้นมีอากาศที่ขุ่นหนาแน่น อ่านจากยาโรมิเตอร์ จะ ได้ ความกดที่หนักของอากาศ สูง แสดงว่าอากาศเป็นปกติ

รายการสอน

คำแนะนำวิสอน

การใช้ยาโรมิเทอรั่ววัด ความดัน ของอากาศใน
 ทำยต่าง ๆ กันภายในประเทศหรือทวีปแล้วรายงาน
 ผลให้หน่วยกลางทราบพร้อมกัน ย่อมเป็นเครื่อง
 ช่วยให้ รัฐบาล ของกันพัวอากาศว่าจะเปลี่ยนแปลงไป
 อย่างไรและเมื่อใด

ผู้สอน

ผู้เรียนและการทำงานของผู้เรียน

ผู้เรียนเรียนเครื่องมือเครื่องใช้ที่คุ้นกับความเย็น
 อยู่ประจำจน ช่างนักเรียนจะได้ทราบการทำงานของผู้เรียน
 ชื่นชอบ ว่า เกี่ยวข้อง กับ ความดัน ของ อากาศ อย่างไร
 การทำ ให้ นักเรียน เข้าใจว่า การ ทำงานของผู้เรียนได้
 ควรจะเรียนหรือทดลองศึกษาหรือทดลองคิดต่อก่อน เพื่อ
 ให้เห็นความสำคัญของผู้เรียน เราทำให้ความดันของ
 อากาศภายในลูกตุ้มต่ำลง ความดันของอากาศภายนอก
 รั้งคนทำให้ไหลเข้าไปในหลอดนั้น ถ้าเราลดคน
 ลูกตุ้มลง น้ำก็จะไหลกลับลงไป ยังไม่สำเร็จประโยชน์
 เป็นผู้เรียนได้ แต่ถ้าเราทำให้ลูกตุ้มขึ้นเองใหม่ลง
 เวลาที่ลูกตุ้มขึ้น ก็ไหลขึ้นนัยก เวลาที่ลูกตุ้มลงก็ให้
 ลงนัยก และที่ปลายหลอดก็ไหลขึ้นอีกอันหนึ่ง
 ทำงานตรงกันข้ามกับลูกตุ้ม ก็หมายความว่า

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แรงดันของของเหลว แรงดันของของเหลว เกี่ยว กับความลึก	ถ้าสมมติให้คนยืนบนพื้นราบ ยืนบนพื้นลาดชัน ยืนบนพื้นลาดชันชันขึ้น ๆ จะรู้สึกว่าแรงดันของของเหลวในหลอดสูงขึ้น คือสามารถที่จะยกน้ำหนักที่กดลงไปจนกระทั่งถึง หาตัวอย่าง สดชื่นคนมาให้อธิบาย ๆ ใช้สมมติ มันถ้าชกได้ ถ้าจะให้คิดว่าเป็นเครื่องสำหรับใช้ การสอนทำด้วยแก้ว สามารถมองเห็นหลอดชัดเจน แรงดันของของเหลว เป็นเรื่อง เกี่ยวกับแรง ความโน้มถ่วงของโลก ซึ่งพยายามจะทำให้สาร ทุกชนิดตกลงไปสู่ศูนย์กลางของโลก ควรมีการ ทดลอง แสดงให้เห็นว่า ของเหลวจะไหล ไปหาที่ที่มี ระดับต่ำ และจะหยุดไหลเมื่อมีระดับเท่ากัน ทั้งนี้ โดยไม่จำกัด ในเรื่อง ขนาดหรือ ความมากมายของ ของเหลว มีแต่ระดับเท่านั้นที่เป็นข้อสำคัญ แสดง การ ทดลอง ให้เห็นว่า แรงดันของของ เหลวจะมากขึ้น ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่ลึก ๆ อาจจะใช้ การทดลองง่าย ๆ ที่เรารู้อยู่ข้างกระเบื้องสูง ๆ ๒ ร ในระดับที่ต่างกัน หรือจะใช้วิธีพิเศษ คือมีการวาง ท่อยกด้วยยาง แล้วต่อกับเครื่องวัดระดับหยั่งลงไป ในน้ำลึก ๆ ก็ได้ เพื่อให้เห็นว่ายิ่งลงไปลึกเท่าใด แรงดันของของเหลวก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความ คณ ของ ของเหลวทุก และข้างภาชนะ	การทดลอง ทแล้ว มา อา ไซ แสง ให้เห็นว่า ความ คณ ของ ของเหลวที่ระดับกลอนหนึ่งนั้นเท่ากัน ทุกทิศทุกทาง ไม่ว่าจะเป็นข้างบนข้างล่างหรือ ข้าง ๆ ก็ตาม
ของเหลว ย่อม รั่ว ภาชนะ การประปา กำลังค้ำของน้ำ	ใน หัวข้อนี้ ผู้คง ประ โยชน์ ของ แรง คณ ของ ของเหลว ให้เห็นว่าที่ของเหลวย่อมมีภาชนะค้ำค้ำ ทำให้น้ำย่อมไหลจากที่สูง ไปหาที่ระดับต่ำเสมอไป ทำให้เกิดกระแส น้ำ ไหล จากทาง ภูมิประเทศที่สูงกว่า ลงไปตามลำธารและแม่น้ำไปสู่ทะเลในที่สุด น้ำนั้น มีอยู่ในที่สูง เช่นตามยอดเขาก็อาจจะต่อท่อให้ไหล ไปเองเพื่อใช้ได้อย่าง ทั่ว ๆ หรือจะเอากำลังค้ำค้ำ ของ น้ำนั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ก็ได้ เช่นทำให้เครื่อง กังหันหมุน เติมน้ำมันไฟฟ้า เป็นต้น ในการประปา จะเห็นมีถังซึ่งค้ำค้ำน้ำไว้สูงเพื่อให้น้ำ ไหล ในที่ที่มีระดับ สูง และกำลังค้ำค้ำของน้ำจะทำให้ น้ำ ไหล ลงไปตาม อาคารต่าง ๆ ได้เองโดยไม่ต้องคอยสูบอยู่เสมอ นอก จากนี้ตัวอย่างที่น่าสนใจ เช่น การทำนาพุเล็ก ๆ ก็ ควรอธิบายหรือพยายามจำลองให้ดูด้วย

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
เครื่องกลผ่อนแรง คานงัด ๓ ชิ้นคีย์ เฟลา และพวงมาลัย รอกพวง ขย้าง ใช้ เชือก เส้น เคียว รนาบเอียง ลิ่มและสลัก แสดงด้วยการทดลอง	ในเรื่องเครื่องกลผ่อนแรงนี้ ประสงค์ให้เห็น ด้วยการทดลองว่า มนุษย์จะใช้เครื่องมื่อช่วยผ่อน แรงให้เขาลงได้อย่างไร ยังไม่มีความจำเป็นของ ให้รู้สูตรที่ใช้ในการศึกษาคำนวณ เป็นแค่เพียงให้เห็น ประโยชน์เท่านั้น จึงควรแสดงการทดลองทั้งสี่ คานงัด ๓ ชิ้นคีย์ก็มีอยู่กันคีย์เคียว คือ ชิ้นคีย์ ๑ เช่น การใช้เชือกแสดง เป็นต้น เป็นตัวอย่างแสดงการ ผ่อนแรง ควรทดลองยกของหนักจริง ๆ เพื่อให้เห็น ว่าแม้แค่เล็กก็สามารถยกได้ แล้วจึงแสดงการ การทดลองเล็ก ๆ เช่นการทดสอบ ที่เข็นคันเหว เหวถ้าถ่วงด้วยการทดลองเล็ก ๆ ก่อน นักเรียน อาจจะยังไม่เห็นประโยชน์ เฟลาและพวงมาลัย มีตัวอย่างที่ใช้ในชีวิต จริงมากด้วยกัน ครูอาจจะยกตัวอย่างจากสิ่ง เหล่านั้น แล้วแสดงให้ดูว่าการทดลองว่า หนักน้อย ๆ สามารถยกน้ำหนักจนโตได้ หรือ อาจจะยกน้ำหนักจนโตขึ้นจนไปก็ได้อีกเหมือนกัน แต่ ควรให้นักเรียนสังเกตด้วยว่า ถึงแม้จะผ่อนแรงได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	กิจกรรม แต่เราจะต้องออกแรงน้อยเป็นระยะทางไกล หรือเป็นเวลานานมาก ซึ่งทรงกคือเป็นการค่อย ๆ ผ่อนแรงทำงานทีละน้อย ๆ รณายเอียง ควรให้สังเกตวิธีการเล่นของ หนัก ๆ ขึ้น โดยใช้สะพานลาค ว่าเป็นวิธีการ ช่วยผ่อนแรงได้อย่างไร แล้วจึงนำเอาหลักถนนไปอธิบายเรื่องเดิม ส่วนการที่จะแสดงหลักของสกร ควรให้กระดากคักเป็นรูปชายธง ในชั้นต้นคลให้ เห็นว่าลักษณะเป็นรณายเอียง แต่เมื่อมันกระดาก ชายธงนั้นเจ้า จะกลายเป็นสกรไป สกรจึงเป็น รณายเอียงที่มันเข้าหากัน ในเรื่องนมทวยอย่าง จริง ๆ ที่เรแสดงให้ดูได้ควรทำให้ดูด้วย เช่น การ ขึ้นกระป๋อง หรือแม่แรงยกของ เป็นต้น รถทวง ควรทดลองให้ดูทั้งแม่รถเกวไทรง เทงก่อน ว่าสามารถผ่อนแรงได้เท่าไร แต่เมื่อ ประสงค์จะผ่อนแรงให้มากขึ้น ก็เพิ่มจำนวนรถขึ้นอีก แต่การที่จะเพิ่มรถขึ้นนั้น จำเ็นระของมีรถตายตัว ช่วยเปลี่ยนทิศทางของแรง จึงต้องมีรถ ๒ คัน คือ รถไทรงเทงและรถตายตัว ให้สังเกตว่า ถ้ายิง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
เทอร์โมมิเตอร์ การทำเทอร์โมมิเตอร์ปรอท	รอกโยงเตงเพิ่มจำนวนชั้น จำนวนรอกท้ายตัวก็ต้อง เพิ่มตามขึ้นไปด้วย และถ้ายิ่งเพิ่มรอกจนมากขึ้นเท่าใด ก็จะสามารถผ่อนแรงไต่ได้มากขึ้นเท่านั้น ควรจะให้ เห็นว่าในทางปฏิบัติก็ไม่นิยมใช้รอกมากตัวนัก อย่าง มากมักจะเป็นรอกแฝก คือทยอยหนึ่งมี ๒ ตัวติดกัน ลักษณะและประโยชน์ของเทอร์โมมิเตอร์ชนิด สามัญ น้ำเรียนไต่ขึ้นมาเป็นอย่างไรในชั้นมัธยม ต้น ในชั้นนี้จึงควรให้ทราบวิธีทำเทอร์โมมิเตอร์ ปรอท ถ้าสามารถทำได้ควรแสดงการบรรจุปรอท ลงในเทอร์โมมิเตอร์ แล้วให้ดูวิธีหาจุดเยือกแข็ง และจุดเดือดด้วยเครื่องสำเร็จ ถ้าไม่สามารถจะทำ เช่นนั้นได้ ก็ควรใช้เทอร์โมมิเตอร์ปรอททดสอบ จุดเยือกแข็ง และจุดเดือดให้ดู และอธิบายให้เห็น ว่าชั้นต่าง ๆ ของการทำนั้นทำได้อย่างไร ควร อธิบาย ให้ทราบ ถึงเหตุผล ที่ใช้ปรอท เป็น ของเหลวบรรจุ ในหลอดเทอร์โมมิเตอร์แทนที่จะใช้น้ำ หรือของเหลวอย่างอื่น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การเปลี่ยนมาตราส่วน แบบเซนติเมตร โรเมอร์ และฟาเรนไฮต์	ให้นักเรียนดูเทอร์โมมิเตอร์ที่แขง ออก เป็น มาตราส่วนแบบเซนติเมตรและฟาเรนไฮต์ ให้เห็น ว่าแตกต่างกันอย่างไร และมีประโยชน์ที่ต่างกัน อย่างไร และอธิบายให้ฟังว่ายังมีอีกแบบหนึ่งซึ่งไม่มี ที่ใช้มากนักในเวลานี้ คือแบบของโรเมอร์ มาตรา ส่วนทั้งสองนี้เกี่ยวข้องกับกันอย่างไร ให้สูตรสำเร็จใน การคำนวณและควรระมัดระวังอย่างแบบฝึกหัดให้นักเรียน สามารถเปลี่ยนมาตราส่วนได้ด้วย
เทอร์โมมิเตอร์ชนิดพิเศษ ชนิดสูงและชนิดต่ำ ตรวจใช้	อธิบายให้นักเรียนเห็นว่าในงานพิเศษบางอย่าง เทอร์โมมิเตอร์สามัญ ใช้ ไม่ สะทวัก หรือ ไม่ สำเร็จ ประโยชน์ จำเป็นจะต้อง ศึกษแปดง ออกไปเป็น เทอร์โมมิเตอร์พิเศษ ได้แก่เทอร์โมมิเตอร์ตรวจใช้ ควรมีเทอร์โมมิเตอร์วิ่ง ๆ ให้นักเรียนได้ดู หรือ ลองใช้วิ่ง ๆ อาจมีมาจากห้องพยาบาลก็ได้ ให้ นักเรียนสังเกต ๒ ข้อ ข้อหนึ่งคือช่วงมาตราส่วน ที่ใช้ไม่จาเขนทองเริ่มที่ ๐ หรือที่เขยอกแข็งจนถึงนา เกือก เพราะช่วงอุณหภูมิของคนจะสูงหรือต่ำมาก เกินไปไม่ได้ จึงทำไว้เฉพาะแต่ช่วงที่ของใช้เท่านั้น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
หน่วยวัดปริมาณความร้อน ความหมายของคาลอรีและ หน่วย ปริมาณ ความร้อน วิธีทำ	จึงได้เทอร์โมมิเตอร์ที่สั้นกว่า และเพื่อให้ปรอทที่ ขึ้นมาแล้วค้างอยู่เห็นได้ชัด จึงแนะนำให้เอาออกจาก ตัวคนไข้แล้ว จำเป็นจะต้องทำการปลุกให้คืบมาก ๆ ให้ปรอทขึ้นมาค้างอยู่ ให้สังเกตว่าข้างบนขีดใช้สับ ให้ปรอทตกลงที่ เป็นวิธีไม่ดี อาจแตกได้ จึง เปลี่ยนเป็นใช้ขมิ้นหัว นับว่าสะดวกกว่า เพื่อที่จะทราบว่าอุณหภูมิที่เคยขึ้นสูงสุดหรือลง ต่ำสุดเพียงใด ในช่วงระยะเวลาอันหนึ่ง จึงจำเป็นต้อง มีเทอร์โมมิเตอร์พิเศษที่เรียกว่า ขันสูง และ ขันต่ำ ความแม่นยำของขีดขึ้นกับเรือนศ และให้สังเกตการ ทำงานของเทอร์โมมิเตอร์แบบนั้นว่าผลก็อย่างไร ให้ความหมายของหน่วยวัดปริมาณความร้อน ว่าคือใช้หลักการทำให้ร้อนขึ้น ปริมาณความ ร้อนที่ทำให้ น้ำ ๑ กรัมร้อนขึ้น ๑ องศาเซนติเกรด ถือเป็น ๑ หน่วยเมตริก เรียกว่าคาลอรี แต่ถ้า กำหนดให้เป็นน้ำ ๑ ปอนด์ร้อนขึ้น ๑ องศาฟาเรน- ไฮท์ ก็ถือว่าเป็น ๑ หน่วยปริมาณความร้อนเหมือน กัน แต่เป็น ๑ หน่วยปริมาณความร้อนบริติช เบรียช เทียบให้เห็นว่า หน่วยทั้งสองนี้ ไกล่อกว้างกันอย่างไร

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความร้อนจำเพาะ ความหมาย ของ ความร้อน จำเพาะ	เพื่อให้เข้าใจความหมายของหน่วยเหล่านั้นได้ก็ ควร ยกตัวอย่างการสอนอย่างง่าย ๆ เช่นว่าถ้าความร้อน จำนวนหนึ่ง ทำให้น้ำ ๕๐ กรัม ร้อนขึ้น ๑๐ องศา เซนติเกรด จะเป็นปริมาณความร้อนเท่าใด ด้วย วิธีการศึกษาคำนวณซ้ำ ๆ กันเช่นนั้น ก็ควรจะพอมเข้าใจ ความหมายของหน่วยวัดปริมาณความร้อน เพื่อให้เข้าใจความหมายของความร้อนจำเพาะ ควรจะนำด้วยความคิด ในเรื่องความร้อนก่อน และจะต้องแสดงด้วยผลการทดลอง ถ้าสามารถทำได้ ควรใช้เครื่องสำเนาซึ่งประกอบด้วยโลหะต่าง ๆ ชนิด ทำเป็นรูปกลมลอนม้วนหนาหนากัน และม้วนแผ่นขึง หนึ่งแผ่น ในชั้นต้นนำโลหะเหล่านั้นอยู่ในไอน้ำเดือด ซึ่งหมายความว่าความร้อนถึงจุดหลอมเหลวเท่า ๆ กัน แล้วจึง เอา ถัง โลหะ เหล่านั้น วาง ลงบน แผ่น ขึง สักเกตดูว่าลูกโหนดจะจมลงไปมากกว่ากัน และให้ นักเรียนพยายามหาเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะได้ความว่า ถัง ถังโลหะใด มีความร้อนมาก ก็จะสามารถทำให้เทียนละลายได้มาก จึงจมลง ไปมาก

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ถ้าไม่สามารถหาเครื่องสำเร็จทั้งเวลานั้นได้ ก็ควรจะใช้การทดลองที่ประดิษฐ์ขึ้นง่าย ๆ คือใช้สารทางชนิด จะเป็นดิน น้ำ แก้ว หรือเคโกลิเธเรซนิก ไทกัไท ซึ่งให้น้ำหนักเท่า ๆ กัน แล้วอบให้ร้อนถึงอุณหภูมิที่เท่า ๆ กัน เช่นในโธนาเคอิกเซนต์ แล้วจึงเอาสารเหล่านั้นเทปกลงไปกับน้ำ แยกของมีน้ำหนักเท่ากันและมีอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากันด้วย เมื่อเย็นกันแล้วให้วัดอุณหภูมิครึ่งหลังของแต่ละอัน จะปรากฏว่าอุณหภูมิไม่เท่ากัน ควรไล่เรียงหาเหตุผลว่าเป็นเพราะเหตุใดจริงเป็นเช่นนั้น ก็จะได้ว่าสารทางชนิดมีความสามารถในการทำความร้อนต่างกัน ถ้าสารใดทำความร้อนได้มาก ในขณะที่ยังระบายความร้อนไว้ได้มาก จึงคายให้แก่น้ำได้มากกว่า อันเป็นเหตุให้อุณหภูมิสูงกว่าเพื่อนทั้งกล่าวแล้ว

จากเรื่องความจุความร้อนนั้นจะเห็นว่าสารจะทำความร้อนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเหตุ ๒ ประการ ประการหนึ่งคือปริมาณปรมาณมาก ก็ย่อมจะทำความร้อนได้มาก อีกข้อหนึ่งคือคุณสมบัติประจำตัวของสารนั้น อันที่เรียกว่าความจุความร้อนจำเพาะ ซึ่งเป็นสมบัติประจำ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การหาความร้อนจำเพาะด้วยวิธีง่าย ๆ	ทวิของสารแต่ละชนิด หมายความว่า เป็นความจุ ความร้อนโดยเปรียบเทียบจากที่หน้าหนักเท่า ๆ กัน และโดยมากถือเอาน้ำเป็นมาตรฐาน ความร้อนจำเพาะ จึงมีค่าจำกัด หมายความว่า เป็นอัตราส่วน ระหว่าง ปริมาณ ความ ร้อน ที่จะทำให้ สาร หนึ่ง ร้อน ขึ้น ด้วย อุณหภูมิอื่นหนึ่งคือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ หนึ่ง นาหนักเท่า ๆ กัน ร้อนขึ้นด้วยอุณหภูมิที่เท่ากัน การหาความร้อนจำเพาะด้วยวิธีง่าย ๆ ควรใช้ วิธีผสม คือใช้โลหะที่หาความร้อนจำเพาะ ซึ่งให้ รุนาหนักเดียวกัน แล้วเอาอยู่ในโอภาที่แยก ใน ระหว่าง นั้น ชั่งน้ำหนักจน หนักที่ บรรลุ อยู่ใน ภาชนะ ภาชนะนั้นก็ต้องรุนาหนักแน่นอน และวัดความร้อนด้วย วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ ที่ใสแล้วจึงนำ เอาโลหะที่อยโอภาที่แยกคนให้ละลายไป กวนให้ทั่ว ทำ อุณหภูมิควรลดลงสัก แล้วนำมาคำนวณหาความร้อนจำเพาะ
การรอกเงาโค้ง ลักษณะ การรอกเงา นูนและ การรอกเงาเว้า	ข้อสำคัญใน การสอน เรื่องการรอกเงาโค้ง นั้นระ ต้องสอนด้วยของจริง ๆ คือต้องมีกระรอกเงาโค้งทั้ง สองแบบมาให้เด็กเรียนดูก่อน การเขียนรูปสมมติลง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ในกระดานคำโดยทั่วความ ถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ
 จะไม่ช่วยทำให้เกิดการเข้าใจได้เลย ชั้นต้นควร
 มีกระรอก และกระรอกเงา มาให้นักเรียน ได้ลองดู
 คล้าย ๆ เพื่อให้เห็นว่ากระรอกเงา และกระรอกเงา
 ลักษณะเหมือนกันกระรอกเงาธรรมดา คือมีผิวหนัง
 ใช้ได้ข้างเดียวออกข้างหนึ่งฉายปรอท แต่ทว่ากันก็
 คือผิวไม่เป็นระนาบเรียบ อาจจะมีลงไปเรียกว่า
 กระรอกเงา หรืออาจจะมีขนมาที่เรียกว่ากระรอก
 และให้สังเกตด้วยว่ากระรอก และกระรอกเงา จะเป็นส่วน
 โค้งของทรงกลม แต่อาจจะเป็นทรงกลมที่มี
 มากหรือน้อยก็ได้

ให้นักเรียน ลองใช้กระรอก ทั้งสอง ชั้นต้นสอง
 หน้า เพื่อค้นลักษณะการเกิดภาพในกระรอกเงา
 โค้ง ให้นักเรียนสังเกตให้ได้ว่ากระรอกเงาในเวลา
 เรามองเข้าไป จะเห็นภาพของเราเหมือนกันในกระรอก
 เงาธรรมดา ต่างแต่ภาพนั้นมีขนาดเล็กกว่า และไม่
 จะเลื่อนกระรอกเงาห่างจากตัวเราไปเท่าใด ก็ยัง
 คงเห็นภาพอยู่เช่นเดิม เหมือนกับในกระรอกเงา

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	ธรรมดา ท่างแต่ว่าขนาดจะยิ่งเล็กลงไปเท่านั้น ข้อ นมคกกับกระเจกเว้า ซึ่งเวลาถูกใกล้กับถูกไกลนั้นภาพ ต่างกัน ถ้าเอากระเจกเว้ามากใกล้ ๆ จะแลเห็นภาพ หน้าของเราขยายใหญ่โตทีเดียว จนถึงเห็นรูขนบน ใต้ ถ้าเอาหน้าไปชิดกระเจก ภาพที่ได้นั้นจะเล็กลง จนเกือบเท่าของจริง คือเกือบเหมือนนกกระเจกเงา ธรรมดา แต่ถ้าค่อย ๆ ถอยกระเจกนั้นห่างออก ภาพจะค่อย ๆ โกงจนหน้าเกลี้ยง และในที่สุดจะมี แฉะหายไป ถ้าถอยถอยห่างออกไปอีก คราวนี้จะ กลัวเห็นภาพหัวกลีบ เหมือนลอย ๆ อยู่กลางอากาศ ก็ได้ด้วยความลำบาก กระเจกเว้าเองที่มีลักษณะ การเกิดภาพแปลก ๆ ที่จะต้องศึกษาค้นไป
การเกิดภาพใน กระเจกเงา และกระเจกเงา	ทดลองการเกิดภาพในกระเจกเงาไว้ก่อน คุก เทียนเล่มหนึ่งตั้งไว้ หากกระต่ายขาว ๆ มาเป็นฉาก แล้วใช้กระเจกเงาทำให้เกิดภาพวิ่งบนฉาก ในชั้น ต้นคงให้เทียนอยู่ระหว่างกระเจกกับฉาก เพื่อจะได้ ภาพหัวกลีบที่ขยายขึ้นกว่าเดิม นักเรียนจะสนใจใน ภาพขึ้นกันมาก เพราะเป็นภาพจริง เอาฉากขยับได้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ลองเล่นระยะแรกเห็นว่าถ้าถอยกระบอกเป็นหลัก ยัง
 เทียนเข้าใกล้กระบอกมากขึ้น ภาพจะเกิดห่างกระบอก
 ออกไปมากขึ้น และจะมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย ถ้า
 ถอยเทียนห่างออกไปภาพจะเกิดใกล้เข้ามา จนใน
 ที่สุดระยะมองเห็นหนึ่งทศเมตร เทียนกับภาพจะเกิดชน ณ ที่
 เดียวกัน ภาพมีขนาดเท่ากับเปลวเทียน ต่างแต่หัว
 กลายเป็นคน คือไปลองเล่นให้เทียนเลยจนออก
 กระจกให้ภาพหัวกลายคนฉาก ซึ่งมีขนาดเล็กลงเกิดขึ้น
 ใกล้กระบอกเข้ามา ยังเลื่อนเทียนออกไปอีกภาพก็จะ
 ใกล้กระบอกเข้ามาอีก จนในที่สุดภาพจะเล็กเกือบจะ
 หมด

เมื่อใกล้ถึงของวัตถุและภาพโดยทั่ว ๆ ไปถึง
 กล่าวแล้ว ลองสลับที่ของวัตถุและภาพ จะเห็นว่า
 วัตถุและภาพนั้นสามารถจะสลับกันได้ ลองเอาเทียน
 ตั้งระหว่างฉากกับกระบอกเหมือนที่เริ่มทำการทดลองที่
 แรก แต่คราวนี้เลื่อนเทียนให้ค่อย ๆ ใกล้กระบอกเข้า
 มาทีละน้อย ๆ สังเกตว่าภาพก็ยังเกิดคนฉากอยู่
 แต่ขยายโตขึ้นทุกที ภาพวางเข้าเพราะความเข้ม
 ของแสงไม่พอเพียง ในที่สุดเมื่อเลื่อนเทียนเข้าใกล้

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

กระบอก จะมีอยู่แห่งหนึ่งที่ภาพยนตร์ฉายหายไป ใน
 ตอนนั้นให้สังเกตว่าภาพวิ่งชนฉากหายไป แต่จะ
 เลิกมีภาพเสมือนขึ้นในกระบอกแก้ว เหมือนกับที่เกิด
 ในกระบอกเงาธรรมดา ต่างแต่มีขนาดขยายเท่านั้น
 ถ้าลองเลื่อนเทียนใกล้กระบอกเข้าไปอีก ภาพเสมือน
 นั้นก็ยิ่งคงอยู่ แต่ขนาดจะเล็กลงเรื่อย ๆ เมื่อเทียน
 อยู่ชิดกระบอกภาพจะ เกือบเท่ากบวตดู ค่อยๆ เหมือน
 กระบอกเงาธรรมดา

จากการทดลองนี้ ช้ให้นักเรียนเห็นว่ามุก
 ล้ำค่าอยู่ ๒ มุก คือมุกโฟกัสและมุกศูนย์กลางของ
 ความโค้ง ซึ่งจะใช้เป็นหลักในการบรรยายลักษณะ
 ของการเกิดภาพ ทำตารางให้นักเรียนเห็นว่าภาพจะ
 เกิดขึ้นที่ไหน มีลักษณะอย่างไร ถ้าวัตถุตั้งอยู่ในที่
 ต่าง ๆ กัน คือระหว่างกระบอกกับมุกโฟกัส ระหว่าง
 มุกโฟกัสกับมุกศูนย์กลางของความโค้ง หรือเลย
 มุกศูนย์กลางของความโค้งออกไป ต้องให้นักเรียนจำ
 ลักษณะของการเกิดภาพ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์
 ธรรมชาตินี้ให้ใกล้เคียงกัน

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ศัพท์เกี่ยวกับกระเจาไค้

ลองทำการทดลองเช่นนกกระเจาในขัง จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำอย่างไรก็ตาม จะไม่สามารถทำให้โคสภาพรังเกิดขนบนฉากในกระเจาในได้เลย ไม่ว่าวัตถุจะขยับไหน ภาพที่เกิดขึ้นในกระเจาในจะเป็นภาพเต็มอัน มีขนาดเล็กลงและหัวคางตรงเหมือนกันหมด จึงเห็นอันนี้คือของมีตารางแสดงลักษณะต่าง ๆ ของการเกิดภาพเช่นเดียวกับกระเจา

เมื่อใดก็ตามที่ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เกี่ยวกับ การเกิดภาพ ในกระเจาใน และกระเจาเฝ้าแล้ว ครูจะได้นึกเรียนเห็นว่าเราควรจะต้องหาวิธีอธิบายให้ได้ว่าทำไมจึงได้ปรากฏการณ์การเกิดภาพเช่นนั้น จึงจำเป็นต้องสร้างภาพสมมติขึ้น เพื่ออธิบายหลัก เช่นแผนภาพ แสดงกระเจาเฝ้าไค้มีเส้นแกน ๒ ระนาบ ได้มีแสงขนานมากับเส้นแกน ๒ ระนาบ ซึ่งระนาบที่นอกและรวมกันที่จุดโฟกัส ซึ่งให้เห็น จุดศูนย์กลางของความโค้งและศัพท์อื่น ๆ ที่จำเ็น จะต้องใช้ในเรื่องนี้

การพิสูจน์ และการ ทดสอบ ว่า ความยาวโฟกัสเป็นครึ่งหนึ่งของ

แสดงการพิสูจน์โดยทางเรขาคณิต ให้เห็น ว่า ความยาว โฟกัส เป็นครึ่งหนึ่งของรัศมี ความโค้ง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
๕.๕ ของ ความ โคง การ เขียนภาพ การวิเคราะห์ภาพ	๕.๕ ทงนโดยอาศัยกฎการสะท้อนของแสง แล้วจึงใช้ ๕.๕.๕ ทลกันเขียนภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงา เพื่อหาทง ๕.๕.๕ ว่ากำหนดได้อย่างไร หมายถึงการวิเคราะห์ภาพ ๕.๕.๕ ว่าโดยที่มันคงทำการวิเคราะห์ ๗ เราอาจจะใช้หลัก ๕.๕.๕ เขียนภาพขึ้น และบอกให้ล่วงหน้าว่าภาพจะเกิดขึ้น ๕.๕.๕ ที่ไหน และทงนระบอรู้ความยาวโฟกัสและรัศมีของ ๕.๕.๕ ความ โคงของกระจกเสียก่อน ลองเขียนภาพหา ๕.๕.๕ คำนวณหาค่า และทำการทดลองทงนทงนให้เห็นว่า ๕.๕.๕ วัตถุจริงภาพขึ้นนั้น อาจใช้ในการทำนายว่าเมื่อ ๕.๕.๕ วัตถุจริง ๗ ภาพจะเกิดขึ้นที่ไหน โดยอย่างไร
การหักเหของแสง การทดลองว่าแสงจะหักเห ๕.๕ เมื่อเกิดจากตัวกลาง อย่าง ๕.๕.๕ หนึ่งไปยังตัวกลางอีกอย่าง ๕.๕.๕ หนึ่ง	๕.๕ ควรพยายามหาการทดลองที่แสดงว่าทางเดิน ๕.๕ ของแสงหักเหไป ทงนไม่ใช่เพียงแต่โดยการมอง ๕.๕ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่นเอาไม้ใส่ลงไปในอ่างน้ำ ๕.๕ หรือการปักเข็มหมุดหน้าแท่งแก้ว เช่นคน เหล่าน ๕.๕ ควรจะเป็นการทดลองซึ่งมาภายหลัง ในขั้นต้นควร ๕.๕ ทำการทดลองในท้องมืด ใช้ไฟทำเส้นทางฉายแสง ๕.๕ ผ่านอ่างน้ำหรือแท่งแก้ว ให้เห็นว่าลำแสงจะเหไป ๕.๕ รากทางเดิมจริง ๗ ถ้าตั้งผ่านจากตัวกลางหนึ่งไป ๕.๕.๕ ยังอีกตัวกลางหนึ่ง

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
กฎการหักเห ของแสง โดยใช้ ความลึก แท้ และความลึก ปรากฏ	เมื่อได้เห็นการหักเหของแสงจริง ๆ แล้ว จึง นำเอาหลักอันนั้นมาอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ เห็นแปลก ๆ เช่น ไม่ตรง ๆ จะเหมือนกับหักงอ ไป เมื่อแสงลงไปในน้ำ ของที่อยู่ในน้ำ ๆ รู้สึกว่า อยู่คนขึ้นมา หรือการที่กลองยักษ์เข้มหมกขึ้นแก่กับ ลงให้อยู่ในแนวเดียวกัน แต่เมื่อสร้างทางเดินของ แสงจริง ๆ จะเห็นว่าแสงหักเหไป แล้วจึงนำให้เห็น ว่ามีความจำเป็น จะต้องรู้ว่า การหักเห ของแสงนั้นม กฎเกณฑ์อะไรเช่นเครื่องยังคล้าย ๆ กับเรื่องการ สะท้อนของแสงบ้างหรือไม่ การ แฉก กฎการหักเหของแสงโดยอาศัยมุม ตกและมุมหักเหเป็นการ ยากเกินไปสำหรับเด็ก ในวัยนี้ เพราะจะต้องใช้ความรู้ในทางตรีโกณมิติด้วย จึง ควรแสดงกฎการหักเหของแสงโดยวิธีง่าย ๆ คือ อธิบายความลึกแท้และความลึกปรากฏ ควรทำการ ทดลองประกอบด้วย วิธีทดลองหาความลึกปรากฏนั้น ใช้วิธีพาราแลกซ์ ใช้คันส้อมลงในแก้วน้ำหรือใส่ สตางค์ลงในถ้วยน้ำ แล้วมองดูระดับคันส้อม จาก ความลึกปรากฏ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิชาของแสงเมื่อผ่านปริซึม การเขียนทางเดิน ของแสง ที่ผ่าน ปริซึม โดย ใช้ เข็ม หมุดปัก	ถ้าสามารถทำได้ ควรแสดงการทดลองของ กัน ให้เห็นว่าเมื่อลำแสงผ่านปริซึม แสงจะหักเหลง หาฐานเสมอไป การทดลองนี้อาจทำได้โดยฉายไฟ ในห้องมืดผ่านปริซึม แล้วจึงแสดงวิธีเขียนทางเดิน ของแสงที่ผ่านปริซึมโดยใช้เข็มหมุดปัก เพื่อให้โค หลกเป็นทวนแน่นอนว่าแสงที่ผ่านปริซึมนั้น จะคงหักเห ลงหาฐานของปริซึมเสมอไป
แสงสีขาวผ่านปริซึมแยกเป็น สีรุ้ง	ฉายไฟฉายผ่านปริซึม แล้วเขาคาดกระดาษ ขาวไว้ จะได้สีรุ้งเกิดขึ้น แสงนั้นจะคงหมุนเหลื่อม ของปริซึมให้ก ๆ เมื่อโคแดงสว่างแล้ว โทนิกเวียน พยายามแยกสีว่ามีส่วนอะไรบ้าง ให้โคครบทั้ง ๗ สี และจะคงเรียงลำดับให้ถูกต้องด้วย
เลนส์ ลักษณะ ของ เลนส์นูน และ เลนส์เว้า	ครูเอาถ้วยอย่าง ของเลนส์นูน และเลนส์เว้าให้ นักเรียนดู ให้เห็นว่านูนแฉกแฉกใส ๆ ลักษณะกระจก เงาในซอกใช้โคทั้งสองด้าน และความหนาไม่เท่า กัน เลนส์นูนมีริมบางกลางหนา เลนส์เว้ามีริมหนา กลางบาง แต่ข้างที่ระมัดระวังทำให้ข้างหนึ่งเรียบไป หมด และลอกข้างหนึ่งเป็นส่วนใหญ่คามอกข้างหนึ่ง ก็ได้ แก่อย่างใดก็ตามถ้าเปรียบเทียบกับส่วนกลางก็

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

การเกิดภาพในเลนส์นูนและ
เลนส์เว้า

ส่วนริมปรากฏว่าส่วนกลางหนากว่า ระคนเป็น
เลนส์นูนเสมอไป ถ้ากลางบางกว่าก็เป็นเลนส์เว้า
ใต้นกเรียนทดลองใช้เลนส์เหล่านี้นี้ ต้องดู
ของต่าง ๆ เพื่อให้สังเกตเห็นว่าถ้าเลนส์นูนตั้งอยู่
ของอะไร จะมีลักษณะเห็นแว่นขยาย คือทำให้เห็น
ชัดขึ้น ภาพก็ใหญ่กว่าเดิม แต่ถ้าใช้เลนส์เว้า
ภาพจะกลับและลดลง

ทดลองด้วยเลนส์นูนก่อน เอาเลนส์นูนไว้
ภาพหน้าตาจะมีแสงสว่างมาก ให้เกิดภาพบนผนัง
ห้อง หรือถ้าไม่มีผนังจะใช้กระดาษขาว ๆ เป็นฉาก
ก็ได้ นักเรียนจะเห็นในภาพที่เห็นชัดขึ้นมาก
และจะรู้โดยทันทีว่าเมื่อเรื่องเคยชินกับการถ่ายรูป ให้
นักเรียน สังเกตว่า ภาพที่เห็น ชัดขึ้นนั้น หวลลน เล็กลง
และกลับซ้ายเป็นขวา กลับขวาเป็นซ้าย และสีก็จะ
คล้ายกับธรรมชาติที่เห็นอยู่ ลองเอาเลนส์นูนมาทำ
การทดลองกับเทียนให้เกิดภาพบนฉาก และให้ดูว่า
ระคนวัตถุไว้ทางเลนส์มากน้อยเพียงไร ระคนภาพ
ขึ้นที่ไหน นักเรียนจะสามารถสร้างการวางการเกิด
ภาพได้เช่นเคยกับเรื่องกระจกเว้า คือหมายความว่า

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ภาพทศกัณฐ์เล่นซ	ว่าต้องให้นักเรียนค้นคว้าปรากฏการณ์จริง ๆ เสียก่อน ในทำนองเดียวกันแสดงให้นักเรียนเห็นว่าถ้าใช้เลนส์ เว้า จะไม่เกิดภาพแตกต่างกันอย่างที่ได้อธิบายในหนังสือ นั้น คือไม่ว่าวัตถุจะตั้งอยู่ที่ไหนก็ตาม ภาพที่เกิด ขึ้นในการเล่นจะเห็นภาพเสมือน มีขนาดเล็กลง หัวตั้งตรง และเกิดขึ้นทางเดียวกับวัตถุ ไม่สามารถ จะเอากลมรับได้เสมอเหมือนกันหมด เพื่ออธิบายว่าทำไมภาพที่เกิดขึ้นในการเล่นจึงมี ลักษณะต่าง ๆ กัน จำเป็นต้องมีวัตถุอธิบาย ใน การนี้ต้องสร้างแผนภาพ มีเส้นแกนประธาน ทุก ศูนย์กลางของเลนส์ ๒ โฟกัส ให้นักเรียนค้นคว้า ศัพท์ต่าง ๆ เหล่านี้เสียก่อน
การเขียนภาพที่เกิดจากเลนส์ การวิเคราะห์ภาพ	แสดงวิธีทำทั้งของภาพที่เกิดขึ้นในการเล่นโดย การเขียนทางเดินของแสง ให้หลักว่าเราจะเขียน เส้นทางเดินของแสงขึ้นโดยง่าย แสดงให้เห็นว่าด้วย วิธีการเขียนภาพที่เราหาประโยชน์ได้ลงหน้าว่าภาพที่ เกิดขึ้นที่ไหน มีลักษณะเป็นอย่างไร ควรจะทำการ ทดสอบโดยวิธีสร้างภาพขึ้นก่อน แล้วลองทำการ ทดลองจริง ๆ ให้เห็นว่าหลักเกณฑ์ในการเขียนภาพ นั้นสามารถใช้ทำนายสิ่งที่จะเป็นไปจริง ๆ ได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ทฤษฎีไฟฟ้า ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ คำนวณ	นักเรียนทุกคนก็ปรากฏการณ์ของไฟฟ้าสถิตมาแล้ว ในชั้นนี้จึงให้ทราบมูลเหตุที่เกิดไฟฟ้าสถิตโดยนำให้รู้จักกับทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้โดยอธิบายให้เห็นส่วนประกอบของอะตอมว่าประกอบด้วยโปรตอนและอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกลบ ตามลำดับปกติประจุไฟฟ้าทั้งสองชนิดนี้ จะมีปริมาณเท่ากันด้วยการหักหรือด้วยเหตุอื่น ๆ มีการไหลถ่ายเทของอิเล็กตรอน ทำให้ปริมาณมากขึ้นหรือน้อยแตกต่างกัน กล่าวหาว่านักเรียนปรากฏการณ์ของไฟฟ้าสถิตเช่น ถ้ามีอิเล็กตรอนน้อยไปจะเห็นประจุไฟฟ้าบวก ถ้ามีอิเล็กตรอนมากไปจะเห็นประจุไฟฟ้าลบ ไม่ควรอธิบายทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ให้ลึกซึ้งเกินไปนัก ใช้ทฤษฎีอธิบายความแตกต่างระหว่างตัวนำกับฉนวน จะสังเกตเห็นว่าสิ่งที่เป็นฉนวนให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้นั้น ส่วนมากเป็นฉนวนไฟฟ้า ความสามารถปกติแล้วจะไม่เกิดไฟฟ้าสถิต เพราะเหตุว่าตัวนำนั่นเอง จะทำให้อิเล็กตรอนไหลถ่ายเทไปยังส่วนอื่น ๆ และลงดินไปได้ ถ้ามีฉนวนเป็นค่าสำหรับขั้วไม่ไหม้หรือฉนวนแล้ว ดูตัวนำจะเกิดมีไฟฟ้าสถิตได้เหมือนกัน ถ้าสามารถทำได้ควรทำการทดลองที่งานให้ดูด้วย

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
๑๑ วงจรไฟฟ้า อเล็ก- โทรสโคปแผ่นทอง	นักเรียน โคเคย์ ใช้^๑อิเล็กโทรสโคป ทำควยได้ โตนมาแล้ว ซึ่ง^๒เป็นเครื่องมี^๓อย่าง^๔หลาย^๕ ๗ ใน^๖ชั้น ควร^๗ให้^๘ใคร^๙ก็^{๑๐}ก^{๑๑}ย^{๑๒}อิเล็กโทรสโคป^{๑๓}แผ่นทอง^{๑๔} ซึ่ง^{๑๕}ฮาร์ ทำ^{๑๖}ขึ้น^{๑๗}เชง^{๑๘}ไ้^{๑๙}ง่าย^{๒๐} ๗ โดย^{๒๑}ใช้^{๒๒}ขั้ว^{๒๓}ค^{๒๔}ปาก^{๒๕}กว้าง^{๒๖}โย^{๒๗}หนึ่ง เสียบ^{๒๘}คา^{๒๙}ป^{๓๐}ยาว^{๓๑} ๗ ท^{๓๒}ร^{๓๓}ก^{๓๔} ท^{๓๕}ย^{๓๖}ป^{๓๗}ลา^{๓๘}ย^{๓๙}ท^{๔๐}า^{๔๑}ย^{๔๒}ให้^{๔๓}แ^{๔๔}น^{๔๕}พ^{๔๖}ล^{๔๗}ท^{๔๘}จะ ท^{๔๙}ด^{๕๐}แ^{๕๑}น^{๕๒}ท^{๕๓}อง^{๕๔}ค^{๕๕}า^{๕๖}ป^{๕๗}ล^{๕๘}ว^{๕๙}ไ้^{๖๐} ท^{๖๑}ด^{๖๒}แ^{๖๓}น^{๖๔}ท^{๖๕}อง^{๖๖}ค^{๖๗}า^{๖๘}ป^{๖๙}ล^{๗๐}ว^{๗๑}เล็^{๗๒}ก^{๗๓} ๗ ๒ แ^{๗๔}น^{๗๕}เ^{๗๖}ก^{๗๗}ย^{๗๘}ก^{๗๙}ัน^{๘๐} ก^{๘๑}ั^{๘๒}ระ^{๘๓}ล^{๘๔}า^{๘๕}ร^{๘๖}ะ^{๘๗}ป^{๘๘}ระ^{๘๙}โย^{๙๐}ข^{๙๑}น^{๙๒}ไ้^{๙๓}เ^{๙๔}น^{๙๕}อ^{๙๖}เล็^{๙๗}ก^{๙๘} โทรสโคป^{๙๙}แผ่นทอง^{๑๐๐}ไ้^{๑๐๑}ย^{๑๐๒}าง^{๑๐๓}ง^{๑๐๔}่าย^{๑๐๕} ๗ ถ^{๑๐๖}า^{๑๐๗}ม^{๑๐๘}เคร^{๑๐๙}อง^{๑๑๐}ล^{๑๑๑}า^{๑๑๒}ร^{๑๑๓} ท^{๑๑๔}ท^{๑๑๕}า^{๑๑๖}เป็น^{๑๑๗}อ^{๑๑๘}ย^{๑๑๙}าง^{๑๒๐}ท^{๑๒๑}แล้ว^{๑๒๒} ก^{๑๒๓}ั^{๑๒๔}ระ^{๑๒๕}เ^{๑๒๖}็น^{๑๒๗}การ^{๑๒๘}ส^{๑๒๙}ะ^{๑๓๐}ท^{๑๓๑}ว^{๑๓๒}ย^{๑๓๓}ง^{๑๓๔}ข^{๑๓๕}น^{๑๓๖} ไ้ น^{๑๓๗}ัก^{๑๓๘}เร^{๑๓๙}ย^{๑๔๐}น^{๑๔๑}ส^{๑๔๒}ัง^{๑๔๓}เก^{๑๔๔}ต^{๑๔๕}ว^{๑๔๖}า^{๑๔๗} ถ^{๑๔๘}า^{๑๔๙}เ^{๑๕๐}า^{๑๕๑}ป^{๑๕๒}ระ^{๑๕๓}จุ^{๑๕๔}ไฟ^{๑๕๕}ฟ้า^{๑๕๖}เ^{๑๕๗}า^{๑๕๘}ไ้^{๑๕๙}กล^{๑๖๐}ย^{๑๖๑}ม^{๑๖๒}ี^{๑๖๓}ข^{๑๖๔}อง^{๑๖๕} อ^{๑๖๖}เล็^{๑๖๗}ก^{๑๖๘}โทรสโคป^{๑๖๙}แผ่นทอง^{๑๗๐} แ^{๑๗๑}น^{๑๗๒}ท^{๑๗๓}อง^{๑๗๔}ระ^{๑๗๕}ชา^{๑๗๖}อ^{๑๗๗}อก^{๑๗๘} ไ้ น^{๑๗๙}ัก^{๑๘๐}เร^{๑๘๑}ย^{๑๘๒}น^{๑๘๓}พ^{๑๘๔}ย^{๑๘๕}า^{๑๘๖}ม^{๑๘๗}อ^{๑๘๘}ธิ^{๑๘๙}ย^{๑๙๐}า^{๑๙๑}ว^{๑๙๒}า^{๑๙๓}ท^{๑๙๔}ำ^{๑๙๕}ไ้^{๑๙๖}ม^{๑๙๗}เ^{๑๙๘}็น^{๑๙๙}เซ^{๒๐๐}น^{๒๐๑}น^{๒๐๒} ท^{๒๐๓}ง^{๒๐๔}น^{๒๐๕} อ^{๒๐๖}ธิ^{๒๐๗}ย^{๒๐๘}า^{๒๐๙}โดย^{๒๑๐}ท^{๒๑๑}ฤ^{๒๑๒}ษ^{๒๑๓}ฏ^{๒๑๔}อ^{๒๑๕}เล็^{๒๑๖}ก^{๒๑๗}ท^{๒๑๘}ร^{๒๑๙}อน^{๒๒๐} ไ้^{๒๒๑}ม^{๒๒๒}ว^{๒๒๓}า^{๒๒๔}ระ^{๒๒๕}เ^{๒๒๖}็น^{๒๒๗}ป^{๒๒๘}ระ^{๒๒๙}จุ^{๒๓๐}ไฟ^{๒๓๑}ฟ้า^{๒๓๒} ย^{๒๓๓}ว^{๒๓๔}ก^{๒๓๕}ห^{๒๓๖}ร^{๒๓๗}อ^{๒๓๘}ด^{๒๓๙}ย^{๒๔๐}ก^{๒๔๑}ตาม^{๒๔๒}ถ^{๒๔๓}ำ^{๒๔๔}น^{๒๔๕}า^{๒๔๖}เ^{๒๔๗}า^{๒๔๘}เ^{๒๔๙}า^{๒๕๐}ไ้^{๒๕๑}กล^{๒๕๒}ก^{๒๕๓}ั^{๒๕๔}ระ^{๒๕๕}ม^{๒๕๖}ี^{๒๕๗}ป^{๒๕๘}ระ^{๒๕๙}ก^{๒๖๐}ฏ^{๒๖๑}การ^{๒๖๒}ณ^{๒๖๓} ท^{๒๖๔}ง^{๒๖๕}ว^{๒๖๖}า^{๒๖๗}ข^{๒๖๘}น^{๒๖๙} อ^{๒๗๐}เล็^{๒๗๑}ก^{๒๗๒}โทรสโคป^{๒๗๓}แผ่นทอง^{๒๗๔} ข^{๒๗๕}า^{๒๗๖}ง^{๒๗๗}ไ้^{๒๗๘}ท^{๒๗๙}ก^{๒๘๐}ล^{๒๘๑}อง^{๒๘๒}ไ้ ท^{๒๘๓}ล^{๒๘๔}า^{๒๘๕}ย^{๒๘๖}อ^{๒๘๗}ย^{๒๘๘}าง^{๒๘๙} ซึ่ง^{๒๙๐}ล^{๒๙๑}ว^{๒๙๒}น^{๒๙๓}ท^{๒๙๔}ำ^{๒๙๕}ให้^{๒๙๖}เก^{๒๙๗}ก^{๒๙๘}ย^{๒๙๙}ญ^{๓๐๐}ห^{๓๐๑}า^{๓๐๒}น^{๓๐๓}ำ^{๓๐๔}ง^{๓๐๕}ล^{๓๐๖}ย^{๓๐๗}ี^{๓๐๘} ๓ ค^{๓๐๙}ว^{๓๑๐}ระ^{๓๑๑}ไ้^{๓๑๒}เคร^{๓๑๓}อง^{๓๑๔}ม^{๓๑๕}อ^{๓๑๖}น^{๓๑๗}เ^{๓๑๘}็น^{๓๑๙}เคร^{๓๒๐}อง^{๓๒๑}ก^{๓๒๒}อ^{๓๒๓}ให้^{๓๒๔}เก^{๓๒๕}ก^{๓๒๖}ย^{๓๒๗}ญ^{๓๒๘}ห^{๓๒๙}า^{๓๓๐} และ ไ้^{๓๓๑}น^{๓๓๒}ัก^{๓๓๓}เร^{๓๓๔}ย^{๓๓๕}น^{๓๓๖}พ^{๓๓๗}ย^{๓๓๘}า^{๓๓๙}ม^{๓๔๐}ห^{๓๔๑}ำ^{๓๔๒}คำ^{๓๔๓}ก^{๓๔๔}อ^{๓๔๕}ย^{๓๔๖}ก^{๓๔๗}ว^{๓๔๘}ย^{๓๔๙}ค^{๓๕๐}น^{๓๕๑}เ^{๓๕๒}ง^{๓๕๓} เ^{๓๕๔}็น^{๓๕๕}การ

รายการสืบ

คำแนะนำวิธีสืบ

การเหนี่ยวนำไฟฟ้า หรือ
ประจุไฟฟ้า

๔/ ผลของแรงแม่เหล็กตามกฎของแอมแปร์ เช่น ถ้าเหนี่ยวนำ
ประจุไฟฟ้าเข้าใกล้แผ่นทองแดงออก ถ้าเอาประจุไฟฟ้า
ออกแผ่นทองแดงจะหายตามเดิม แต่ถ้าหากทำให้ประจุ
ไฟฟ้าบนแผ่นทองแดงของอิเล็กโทรสโคป แผ่นทองแดง
ก็หายไปเหมือนกัน แต่เมื่อเอาประจุไฟฟ้าออก มาแล้ว
แผ่นทองแดงก็ยังคงค้างอยู่เช่นเดิมทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
แต่ถ้าเราเอาขดลวดไปแตะทองแดง แผ่นทองแดงก็หายไป
ดังที่เห็นนักเรียนพยายามอธิบายปรากฏการณ์
เหล่านี้

๕/ เมื่อเครื่องทดลองเกี่ยวกับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
แผ่นทองแดงบนขดลวดเหนี่ยวนำเข้าใกล้ขดลวดไฟฟ้า
สถิตบนแท่นเหนี่ยวนำขดลวดแม่เหล็ก คือแม่เหล็ก
ขดลวดไปโดยรอบในอวกาศ ซึ่งเรียกว่า สนามไฟฟ้า
และมีอำนาจเหนี่ยวนำสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้มัน การ
ที่เอาประจุไฟฟ้าเข้าใกล้ขดลวด โดยที่ขดลวดไม่ได้แตะกัน
ทำให้สิ่งนั้น มีความเปลี่ยนแปลงในทางไฟฟ้าสถิตได้
ก็เช่นผลจากการเหนี่ยวนำที่กล่าวนี้ ใช้หลักในเรื่อง
การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าให้แก่อิเล็กโทรสโคป โดย
วิธีนำประจุไฟฟ้า ชนกับหนึ่ง เข้าใกล้อิเล็กโทรสโคป

รายการข้อ	คำแนะนำข้อ
ไฟฟ้าสถิตในบรรยากาศ อากาศมีประจุไฟฟ้า	แต่อย่าให้แตะ เขาต่อไว้เช่นนั้น แล้วเอาหม้อก้าง หนึ่งแตะอเล็กโทรสโคป แล้วจึงเอาประจุไฟฟ้าและ หม้อออกจากอเล็กโทรสโคปพร้อมกัน จะเหลือเป็น ประจุไฟฟ้าอยู่ในอเล็กโทรสโคปนั้น ให้ทดลองประจุ ไฟฟ้าทั้งไฟฟ้าบวกและไฟฟ้าลบ และให้นักเรียน เข้าใจเหตุผลของการกระทำทุกข้อไป ทำความถึงเรื่องฟ้าแลบฟ้าร้องฟ้าผ่า และ พายุฝน อธิบายปรากฏการณ์ ควบคู่กับความรู้นในเรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยอธิบายว่าการเคลื่อนไหวของเมฆ การถูถูลงลม เป็นเหตุให้ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นใน อนุภาคต่าง ๆ ในก้อนเมฆ เมื่อประจุไฟฟ้ามีปริมาณ มากขึ้น ก็อาจจะเฉียดเข้างกันและกัน หรืออาจจะ ถ่ายลงดินก็ได้
การทดลองของเบนจามิน แฟรงคลิน	เล่าถึงการทดลองของเบนจามินแฟรงคลินที่ชัก จวนไปในเวลาที่มีพายุฝน และสามารถทดลอง ไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นในไฟ
ฟ้าผ่าและสายล่อฟ้า อเล็ก ทรอน กระ โคท ไปใน อากาศ	การทดลองที่จะแสดงหลักของฟ้าผ่า จำเป็น จะต้องมีเครื่องมือที่สามารถผลิตไฟฟ้าสถิตได้มาก ๆ ได้แก่เครื่องกลไฟฟ้า เป็นต้น สิ่งเหล่านี้หา

รายการสั้น

คำแนะนำวิธีสอน

ไม้โต ถ้าทำโตกวรทกลองใหญ่ประกายไฟฟ้าเล็ก ๆ
 ที่เกิดขึ้นจากการฉายเทอเลศตรอน แลถ้าในเครื่อง
 กลายเป็นระตองใช้วิธีอธิบายให้เห็นว่า ฉายประกายไฟฟ้า
 สละสลวยมากพอควร แลระตองจะฉายแทนใกล้กัน
 อเล็กตรอนก็จะกระโดดไปในอากาศได้ จึงแม้ระตอง
 ห่วงกันมาก ฉายอเล็กตรอนสละสลวยกันอยู่เป็นเหตุให้
 มคักกาไฟฟ้าสูง ก็จะสามารรถผ่านไปในอากาศได้
 เหมือนกัน

ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า

อธิบายให้นักเรียนเห็นว่าฟ้าแลบนั่นเป็นปรากฏ
 การณ์ในทางแสงเมื่ออเล็กตรอนกระโดดไปในอากาศ
 หมายความว่าเมื่ออเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปในอากาศด้วย
 ความเร็วสูง ย่อมมีพลังงานจน ซึ่งเมื่อเสียดสีกับ
 อากาศพลังงานนั้นจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอื่น ๆ คือ
 ความร้อน แสงสว่างเป็นต้น ส่วนที่เป็นแสงสว่างนั้น
 คือฟ้าแลบ และส่วนที่เป็นฟาร้องเป็นพลังงานกล คือ
 เป็นเรื่องของความสั่นเทอนนั่นเอง ให้สังเกตด้วยว่า
 แสงเดินทางเร็วกว่าความสั่นเทอนคือเสียง ส่วนฟ้า
 ผ่านนั้นเป็นปรากฏการณ์อย่างเดียวกัน แต่เป็นการ
 ฉายอเล็กตรอนระหว่างก้อนเมฆกับพื้นแผ่นดิน ซึ่ง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	อาจจะเห็นการพลาซันหรือพลาสมาตกได้ ควรให้นักเรียนสังเกตดูว่าพลาสมาในบริเวณใกล้เคียงกับตัวเรา จะให้เห็นประกายแสงและได้ยินเสียงเกือบพร้อมกัน ดังนั้นถ้าเห็นพลาสมาแล้วจึงไม่ได้ยินเสียง ก็ไม่ควรจะบอกกล่าวพลาสมา เพราะแสดงว่าคงจะคงผลอยู่ในที่ใกล้เคียงจริงยังไม่ถึง เราจึงปล่อยกับรากอื่นที่ร่ายนั้นได้
หลักของสายล่อฟ้า	พลาสมาเป็นเพียง วิธีการ ที่ธรรมชาติ จะถ่ายทอดอำนาจไฟฟ้าให้เกิดขึ้น ถ้าเราหาวิธีให้ถ่ายทอดได้สะดวก ไม่ให้พลาสมาลงบนบ้านเรือนของเรา ก็ย่อมมีการหมดไป เราจึงวัดทฤษฎีทางศาสตร์ทำสายล่อฟ้าลงมาตลอดของไฟ และสามารถจะใช้อย่างกันได้มากนักน้อยเพียงไร
การระงับตัวในขณะพลาสมาลงบนของ	การระงับตัวในขณะพลาสมาลงบนของ ถ้าอยู่ภายในอาคารก็ไม่สู้เป็นอันตรายมากนัก แต่ถ้าอยู่ในที่โล่งแจ้ง ก็อาจจะอันตรายขึ้น ควรระงับตัวอยู่ในระยะที่เท่า ถ้าอาศัยเสาไม้ ไฟฟ้าจะถ่ายเทลงได้ การไปหลบอยู่ตามต้นไม้หรือเสาสูง ๆ ก็ไม่เป็นสิ่งปลอดภัยเพียงพอ เว้นไว้แต่ความสูงสูง ๆ เท่านั้นจะ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
เซลล์ไฟฟ้าแบบขดลวด	มีสายลวดพาสอยู่ ควรแนะนำวิธีการของกันพวดง่าย ๆ ถ้าหากต้องทำงานอยู่ในบริเวณที่เย็นทั้งโลก คือถ้า สายลวดพาสใช้ชั่วคราว อาจจะใช้ได้บ้าง ทำการ ทดลอง แสดงวิธี ทำเน็ค ไฟฟ้า กระแส อย่างง่าย ๆ โดยใช้แผ่นสังกะสีหลายปรอทแผ่นหนึ่ง และแผ่นทองแดงอีกแผ่นหนึ่ง แฉกในอ่างกรด กัมมะดินอย่างเจือจาง แล้วโยงลวดระหว่างแผ่นโลหะ ทั้งสอง ให้ผ่านกาววานาเคมีเคอร์ เพื่อให้เห็นความ กระแสไฟฟ้า และให้สังเกตฟองก๊าซที่เกิดขึ้นเนื่อง จากการควบย อธิบายให้เห็นว่าเป็นวิธีการแปลง พลังงานเคมี ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า แต่เป็น ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อถูกแผ่น ๆ กระแสแตกต่างจาก ไฟฟ้าสถิต ซึ่งเรียกว่าไฟฟ้ากระแส หมายถึงความ ว่าเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปเป็นกระแส จึงจะแสดง ผลออกให้เห็นได้ ส่วนไฟฟ้าสถิตนั้นอิเล็กตรอนอยู่ กึ่งๆ จะเคลื่อนที่ไปทีละมาก ๆ เกิดเป็นประกาย ไฟฟ้าขึ้น
เซลล์ปฐมภูมิแบบเลอคลังเซ ทั้งแบบกและแห้ง	ให้นักเรียนสังเกตเห็นว่าเซลล์ไฟฟ้าแบบของวอล ทอนจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้จริง คือเห็นเข็มใน

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ถัดจากขั้นที่ ๑ ให้กระโดดไป แต่ถ้างให้กระโดด
 ไฟฟ้าเกินอยู่นาน ๆ จะปรากฏว่าไม่มีกระแสไฟฟ้า
 อีกต่อไป เว้นไว้แต่จะไขว่ไขว่ดูด้วยสายตาหรือไม
 ก็เขียนโน้ตให้เขา ให้ฟังก๊าซ ที่เกาะอยู่บน หลอดไฟ
 หมดเสียก่อน จึงจะกลายมีกระแสไฟฟ้าใหม่ เซลล์
 ไฟฟ้า แยกของวอลตาจไม่สามารถใช้งานได้จริง ๆ
 จำเป็นจะต้องมีการแก้ไขไม่ให้กระแสไฟฟ้าอ่อนลง
 และหมกไปในเวลาอันรวดเร็วเช่นนั้น มีเซลล์ไฟฟ้า
 หลายแบบที่ประกอบขึ้น ตามความมุ่งหมาย
 ของการนำใช้ ที่ใช้กันมากและควรรู้คือแบบของ
 เซลล์ดองนี ซึ่งมีทั้งแบบและแห้ง ชนิดแห้งคือ
 ถ่านไฟฟ้าเก็บทางนั่นเอง เซลล์ไฟฟ้าเหล่านี้เมื่อทำ
 ตัวเราแล้วจะมีไฟฟ้าให้ใช้ได้นานพอสมควร เมื่อหมด
 แล้วก็ต้องไป จึงเรียกว่าเซลล์ไฟฟ้าปฐมภูมิ มีอีก
 เซลล์ไฟฟ้าอีกแบบหนึ่ง ที่เรียกกันว่าเซลล์ไฟฟ้า
 ทุติยภูมิ ที่แก่จนหมดเมื่อทำขึ้นแล้ว ยังไม่มีไฟฟ้า
 ของเขาไปประจุเสียก่อน แต่ในข้อความเมื่อใช้
 หมดแล้ว ก็ไม่เสียเลย ยังไม่ของทิ้งไป เราถล
 ไปประจุใหม่ก็จะกลายมาใช้ได้อีก วนเวียนกันเช่นนั้น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	เป็นเวลานานกว่าเซลล์นั้นจะพังไป หรือชำรุดใช้ไม่ได้เพราะเหตุอื่น ให้รู้จักส่วนประกอบของเซลล์แบบเลือกตั้งเซลล์ขึ้นก่อน ควรเตรียมเครื่องสำเนาซึ่งประกอบด้วยหม้อแกวมอเตอร์ส่งกระแสเป็นขั้วขลย และมีหม้อพุนไฟแท่งถ่านไว้เป็นขั้วขลย ใช้ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เป็นสารละลาย ถ้ามหม้อพุนไฟเสียแล้ว ควรแก้ไขเพื่อให้เห็นว่าภายในนั้นมอะไรบางอย่าง อธิบายให้นักเรียน ฟังว่า ส่วนประกอบที่อยู ในหม้อพุนไฟนั้น เป็น เครื่อง กัน ไฟ กระแส ไฟฟ้า ต้อง หมก ไป โดยรวดเร็ว ทว่าเคยที่ใส่ไว้ภายใน คือแอมโมเนียมคลอไรด์ เมื่อใช้ไปนาน ๆ ก็จะเสื่อมคุณภาพ จำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่เหมือนกัน แสดงให้เห็นว่าเซลล์แบบนี้ ใช้ทุกหลอด ไฟฟ้าเล็ก ๆ ได้เป็น นานาน กระแส ไฟฟ้า จะไม่ อ่อนลง หรือหมดไป โดยรวดเร็ว เช่นเดียวกับเซลล์ไฟฟ้าแบบของวอลตา เมื่อนักเรียนเข้าใจส่วนประกอบของเซลล์แบบเลือกแล้ว จึงอธิบายส่วนประกอบของถ่านไฟฟ้า เค้นทาง ให้เห็นว่าถ่านนั้นเหมือนกันกับแบบเลือก

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ต่างแต่ทำให้สับสนวุ่นวาย ไม่ต้องมีน้ำ ยกไปไหนก็สับสน
และจะทำให้มีขนาดโตเล็กแต่ไหนก็โต กระบี่ของ
สังกะสี อันที่จริง ก็คือ แท่งสังกะสี ที่เป็น ขวดย นนเอง
แต่เอามาทำเป็นกระบอกต่างพวกแถวอื่น ควรใช้ถาด
ไฟฟ้าเค้นทางที่เสีย ๆ แล้วผ่าออกดู จะได้เห็น
หามาเองก็โต แล้วนำมาดูพร้อมกัน จะปรากฏว่า
ถาดที่เค้นมานานนึ่งไม่ถึงกับสังกะสี ควรให้
นักเรียนลองเปลี่ยนแปลงแก้ไข เพื่อให้กลับใช้ได้อีก
ใหม่ วิธีที่ง่าย ๆ ก็คือล้างกระบี่ของให้สะอาด ใช้
แอมโมเนียจนตลอดไรก็เลยแห้งแยกใส่ลงไปในกระบอก
สังกะสีนั้น แท่งถาดของเก่ายังคงใช้ได้ ให้เลาะ
แมงกานีสโคออกใช้ที่ที่ใช่แล้วทิ้งเสีย หาแมง
กานีสโคออกใช้ที่ใหม่ หุ้มแท่งถาดนั้นโดยมีผ้า
หุ้มแล้วบรรจุลงไปในกระบอกให้เหมือนเดิม ถาด
นั้นจะใช้ได้ต่อไปอีกในระยะเวลาอันหนึ่ง

ให้นักเรียนสังเกตเห็นว่าถาดแท่งถาด
เคียวจะรวมกลางไฟฟ้าอันใด จึงใช้หลาย ๆ ท่อนด้วยกัน
เช่นในไฟฟ้าเค้นทางเข็นคน หรือถาดนักเรียนเคยเห็น
ถาดที่ใช้กับวิทยุ ก็จะเห็นว่า ใช้มากมายหลายสัณฐาน

รายการสอน	คำแนะนำการสอน
วงจรไฟฟ้า วงจรภายนอก วงจรภายใน	และมีความรู้ต่าง ๆ กัน ด้านนักเรียนสนใจถามถึง วงจรไฟฟ้าหรือขยายแต่เพียงขยาย ๆ ในเรื่องการต่อให้ ไฟฟ้าหรือไฟสูงให้เห็นความถูกต้องแตกต่างกัน ให้นักเรียนเข้าใจความหมาย ของคำว่าวงจร ไฟฟ้า คือไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับเหมือนกัน เรียบไป ถ้าพ่วงขั้วกันทำงานไม่ได้ จึงจะต้องมี ทางเดินของไฟฟ้าที่ติดต่อกันตลอด เรียกว่าวงจรไฟฟ้า เช่นในเซลล์แบบเซลล์กัว กระแสไฟฟ้าจะออกจากขั้ว ขั้วบวกแผ่นทองแดง เกิดความส่ายลวดผ่านกัลวานอ มมิเตอร์ไปเข้าขั้วลบ คือผ่านสังกะสี แล้วจะผ่านจาก สังกะสีไปในสารละลายของกรรทกัมมะธิน ไปยัง แผ่นทองแดง เป็นอันครบวงจร ในเซลล์แบบของ เลอเคลงเชกเก็นเช่นเดียวกัน วงจรไฟฟ้าภายนอกจะแบ่งออกได้เป็น ๒ ตอน คือ วงจรภายนอกตอนหนึ่ง วงจรภายในอีกตอนหนึ่ง ขาจะทำได้ง่าย ๆ ว่าส่วนที่กระเบื้องผ่านสารละลาย หรือตัวนำเคมีต่าง ๆ ภายในเซลล์ไฟฟ้าถือว่าเป็น วงจรภายใน ส่วนที่ออกจากขั้วทั้งสองจะไปใช้งาน หรือจะผ่านกัลวานอัมมิเตอร์ก็ตามถือว่าเป็นวงจรภาย—

รายการข้อ	คำแนะนำข้อ
	นอก ทั้งวงจรภายในและภายนอก กระแสไฟฟ้าจะต้องเดินผ่านไ้โดยตลอด มิฉะนั้นจะทำงานไม่ได้ตามปกติ วงจรภายในก็เป็นเรื่องลักษณะพิเศษของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละตัวซึ่งเป็นผู้ใช้ไม่จำเป็นจะต้องยุ่งเกี่ยวกับมากนัก ที่เราเกี่ยวข้องคือในส่วนวงจรภายนอก หมายความว่าจากขั้วทั้งสองของเซลล์ไฟฟ้า เราอาจจะเอาอะไรไปต่อกับขั้วใดก็ตามแต่ความประสงค์ของเรา เช่น ถ้าใช้งานในทางแสงสว่างก็เอาหลอดไฟฟ้าเข้าไปต่อ จะใช้ให้เกิดความร้อนก็อาจจะเอาหลอดเล็ก ๆ ที่มีความต้านทานสูงไปต่อกับขั้วใด ๆ หรืออาจจะใช้หลอดแม่เหล็ก ก็อาจจะเอากระดังไฟฟ้ามาต่อ ส่วนที่เอามาต่อเขาเพื่อใช้งานต่าง ๆ ดังว่าเป็นเรื่องของวงจรภายนอก ถ้าสามารถทำได้ ควรใช้ถ่านไฟฟ้าเดินทางหลาย ๆ ท่อนต่อกันแล้วนำไปใช้งานต่าง ๆ กันก็แล้ว แล้ว เปลี่ยนวงจรภายนอกให้ต่าง ๆ กันเพื่อให้ นักเรียนเห็นว่าวงจรภายในเซลล์นั้นจะคงเดิมอยู่เสมอ เราอาจจะเปลี่ยนวงจรภายนอกเซลล์ ได้อย่างไร

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
น้ำธรรมชาติ ชนิดและความแตกต่าง	ให้นักเรียนระยชิคของน้ำต่าง ๆ ตามที่รู้จัก คือพวกน้ำฝน น้ำบาดาล น้ำพุ น้ำในแม่น้ำลำคลอง หรือนาทะเล เป็นต้น และให้อธิบายถึงความแตกต่าง ของน้ำเหล่านั้น ครูช่วยเพิ่มเติมในส่วนที่ยังขาดอยู่ และควรชี้ให้เห็นด้วยว่าวิธีการของน้ำธรรมชาติเป็นไป อย่างไร น้ำชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวถึงนั้นเป็นแค่เพียง ส่วนใดส่วนหนึ่งในวิธีการที่กล่าวถึงเท่านั้น
องค์ประกอบของน้ำ น้ำเป็นสารประกอบ	ทำการทดลองแยกน้ำด้วยไฟฟ้า ถ้าไม่มีเครื่อง สำเร็จก็ควรพยายามประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ ขึ้นโดย ใช้ถ่านไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายหลาย ๆ ถ่านให้เห็นว่า น้ำอาจจะแยกออกไปเป็นก๊าซได้ ๒ ชนิด คือออกซิเจน และไฮโดรเจน ตามเครื่องหมายที่รวมก๊าซทั้งสองชนิด โดยใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าช่วยให้เกิดเป็นน้ำได้แล้ว ก็ควร จะทำให้รู้ด้วย แต่โดยทั่วไปจะเป็นการยากที่จะมี เครื่องมือชนิดนี้ ถ้าพึ่งเพียงการวิเคราะห์ด้วยไฟฟ้า ก็เป็นการเพียงพอแล้ว ที่จะทำให้เห็นว่าน้ำเป็นสาร ประกอบ มีใช้ของผสม ควรแนะนำเอาหลักความ แตกต่างระหว่างสารประกอบและของผสมที่แท้กับโคเค

รายการสอน

คำแนะนำวิชาสอน

ที่^๕เกิด และ ความ สำคัญ
ของน้ำ

สมบัติของน้ำ^๕
น้ำเป็น^๕ตัวทำละลาย

เรียนมาแล้ว เขา^๕มาพิจารณา^๕น้ำ^๕คว^๕ว^๕าเป็นสารประกอบ
ความ^๕คุณสมบัติ^๕เหล่าน^๕นี้จริงหรือ^๕ไม่

คว^๕ว^๕ให้^๕ร^๕ว^๕าองค์ประกอบ^๕ของน้ำ^๕คือ^๕กา^๕ซ^๕อ^๕เจน^๕
และ^๕ไฮ^๕โดร^๕เจน^๕นั้น มี^๕โดย^๕ส่วน^๕ค^๕ึก^๕เป็น^๕ข^๕ว^๕ิ^๕มา^๕คว^๕ว^๕า
ค^๕อ^๕เท่า^๕ไร และ^๕ถ้า^๕ค^๕ึก^๕โดย^๕น้ำ^๕หนัก^๕จะ^๕แตก^๕ต่าง^๕กัน^๕ออก^๕ไป
อย่าง^๕ไร

แผล^๕ง ถ้า^๕เน^๕็ก^๕ของ^๕น้ำ^๕ใน^๕จ^๕ร^๕ร^๕ม^๕ชา^๕ค^๕มี^๕อะไร^๕ยัง
จ^๕ก^๕จำ^๕น^๕ก^๕ออก^๕ไป^๕และ^๕ให้^๕เห็น^๕ความ^๕สำ^๕คัญ^๕ของ^๕น้ำ^๕ว่า
เป็น^๕ข^๕อ^๕เกิด^๕แห่ง^๕อาร^๕ย^๕จ^๕ร^๕ร^๕ม^๕ มี^๕ข^๕ย^๕น^๕น^๕เม^๕อง^๕ใหญ่^๕ ๆ
ท^๕ก^๕ง^๕ ข^๕ย^๕ไ^๕จ^๕า^๕เป็น^๕ระ^๕ท^๕อง^๕มี^๕แผล^๕ง^๕ น้ำ^๕จะ^๕เล^๕ย^๕ง^๕ให้^๕ไ^๕ก^๕
เพียง^๕พอ^๕ น^๕าม^๕ความ^๕สำ^๕คัญ^๕ท^๕อ^๕ข^๕ว^๕ัก^๕ต่าง^๕ ๆ อย่าง^๕ไร
โดย^๕แผล^๕ง^๕ใน^๕เร^๕อง^๕ถ^๕า^๕ว^๕เร^๕็^๕ย^๕ก^๕เ^๕ย^๕ไ^๕ก^๕ของ^๕พ^๕ช^๕ น^๕าม^๕ส่วน^๕
ข^๕ว^๕ย^๕ใน^๕การ^๕เปล^๕ย^๕ข^๕น^๕แผล^๕ง^๕ทาง^๕เค^๕มี^๕ เหล^๕า^๕น^๕จะ^๕เป็น^๕ห^๕ว^๕ข^๕อ^๕
สำ^๕ห^๕ย^๕การ^๕อภิ^๕ปร^๕าย^๕ซัก^๕ถ^๕า^๕ม^๕ ระ^๕ห^๕ว^๕าง^๕นัก^๕เร^๕ียน^๕ ก^๕ย^๕ค^๕ร^๕ไ^๕ก^๕
เป็น^๕อน^๕น^๕มาก^๕ คว^๕ว^๕เข^๕ย^๕โอกาส^๕ให้^๕นัก^๕เร^๕ียน^๕เป็น^๕ผู้^๕ออก^๕
ความ^๕ค^๕ึก^๕เห็น^๕และ^๕คว^๕สร^๕ป^๕ด^๕ง^๕เป็น^๕หลัก^๕เก^๕ด^๕ข^๕ว^๕ัก^๕ใหญ่^๕ ๆ

อ^๕ธิ^๕บาย^๕สม^๕บ^๕ั^๕ก^๕ของ^๕น้ำ^๕ใน^๕ทาง^๕ฟ^๕ิ^๕สิ^๕ค^๕อ^๕ว^๕ุ^๕ป^๕ล^๕ก^๕ณ^๕ร^๕ส^๕
ความ^๕หนา^๕น^๕น^๕ และ^๕ความ^๕สำ^๕ม^๕า^๕ร^๕ด^๕ใน^๕การ^๕ละ^๕ลาย^๕
ให้^๕เห็น^๕ว^๕า^๕น้ำ^๕เป็น^๕ตัว^๕ทำ^๕ละ^๕ลาย^๕สาร^๕อื่น^๕ ๆ ไ^๕ก^๕ห^๕ล^๕าย^๕ชนิด^๕
การ^๕ท^๕น^๕า^๕เป็น^๕ตัว^๕ทำ^๕ละ^๕ลาย^๕น^๕น^๕ความ^๕สำ^๕คัญ^๕ก^๕ย^๕ส^๕ง^๕ต่าง^๕ ๆ
อย่าง^๕ไร^๕ข^๕ว^๕าง^๕ น้ำ^๕ละ^๕ลาย^๕เก^๕ด^๕ข^๕ว^๕ัก^๕ต่าง^๕ ๆ เพ^๕อ^๕ให้^๕เป็น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
สารละลาย, การห้มคว ผลึก	อาหารของพืช น้ำเช่นสื่อในการขนส่งต่าง ๆ ภายใน ร่างกายของสัตว์ ในชีวิตประจำวันได้อาศัยน้ำเช่น ตัวทำละลายช่วยในกิจการต่าง ๆ ได้อย่างไรบ้าง นักเรียนอาจจะยกตัวอย่างเรื่องใดมา การละลายเป็นสิ่งที่คุ้นเคยกับความเป็นอยู่ของ นักเรียนดี ถ้าฟังการทดลองเพียงให้เห็นความ สามารถละลายได้ เป็นสิ่งซึ่งไม่น่าสนใจนัก ควร จะแสดงการละลายจนถึงห้มควเต็มที แล้วจึงใช้ ความรอนช่วยให้เห็นว่าถ้าสารละลายรอนขึ้น จะ สามารถละลายสารอื่นเพิ่มเติมไปได้อีก ซึ่งอุณหภูมิ สูงขึ้นมากก็จะต้องมีการสารละลายเข้าไปอีกมากจึงจะ ห้มคว สารละลายห้มควในอุณหภูมิสูง ถ้าปล่อย ให้เย็นลงจะกลับตกผลึก การตกผลึกเป็นสิ่งที่ นักเรียนจะสนใจมาก ควรแสดงการเลี้ยงผลึกให้ ดูโดยใช้ผลึกของสารส้ม และเจือปนด้วยอย่าง ใช้ ผลึกทึบรูปร่างครบบริบูรณ์ไม่แตกหัก ผลึกเส้นผม แขวนลงไว้ในสารละลายที่เข้มข้น ทิ้งค้างคืนไว้ รุ่งขึ้นผลึกนั้นจะโตขึ้น ถ้าทำสารละลายให้ห้มคว แล้วไว้ยักคืนหนึ่ง ก็ระโตขึ้นเรื่อย ๆ ไปโดยมีรูปร่าง ลักษณะเหมือนเดิม

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การทำให้น้ำบริสุทธิ์ การกลั่น การกรอง การประปา	ให้นักเรียนเห็นว่า น้ำที่เราใช้ อยู่ ตามปกติกัน ได้มาจากไหน มีความไม่บริสุทธิ์อะไรบ้าง มีความ จำเป็นอย่างไรที่จะต้องการทำให้น้ำบริสุทธิ์ ในงานชนิกไทย ต้องการความบริสุทธิ์ของน้ำมากน้อยเพียงไร การทำให้น้ำบริสุทธิ์ที่สะดวกคือการกลั่นน้ำควร ให้ทำการ ทดลองให้นักเรียนดูด้วยโดยใช้เครื่องควย แฉกสำเร็จ แต่ถ้าไม่สามารถจัดหาได้ควรประคย ใช้นเองเป็นแบบง่าย ๆ เช่น ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมหลอด แฉกนั้น หรือจะใช้กระบอกไม้ไผ่ทำเป็นเครื่องควย แฉกก็ได้ ให้นักเรียนเห็นว่า ใส่น้ำ เมื่อไปลงในที่เย็น ก็กลับกลั่นจนเป็นหยดน้ำ และใส่น้ำที่บริสุทธิ์ เพราะสารต่าง ๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำนั้นจะไม่ สามารถตกมากับไอน้ำได้ และควรให้ทราบด้วยว่า การกลั่นแต่เพียงครั้งเดียวนั้นยังไม่ได้น้ำที่บริสุทธิ์ เพียงพอ อาจจำเป็นต้องกลั่นเป็นครั้งที่ ๒ เพื่อใ้ บริสุทธิ์ยิ่งขึ้น การกรองควรมีทวย่างเครื่องกรองแบบง่าย ๆ ที่ใช้ ถึงขั้นกรองน้ำ สำหรับบริขารประทาน ซึ่งจะได้น้ำใส สะอาดและเย็นมาก เหมาะสำหรับการดื่ม แต่ควร ให้สังเกตว่าเป็น ความบริสุทธิ์เพียงใดในเรื่อง สัตว์

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เท่านั้น ยังมีสารอื่นที่ละลายปนอยู่ในน้ำ หรืออาจจะมีเชื้อโรคบางชนิดผ่านไปตาม หม้อกรองนั้น ด้วยก็ได้ ควรแสดงการกรองด้วยกระดาษหรือผ้าให้ เห็นว่าตาเป็นงานเล็ก ๆ เช่นในการผสมยาเป็นต้น อาจจะมีวิธีการอย่างง่าย ๆ ใด ๆ ใด

การประปา การประปาซึ่งเป็นวิธีทำน้ำให้บริสุทธิ์เป็นจำนวนมาก ๆ นั้น มีวิธีการแยกต่างกันอย่างมาก ในขั้นต้นควรคำนึงว่าในท้องถิ่นที่โรงเรียนตั้งอยู่นั้นมีการประปาหรือไม่ ใช้วิธีใด การประปาที่ทำได้ง่าย ๆ ก็ได้แก่การเก็บน้ำธรรมชาติขึ้นมาได้ถึง ใสสารส้มเพื่อให้เกิดตะกอนให้น้ำใสแล้วให้น้ำปนใส เพื่อแก้ความกระด้าง และเติมปูนคลอรีนเพื่อกำจัดเชื้อโรค แล้วนำออกใช้ เป็นวิธีการทำน้ำประปาอย่างง่าย ๆ ซึ่งตกทอดกันมาแต่โบราณ มีวิธีการกรองเข้าช่วย คือให้น้ำผ่านหินและทรายขนาดต่าง ๆ จะได้น้ำประปาที่ใสสะอาดยิ่งขึ้น ส่วนการประปาในนครหลวง นั้นหลักการก็ไปในการทำงานเดียวกัน ต่างแต่ต้องทำเป็นจำนวนมาก จึงมีเครื่องจักรกลและวิธีการสมัยใหม่ เช่นแท่นที่จะใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาและในบริเวณกรุงเทพ ฯ ซึ่งจะได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การอ่าน เชือเพลิงมี การอ่านเป็น ส่วนประกอบ	น้ำไม่สะอาด จำต้องชกคลองถ้ำเลี้ยงน้ำจากเขียงราก ปทุมธานีมายังโรงสูบน้ำในกรุงเทพ ฯ ต้องรักษาน้ำ ในคลองเหล่านี้ให้สะอาด การสืบขึ้นถึง การใส่ สารส้ม น้ำปูนใส การกรองหรือการเติมปูนคลอรีน ตลอดจนกระทั่งการจ่ายน้ำไปตามส่วนต่าง ๆ จำเป็น จะต้องมีเครื่องจักรกลช่วย และต้องมีพนักงาน ตามท่ต่าง ๆ เพื่อกำหนดไม่ตองทำงานสับสนกันตลอด เวลา สอนให้นักเรียนทราบว่าธาตุที่สำคัญ และมีอยู่มาก นอกจากออกซิเจน และไฮโดรเจนแล้ว ก็มี ธาตุคาร์บอนอีกชนิดหนึ่ง ธาตุคาร์บอนที่เห็นได้ง่าย ที่สุด ก็คือถ่านไม้หรือถ่านหิน ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็ง สีดำถ่านไม้และถ่านหินได้มาอย่างไร ก็เป็นต้นไม้ ก่อนหมายความว่าคาร์บอน เป็นส่วน ประกอบสำคัญ ของพืชคือส่วนที่เป็นโครงแข็ง ธาตุกล่าวได้ว่าเชือเพลิง เกือบทุกชนิดมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ ถ้านำเอา เชือเพลิงเหล่านี้มาเผาโดยวิธี เช่นเคียว กบ การเผา ถ่าน คือเผาให้ร้อนโดยไม่มีอากาศเข้าไปช่วยให้ลุก ไหม้ ซึ่งจะเรียกว่าการอบก่อกำ ธาตุอื่น ๆ ที่เป็นสาร ประกอบจะระเหยกลายเป็นไอไป ทิ้งเหลืออยู่ส่วนมาก จะเป็นคาร์บอน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
อันขรรค์ของคารบอน	ให้นักเรียน ทราบดีว่าธาตุคาร์บอน นั้นไม่จำแนก ระบอบของแข็ง สกปรกเสมอไป อาจมีรูปได้ต่าง ๆ กัน การมีรูปต่าง ๆ กันนี้เรียกว่ามีอันขรรค์ ค่อนข้างต่างกัน ด้วยสมบัติทางฟิสิก แต่สมบัติทางเคมีไม่แตกต่างกัน อันขรรค์ของคาร์บอนได้แก่เพชร แกรไฟท์ ถ่านหิน และถ่านไม้ อธิบายรายละเอียดของอันขรรค์เหล่านี้
สมบัติและประโยชน์	สอนสมบัติและประโยชน์ของธาตุคาร์บอนโดย เฉพาะคือพวกถ่านให้เห็นความสามารถในการฟอกสี และการดูดกลืนต่าง ๆ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์มาก โดยเฉพาะเช่นในการฟอกน้ำตาล เป็นต้น ประโยชน์ ในทางเป็นเชื้อเพลิง ที่สำคัญมีอะไรบ้าง และต่างก็มี คาร์บอนเป็นส่วนประกอบสำคัญ เมื่อเชื้อเพลิงเหล่านี้ ถูกไหม้ นอกจากจะให้พลังงานความร้อนหรือแสง สว่างระคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกด้วย
คาร์บอนไดออกไซด์	ทำการทดลองเตรียมก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ โดยให้หินปูนกับกรดเกลือเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใส่กระบอกไว้หลาย ๆ กระบอก แล้วทดลองสมบัติ ให้นักเรียนดูในเรื่องรูป สกปรก รส ความหนักเบา ความสามารถในการละลายน้ำ ใ้รวีทดลองคาร์บอน ไดออกไซด์ด้วย โดยเฉพาะในเรื่องปฏิกิริยากับน้ำปูน

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เช่น
 ๑. ๒. ๓. ๔. ๕. ๖. ๗. ๘. ๙. ๑๐.
 ๑๑. ๑๒. ๑๓. ๑๔. ๑๕. ๑๖. ๑๗. ๑๘. ๑๙. ๒๐.
 ๒๑. ๒๒. ๒๓. ๒๔. ๒๕. ๒๖. ๒๗. ๒๘. ๒๙. ๓๐.
 ๓๑. ๓๒. ๓๓. ๓๔. ๓๕. ๓๖. ๓๗. ๓๘. ๓๙. ๔๐.
 ๔๑. ๔๒. ๔๓. ๔๔. ๔๕. ๔๖. ๔๗. ๔๘. ๔๙. ๕๐.
 ๕๑. ๕๒. ๕๓. ๕๔. ๕๕. ๕๖. ๕๗. ๕๘. ๕๙. ๖๐.
 ๖๑. ๖๒. ๖๓. ๖๔. ๖๕. ๖๖. ๖๗. ๖๘. ๖๙. ๗๐.
 ๗๑. ๗๒. ๗๓. ๗๔. ๗๕. ๗๖. ๗๗. ๗๘. ๗๙. ๘๐.
 ๘๑. ๘๒. ๘๓. ๘๔. ๘๕. ๘๖. ๘๗. ๘๘. ๘๙. ๙๐.
 ๙๑. ๙๒. ๙๓. ๙๔. ๙๕. ๙๖. ๙๗. ๙๘. ๙๙. ๑๐๐.

ใต ควรทำการทดลองให้รู้ด้วยว่าสมชายใจอก
 ของเรานั้นทำให้น้ำปูนใสขึ้น แสดงว่ามีก๊าซคาร์บอน
 ไดออกไซด์อยู่ด้วย

สมบัติในทางเคมีของคาร์บอนไดออกไซด์ แสดง
 เพียงสมบัติในเรื่องที่เกี่ยวกับการลุกไหม้ แต่ควรสอน
 ถึงประโยชน์ของคาร์บอนไดออกไซด์ เช่นที่ใช้ในการ
 ทำน้ำอัดลมต่าง ๆ ใช้ทำน้ำแข็งแห้ง ใช้กับไฟเป็นต้น

การสอนเรื่องชีวิตสัตว์เล็ก ๆ เหล่านี้ จำเป็น
 ที่จะต้องมีกลของสัตว์ที่กินกันเป็นวงจร ๆ หรือจะเป็น
 กลของสัตว์ที่กินกันเป็นวงจรเดียว การที่จะเพียงแต่เล่าเรื่อง
 หรือเขียนรูปให้ฟังนั้นจะไม่เกิดผลอย่างใดเลย เมื่อ
 ครั้นกลของสัตว์ที่กินกันเป็นวงจรหนึ่งดังกล่าแล้ว
 ให้เตรียมหาวัสดุชีวิตสัตว์มาให้นักเรียนดู

ง่าย ๆ คือเอาฟางแช่น้ำ ทิ้งไว้ให้น้ำหรือไม้ก่ไปกัก
 เอาทรายน้ำตามข้อซึ่งดูเหมือนจะเป็นสิ่งสกปรกเอาเข้า
 ภาชนะที่ใส่น้ำที่กลของสัตว์ที่กินกันเป็นวงจรหนึ่ง
 สัตว์เล็ก ๆ หลายชนิดมีรูปร่างลักษณะแปลก ๆ กันและ
 วิธีการเคลื่อนไหวก็แตกต่างกันด้วย ครูจำเป็นต้อง
 รู้จักสัตว์เหล่านั้นเสียก่อน รู้ในเรื่องการเจริญเติบโต
 และการสืบพันธุ์เสียตามสมควร เพื่อตอบปัญหา

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ใส่เก๋อนกิน

ลักษณะ รูปร่าง การ
หายใจ การกินอาหาร
การสับพชพณูประโยชน์

ของเก๋ก เมื่อเก๋กนักเรียนโตดสควเหล่านนแล้ว
ก็ระก่อให้เก๋กขณูหาซักถาม ว่าสคว เหล่านนมี ซอว่า
อย่างไร เจริญเติบโตไค้อย่างไร หรือสับพชพณู
ไค้อย่างไรอาจะมีความจำเป็นจะต้องเลี้ยงไวค่อไปเพื่อ
สังเกตลักษณะต่าง ๆ ทงนถอเอาความสนใจของเก๋ก
เป็นสำคัญ เมื่อไค่อภิปรายซักถามไค้ความพอสมควร
แล้ว ครูจึงสรุปเอาชนคทเห็นไค้ชค ๆ มาเขียนรูป
ให้ดู ให้เห็นว่าส่วนมากจะเป็นสควเชลลเตยว มี
ลักษณะการเจริญเติบโตและการสับพชพณูอย่างไร

ในบทเรียนนี้ควรรู้ให้นักเรียนเตรียมใส่เก๋อนกิน
มาล่วงหน้า ทงนเพื่อระไค้ใส่เก๋อนชนิดแปลก ๆ
ใส่เก๋อนที่มออยู่ในประเทศไทยตามท้องถิ่นต่าง ๆ จะมี
ลักษณะผิดแปลกกันมากเหมือนกัน จำเป็นจะต้อง
ถอเอาชนคทพเห็นในท้องถิ่นนั้นเป็นหลักในการสอน
ในชนคทให้นักเรียนสังเกตลักษณะรูปร่างว่าใส่เก๋อน
คันทนเป็นซอ ๆ ค่อกัน มีวงแหวนหลาย ๆ วงเวียง
กัน มีหัว มีกลาง มีหลัง มีท้อง ให้สังเกตว่าหัว
หางอยู่ทางไหน มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร มอง
จากภายนอกจะสามารถแลเห็นลักษณะภายในอะไรไค้
บ้าง ขางชนคทจะแลเห็นเส้นเลือดคและรเยคต่าง ๆ

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เมื่อเด็กสังเกตลักษณะภายนอก และ วิธีการ
เคลื่อนไหว แล้ว ให้มาใส่เงื่อนไข คำนึงถึงข้อควร
ระวัง ทั้งเพื่อให้ผู้หนึ่งหัดทำ ถ้าเป็นชนิด
ที่ห้ามปรามรอบตัว แล้วข้อควรระวังและเอาคำ
ดู จะรู้สึกลำบาก เพราะห้ามปรามผู้หนึ่งให้
นักเรียนสังเกตลักษณะรูปร่างหลังจากที่เข้าข้อ
ควรระวังแล้วออกครึ่งหนึ่ง รบกวนทาง ๆ ที่เคยเห็น
ไม่ชัด ในขณะนั้นก็จะเห็นได้ชัดขึ้น ควรเตรียม
ใส่เงื่อนไขไว้ให้นักเรียนดู คือขยับใส่เงื่อนไขว่าลง
ในฉากที่มองเห็นหรืออย่างผลลัพธ์เป็นพารามิเตอร์ ยก
เช่นที่นักเรียนเห็นให้ยาวตลอดทั่วให้นักเรียนสังเกต
แค่เพียงส่วนน้อยใหญ่ ๆ ที่เห็นได้ชัด คือให้ดูที่
ทางเดินของอาหารจากปากถึงทวาร ให้สังเกตระยะ
เส้นเลือด ซึ่งมีเส้นเลือดอยู่ทางด้านหลังและด้านท้อง
และมีเส้นเลือด ซึ่งทำหน้าที่เป็นหัวใจของร่างกาย
เส้นเลือดที่ศูนย์กลาง เส้นประสาทเป็นเส้นที่เห็นได้ชัด
อีกอันหนึ่ง นอกนั้นเป็นส่วนน้อยที่สัมผัสกับชีวิต
พอใช้ เพราะใส่เงื่อนไขเป็นกระแทก ให้นักเรียนรู้
เพียงว่าส่วนเหล่านั้นเป็นส่วนน้อยที่ใช้ในการสัมผัส

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

แมลง

ลักษณะ รูปร่าง การหายใจ
ความเจริญเติบโต คุณ
และโทษ

อธิบายถึงวิธีการหายใจ การกินอาหารและการ
สืบพันธุ์ ของไส้เดือน ควรชี้ให้เห็น ประโยชน์ สำคัญ
คือไส้เดือนเป็นสัตว์คนให้ดิน คือทำให้ดินชุ่มชื้น ในที่
บางแห่งไส้เดือนทำให้ ที่ซึ่งไม่สามารถจะใช้ ในการ
เพาะปลูกได้กลายเป็นที่หมักประโยชน์ในการเพาะปลูก
ในขงเรียนควรให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า

คืออธิบายให้นักเรียนฟังเสียก่อนว่า ที่เรียกว่าแมลง
นั้นหมายถึงสัตว์ชนิดใด นักเรียนรู้จักแมลงอะไรบ้าง
เมื่อได้ซักซ้อมความเข้าใจในเรื่องแมลงพอเป็นสังเขป
แล้ว สักนักเรียนว่าในวนต่อไปให้ทำงานต่างหาแมลง
มากจนละชนิด ทั้งนเพื่อเอามาเปรียบเทียบคุณลักษณะ
โดยทั่ว ๆ ไป เมื่อได้แมลงมาแล้ว ให้นักเรียน
สังเกตเห็นว่าแมลงทุกชนิดจะมีลักษณะร่วมกัน คือ
ส่วนท่อนแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน คือส่วนหัว ส่วนอก
และส่วนท้อง ที่ส่วนอกนั้นจะมีขา ๓ คู่เสมอไป คือ
แมลงจะต้องมี ๖ ขา มากหรือน้อยกว่านั้นไม่ได้ ถ้ามี
มากเช่นแมงมุมมี ๘ ขา ก็ไม่ถือว่าเป็นแมลง ใน
ส่วนอกนั้นเองอาจมีปีกหรือไม่ก็ได้ ถ้ามีอาจจะมี
ถึง ๒ คู่ ให้นักเรียนสังเกตว่าส่วนของท่อนมี

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ลักษณะอย่างไร ในส่วนหัวที่จะเป็นท่อนของปากและ
เครื่องเกี่ยวกนกการกิน มนุษย์ ซึ่งอาจจะเห็นตาเขียว
หรือตาผสมกันได้ มีหนวดเป็นอวัยวะรับความรู้สึก
ในส่วนท้องจะแบ่งออกเป็นปล้อง ๆ คือแผ่นขนหลัง
กับแผ่นใต้ท้องจะประกบกันขึ้น ๆ ท้อง ๆ นั้นเองมี
รูสำหรับหายใจ ทางตอนท้ายของตัวจะมีอวัยวะเกี่ยว
เนื่องเกี่ยวกับการสืบพันธุ์

ควรเลือกแมลงตัวโต ๆ เช่นแมลงสาบเป็นต้น
เช่น ตัวอย่าง เพื่อผ่าส่วนต่าง ๆ ให้ดูพอเป็นสังเขป
การผ่าก็ เช่น เกี่ยวกนกเรอง ได้เห็น คือของแยก ทาง
ด้านหลัง จะเห็นมีไขมันสะสมอยู่ภายในตัวแมลงเป็น
จำนวนมาก เมื่อเขยไขมันเหล่านั่นแล้ว ให้สังเกต
อวัยวะส่วนใหญ่คือท่อนทางเดินของอาหารและถ่ายให้ดู
หัวใจซึ่งมีอยู่ทางด้านหลังใกล้กับ ก็ควรให้ดู ทาง
ด้านท้องจะมีเส้นประสาทแลเห็นได้ชัด นอกจากนั้น
จะมีอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ทางตอนท้ายของตัว ไม่จำเป็น
ต้องให้รายละเอียดมากนัก

อธิบายถึง เรื่องการหายใจของแมลง ว่ามี
ระบบการหายใจพิเศษของคนอย่างไร ซึ่งทำให้แมลง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แมลงที่เป็นศัตรูของพืช และการป้องกัน แมลงกินใบพืช ราก ผล เช่นด้วง ด้ง เสดอ ตักแตน	มีกำลังมาก ในส่วนความเจริญเติบโต แมลงมีวิวิ เจริญเติบโต แตกต่าง กันเป็น ประเภท ครบชั้น และไม่ ครบชั้น ต้องอธิบายให้ชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง ให้เห็นได้ชัด ๆ กล่าวถึงคุณและโทษของ แมลงซึ่งมี อยู่มากประการด้วยกัน ควรใช้แมลงที่เป็นศัตรูของพืช ซึ่งมีมากใน ท้องถิ่นนั้นแสดงให้เห็นว่า ทำความเสียหายให้ แก่พืช มากเพียงไร และในท้องถิ่นนั้นได้ใช้วิธี ของกัน อย่างไร ควรชวนให้อ่าน เอกสาร ของ กรมการ กสิกรรมซึ่งแนะนำวิธีปราบหรือ ป้องกัน แมลง ที่เป็น ศัตรูของพืช ด้วยาเคมี ที่ใช้ ใน การปราบ หรือ ป้องกันควรเห็นนักเรียนได้รู้จัก
แมลงที่เป็นพาหะของโรคและ การป้องกัน แมลงนำโรคมาสู่มนุษย์ เช่น กาฬโรค มาลาเรีย ยิบ โทฟอยด์ อหิวาตกโรค	อธิบายถึงโรคที่ต่างกัน ๆ และโรคที่แมลง เป็นพาหะนำไป ดังที่กล่าวไว้ในรายการสอน ให้ ละเอียดพอสมควร และชี้ให้เห็นว่าแมลงมีส่วนสำคัญ ในเรื่องอย่างไร มีวิธีที่จะป้องกันได้อย่างไรบ้าง และ ควรชี้ให้เห็นความสำคัญของการ ป้องกัน ว่าเป็น การ ง่ายกว่าการแต่เมื่อมโรคเกิดขึ้นแล้ว

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ปลา ลักษณะ รูปร่างภายนอก การหายใจ	ในบทเรียนนี้ควรให้นักเรียนหาปลามาคนละชนิด ไม่จำเป็นต้องเป็นปลาทัวโตมากนัก เมื่อได้มาแล้วให้สังเกตว่าปลามีลักษณะร่วมกันอย่างไร ตามปกติปลาจะต้องมีครีบอยู่ทีไหนบ้าง ให้นักเรียนสังเกตว่าปลาของตัวนั้นมีครีบหลังอยู่ทีไหน แบ่งเป็นตอนกี่ส่วนหรือ ๒ ตอน ครีบหางมีลักษณะเป็นอย่างไร ครีบแขนแต่ละครีบขยับเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้างหรือไม่ ให้ได้เห็นลักษณะทั่วไปว่าปลาจะต้องมีครีบอยู่ทีไหนบ้าง ปลาหายใจด้วยเหงือก เชื่อกันว่าเหงือกปลาอยู่ทีไหน ทำไมจึงหายใจบนบกไม่ได้ ถ้ามีปลาทัวโตๆ มาตัวเดียว ควรจะผ่าท้องให้ดู การผ่าปลาต้องผ่าทางด้านท้อง ซึ่งจะเห็นอวัยวะส่วนใหญ่ เป็นท่อทางเดินของอาหาร ควรให้สังเกตช่องหัวใจด้วยว่า ในช่องหัวใจนั้นมีหัวใจปลาอยู่ นอกจากนั้นไม่จำเป็นต้องให้รายละเอียดมากนัก
กบ ลักษณะ รูปร่างภายนอก การหายใจ การเจริญเติบโต และการดำรงชีวิต	ควรหา กบ เขียด อึ่งอ่าง หรือถ้าไม่มีก็ใช้คางคกมาเป็นตัวอย่าง แสดงรูปร่างลักษณะภายนอก แล้วผ่าท้องให้ดูอวัยวะภายใน จะเห็นว่าสัตว์พวกนี้มีปอด ซึ่งเห็นได้ชัดอยู่ ๒ ข้างระหว่างหัวใจ ส่วน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	ช่วยระบอเหตุทางเดินของอาหารที่คล้ายคลึงกับของปลา อาจจะมีช่วยระบอพันธุ เช่น ไข่ เป็นคน กินที่เป็นจำนวนมากอยู่ในท้อง ไม่จำเป็นต้องให้รายละเอียดเกี่ยวกับอวัยวะภายในมากนัก แต่ควรควรระบอรู้ให้ทั่วหรือพร้อมที่จะตอบปัญหาของเด็กๆ ได้ทันที วาดรูปร่างลักษณะทั้ง ภายนอก และ ภายในดังกล่าวแล้ว ครูอธิบายให้นักเรียนฟังถึงเรื่องการทำเนืงตัวของกบ กินอาหารอย่างไร หายใจอย่างไร การเจริญเติบโตของกบ ให้สังเกตว่าการสืบพันธุ์นั้นจะเป็นไปภายนอก คือกบตัวผู้จะถ่ายเชื้อลงผสมกับไข่ของกบตัวเมียที่ลอยอยู่ในน้ำ และ ทิ้งให้ ไข่ นั้น เจริญเติบโตไปตามลำพัง การเปลี่ยนแปลงของไข่จนกระทั่งเป็นตัวใหญ่ มีขนต่างๆ อย่างไร ครูควรสอนด้วย ถ้าสามารถทำได้ ควรมีขนต่างๆ เหล่านี้บนของจริง ๆ นำมาแสดงให้นักเรียนดูด้วย หรือจะให้ นักเรียนหา มาเองก็ได้ มอญเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับสัตว์จำพวกกบ คือการกินรอน ควรเล่าให้นักเรียนฟังว่าในฤดูหนาว นาคกกบจะจำวนจะถึงฤดูแล้ว ก็จะเที่ยว กินอาหารแล้ว

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
๒.๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ ๑๒ ๑๓ ๑๔ ๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐ ๕๑ ๕๒ ๕๓ ๕๔ ๕๕ ๕๖ ๕๗ ๕๘ ๕๙ ๖๐ ๖๑ ๖๒ ๖๓ ๖๔ ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๙๖ ๙๗ ๙๘ ๙๙ ๑๐๐	คำแนะนำวิธีสอน ๑.๑ ๑.๒ ๑.๓ ๑.๔ ๑.๕ ๑.๖ ๑.๗ ๑.๘ ๑.๙ ๑.๑๐ ๑.๑๑ ๑.๑๒ ๑.๑๓ ๑.๑๔ ๑.๑๕ ๑.๑๖ ๑.๑๗ ๑.๑๘ ๑.๑๙ ๑.๒๐ ๑.๒๑ ๑.๒๒ ๑.๒๓ ๑.๒๔ ๑.๒๕ ๑.๒๖ ๑.๒๗ ๑.๒๘ ๑.๒๙ ๑.๓๐ ๑.๓๑ ๑.๓๒ ๑.๓๓ ๑.๓๔ ๑.๓๕ ๑.๓๖ ๑.๓๗ ๑.๓๘ ๑.๓๙ ๑.๔๐ ๑.๔๑ ๑.๔๒ ๑.๔๓ ๑.๔๔ ๑.๔๕ ๑.๔๖ ๑.๔๗ ๑.๔๘ ๑.๔๙ ๑.๕๐ ๑.๕๑ ๑.๕๒ ๑.๕๓ ๑.๕๔ ๑.๕๕ ๑.๕๖ ๑.๕๗ ๑.๕๘ ๑.๕๙ ๑.๖๐ ๑.๖๑ ๑.๖๒ ๑.๖๓ ๑.๖๔ ๑.๖๕ ๑.๖๖ ๑.๖๗ ๑.๖๘ ๑.๖๙ ๑.๗๐ ๑.๗๑ ๑.๗๒ ๑.๗๓ ๑.๗๔ ๑.๗๕ ๑.๗๖ ๑.๗๗ ๑.๗๘ ๑.๗๙ ๑.๘๐ ๑.๘๑ ๑.๘๒ ๑.๘๓ ๑.๘๔ ๑.๘๕ ๑.๘๖ ๑.๘๗ ๑.๘๘ ๑.๘๙ ๑.๙๐ ๑.๙๑ ๑.๙๒ ๑.๙๓ ๑.๙๔ ๑.๙๕ ๑.๙๖ ๑.๙๗ ๑.๙๘ ๑.๙๙ ๑.๑๐๐

วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แรง ความหมายของแรง	ความประสงค์ ในบทเรียนนี้ของการจะให้นักเรียน ได้ ความ ตีความ ขอบเขต หรือ คำจำกัด ความ ของคำว่า แรง ซึ่งเป็นพลังงานอย่างหนึ่ง คำจำกัด ความนั้นจะกว้างและเกินความได้ทั่วไป การที่จะบอกคำจำกัดความให้ก่อนว่าแรงนั้นคือพลังงานชนิด หนึ่ง ซึ่งกระทำหรือพยายามที่จะกระทำให้เกิดการ เคลื่อนที่ เปลี่ยนแปลงหรือพยายามที่จะเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ที่มีอยู่แล้วให้ผิดไป ทั้งนี้ย่อมเป็นการ รวบรวมกันไว้ ควรควรจะได้เริ่มต้น ด้วยผลของ แรงในทางต่าง ๆ ทั้งที่ปรากฏ อยู่ใน ชีวิต ประจำวัน เช่นว่า แรงความโน้มถ่วงสามารถทำอะไร ได้บ้าง แรงกลาเมเนอ แรงดึงดูดของแม่เหล็ก และแรงตึงคค ของไฟฟ้าสถิต เหล่านี้ล้วนเป็นแรงธรรมชาติซึ่งทำ ให้เกิดการ เคลื่อนที่ หรือ เปลี่ยน การเคลื่อนที่ ที่มีอยู่ แล้วให้ผิดไป เมื่อใดมีตัวอย่างมาก ๆ นักเรียนจะ สามารถทราบความหมายของแรง และเข้าใจคำ จำกัดความที่กล่าวแล้วนั้นได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
แรง ต้องมี ความ ใหญ่ และ ทิศทาง	เมื่อพูดถึงความร้อนและวัดปริมาณ จะเห็นว่า ปริมาณความร้อนบอกเป็นความใหญ่ คือความมาก น้อยเพียงอย่างเดียว ในเรื่องแรง ถ้าพูดถึงความมาก น้อยอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ จะต้องบอกทิศทางด้วย เพราะเหตุว่าถ้าแรง ๒ แรงกระทำไปในทิศเดียวกัน หรือสวนทิศกัน ย่อมมีผลผิดแปลกจากกันมาก แรง จึงเป็น ปริมาณ ทิศทาง มี ทั้ง ความ ใหญ่ และ ทิศ ทาง ปริมาณเช่นนี้เรียกว่าปริมาณเวกเตอร์ พยายามให้นักเรียนเห็นว่าปริมาณต่าง ๆ ที่ เราพูดถึง จะมีเป็น ๒ อย่าง อย่างหนึ่งคือบอกแค่เพียง ความมากน้อยอย่างเดียว ส่วนมากของปริมาณที่ เราพบเห็นอยู่จะเป็นทั้งทางด้าน มีส่วนน้อยที่เป็นปริมาณ เวกเตอร์ คือต้องมีทั้งความใหญ่และทิศทาง
การใช้เส้นตรง แทนความ หมายและทิศทางของแรง	สอนให้นักเรียนรู้จักใช้รูปแทนแรง ทังนี้ โดย ใช้เส้นตรง ความยาวของเส้นตรงแทนปริมาณมาก น้อยของแรง และในเส้นตรงนั้นมีเครื่องหมายลูกศร ชี้เป็นเครื่องหมายทิศทางด้วย หักให้นักเรียนแบ่ง บรรยายความของความเร็วต่าง ๆ ลงเป็นรูป เช่น ให้เขียนรูปแรง ๒ แรงซึ่งมีปริมาณเทียบเท่ากันหนัก ๑๐ และ ๑๕ ปอนด์ตามลำดับ แรงทั้งสองนี้ไป

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความเร็ว	ทิศทางซึ่งเบนมุมฉากแก่กัน ความมีตัวอย่างไทย เช่นหลาย ๆ อัน และให้นักเรียนเขียนรูปให้ ถูกต้อง
การเคลื่อนที่ ความหมาย ของความเร็ว	การเคลื่อนที่เป็นผลของแรง ซึ่งอาจจะเร็ว ช้าหรือเร็ว หรือไปในทิศทางใดก็ได้ อธิบายให้ นักเรียนเห็นว่าความเร็วนั้นเป็น ระยะทางที่ เคลื่อนไป ในหนึ่งหน่วยเวลา ให้สูตรสำหรับการหาคำนวณ ความเร็วทั้งระบบเมตริกและระบบบริติช
ความเร็ว ทั้ง มีความใหญ่ และทิศทาง การใช้เส้นตรง แทนความเร็ว	ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์เหมือนกัน คือ ทั้งมีความใหญ่และทิศทาง คือขอกว่าไปเร็วช้า แค่ไหนและไปในทิศทางใด ความเร็วนี้เช่นเดียวกับ กับแรง คือเราสามารถใส่เส้นตรงแทนได้ และแทน ได้ทั้งปริมาณและทิศทางด้วย วิธีการก็เช่นเดียวกับ เรื่องแรงที่ได้อีกแล้ว คราวนี้ให้ให้นักเรียน ลองเขียนดู เช่นว่าเรือลำหนึ่งเดินคึกกระแสด้าน มุม ๔๕ องศาด้วยความเร็ว ๕ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในแม่น้ำกระแสน้ำมีความเร็ว ๓ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้นักเรียนเขียนออกเป็นรูปและยกตัวอย่าง เช่นนอก

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การรวมแรง และ ความเร็ว การหาแรงลัพธ์ และ ความเร็วลัพธ์ ที่ อยู่ในแนวเดียวกันและต่างแนวกันโดยวิธีเขียนรูป	หลาย ๆ ชิ้น ให้นักเรียนฝึกหัดเขียนใช้เส้นตรงแทนความเร็ว การใช้เส้นตรงแทนแรง และ ความเร็วที่กล่าวแล้วมีประโยชน์ในการ รวมแรง และ ความเร็ว—เพื่อหาแรงหรือ ความเร็วลัพธ์ ทั้งในโดยวิธีเขียนรูป สหุเหลี่ยมคานขนานแห่งแรง หรือสหุเหลี่ยมคานขนานแห่งความเร็ว เสริมแล้วเขียนเส้นทแยงมุม เส้นทแยงมุมนี้จะ แทนทั้ง ปริมาณ และ ทิศทาง ของแรงลัพธ์ ให้ครูทำตัวอย่างให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทั้งในโดยวิธีวัดโดยตลอด ถึงแม้จะมีสูตรในการ คำนวณก็ไม่ ควรจะให้ เกิดในชั้นนี้ ได้ใช้แรงและความเร็วมา ตามม กันเพียงไร ก็ตาม ก็ให้ใช้วิธี สร้าง รูปและ วัด เส้น ทแยงมุม วัดมุมที่เส้นทแยงมุมนั้นทำกับแรง แปรลงออกมาเป็นรูปผลลัพธ์เหมือนนักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการเช่นนี้แล้ว ในชั้นของการศึกษาต่อไปกระหมพน พียงพอที่จะเข้าใจการใช้สูตรต่าง ๆ ได้
โมเมนต์ โมเมนต์ ตาม เข็ม นาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา	การสอนเรื่องโมเมนต์ คือสอนเรื่องผลหมุนของแรง ความประสงค์คือการให้นักเรียนเข้าใจกฎแห่งโมเมนต์ และนำกฎนั้นไปใช้ได้ ในชั้นนาระของ

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ให้เข้าใจเสียก่อนว่าความพยายามที่จะทำให้เกิดการ
หมุนรอบจุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งเป็นผลของแรงใด ๆ นั้น
ไม่เกี่ยวข้องเฉพาะแต่ปริมาณหรือทิศทาง ของแรง นั้น แต่
เพียงอย่างเดียว แต่เกี่ยวข้องกับระยะของฉากที่แรงนั้นทำ
จากจุดหมุน ควรเริ่มด้วยการทดลองที่ใช้คานคดซึ่ง
มีผลครมอยู่กลาง แขนนาหนักขวาซ้าย ให้นักเรียน
เห็นว่าน้ำหนักทางก้นนั้นอาจระวางกันให้สมดุลได้
ถ้าระยะให้พอเหมาะ คือนำหนักน้อยที่อยู่ไกลจาก
จุดหมุนจะสามารถถ่วงน้ำหนักมากซึ่งอยู่ใกล้ได้ และ
ถ่วงน้ำหนักน้อยระยะไปมาและเปลี่ยนน้ำหนักต่าง ๆ กัน
นักเรียนจะเกิดความเข้าใจว่า นอกจาก น้ำหนัก แล้ว
ระยะทางที่ห่างจาก ผลครม อาจมีส่วนเกี่ยวข้องของ ถ่วง
อย่างไร และเมื่อใดคานนั้นจึงจะอยู่ในภาวะสมดุล
ให้นักเรียน สังเกตว่า ผลหมุนของแรงจะมีเช่น
๒ ทาง คือ ทวนเข็มนาฬิกา ทางหนึ่ง และ ทวนเข็
มนาฬิกาอีกทางหนึ่ง ถ้าเมื่อใดผลหมุนทั้งสองนี้เท่ากัน
คานจึงจะอยู่ในภาวะสมดุลได้

การทดลองกฎแห่งโมเมนต์เป็นสมการพีชคณิต
นับว่ายากเกินไปสำหรับนักเรียนในวัยนี้ ควรให้ทำ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การคำนวณโมเมนต์อย่างง่าย	เพียงว่าเมื่อโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เท่ากับ โมเมนต์ ทวนเข็มนาฬิกา คาบจะอยู่ในภาวะสมดุล แสดง วิธีคิดโมเมนต์ หรือผลบวก ของ โมเมนต์ ทั้งตามเข็ มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา ให้เป็นการทดสอบกฎ ด้านนักเรียน คุณก็ทำการทดลอง ทดแล้วแล้ว ในตอนต้น ก็ไม่ว่าเป็นการยากที่จะเข้าใจกฎแห่งโมเมนต์ โดยที่คำนวณเกี่ยวกับโมเมนต์นั้นอาจจะมีคน ต่างกันได้มาก และจะออกให้ยากสักเพียงไรก็ได้ สำหรับนักเรียน ในชั้นนี้ ควรให้ คำนวณอย่างง่าย ๆ คือเป็นสมการเส้นเดียว ให้มีตัวที่ไม่รู้ตัวเดียว เช่น บอกน้ำหนักที่ดวง และระยะทาง คงจาก ทิศทางจากจุด หมุนให้ เหลือตัวที่ไม่รู้ไว้ตัวหนึ่งให้นักเรียนฝึก สมการตามกฎแห่งโมเมนต์ แล้วถอดสมการนั้น หาตัวที่ไม่รู้ พยายามอย่าให้โดยที่คำนวณยุ่งยากและ ซับซ้อนจนเกินไป นำหนักที่ดวงข้างหนึ่ง ๆ ไม่ควร เกิน ๒ ก้อน
ทาสี ให้รู้จักส่วนสำคัญ การใช้ การวัดของทาสี เช่น	ความ ประสงค์ ใน ขทเรียนนี้ ของ การ ให้ วิชา ทาสีชนิดต่าง ๆ ที่มีใช้มากเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ของให้รู้จักหลักของทาสีเหล่านี้ วิชาส่วนประกอบ

รายการสอน	คำแนะนำการสอน
คาซัง สปริง คาซัง แพดทฟอร์ม และคาซัง ไฮโครสแตติก	ที่สำคัญ รู้จักการใช้ที่ถูกต้องหรือการระวังรักษา ความสมควร ครู ควร พยายามหาตัวอย่าง คาซัง เหล่านี้ ไว้ และนำมาให้ดู ให้เด็กพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ โดยละเอียด การที่จะหว่านว่าเด็กได้พบเห็นสิ่งเหล่านี้ ในชีวิตประจำวันของเขา และไม่มี ความจำเป็นที่จะ ต้องนำมาให้ดูนั้นเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง เพราะ ปกติ นักเรียน จะ ไม่มี โอกาส ได้สังเกต โดย ใกล้ชิด คาซังเงิน คาซังสปริง คาซังแพดทฟอร์มเหล่านี้ ก็ไม่ ดูน่าทึ่งมากนัก เช่นสิ่งซึ่งอาจจะจัดหาไว้ได้ ให้นักเรียน สังเกตว่า คาซังเงิน นั้นใช้ หลัก ใน การผ่อนแรง และควรให้ทราบด้วยว่าอาจจะทำเป็น ขนาดต่าง ๆ กันได้ คอขนาดเล็กที่สุดทำด้วยงาสำหรับ ชั่งทอง หรือทำให้โลหะที่ทนซึ่งหมดทั้งตัวก็อาจทำได้ แต่หลักเกณฑ์นั้นจะเป็นอย่างเดียวกัน จะต่างก็แค่ เพียงว่า ถ้าวางเล็กก็ใช้ โลหะที่นุ่มนวล แคระเอียด ถ้าวาง ก็มากจนถึงใช้ซึ่งทองได้ ถ้าทำโตมากนัก แม้จะซึ่ง โลหะที่มาก ๆ ก็จริง แต่ความผิดพลาดก็อาจจะ

รายการสอน

คำแนะนำสอน

นักเรียน	มาตามขึ้นไปด้วย	การที่จะรู้ว่าค่าของเงินถูกต้องหรือไม่
นักเรียน	ไม่	จำแนกของหาน้ำหนักมาตรฐานมากน้อย ครูควรทดสอบให้นักเรียนดู และให้สังเกตว่าการใช้ถูกต้องนั้นทำอย่างไร ที่ ๆ ควรระวังกันแทนหมุนของไม้ใหม่ก็ ของหยอดคนามันอย่าลืม
นักเรียน	ค่าของสปริงก็เช่นเดียวกัน	มีตั้งแต่ขนาดเท่านิ้วก้อยจนถึงโตเท่าข้อมือก็ได้ ควรมีตัวอย่างสักอันหนึ่ง และให้ดูส่วนประกอบภายใน ถ้าไม่มีอะไรมากนัก ใช้เพียงการยกตัวของสปริง ซึ่งสำคัญถ้าเห็นสปริงหัก เมื่อยกแล้ว ของก็กลดลงเขาที่เดิม
นักเรียน	ไม่เหมือนกัน	ถ้าใช้ไปนาน ๆ ก็อาจจะมีความยากพร้อมทั้งความ การระวังรักษาของก็ต้องไม่ใช้
นักเรียน	ค่าของสปริง ซึ่งเกินกว่าปกติกำลัง	เพราะจะทำให้สปริงหักแล้วไม่กลดลงเขาที่
นักเรียน	ค่าของสปริงที่ผิดเป็นแบบที่ใช้โลหะแข็งที่สุด	สำหรับการโดยทั่ว ๆ ไป ให้นักเรียนสังเกตส่วนประกอบ และข้อสำคัญคือของเครื่องมือมีการอย่างไร ที่ทำให้ ค่าของสปริงนั้น กลดลง โสว ไ้ ไร พอ สมควร

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ให้สังเกตคัมภีร์และทศของรศคัมภีร์คนนั้น ถ้าส่วน
ทำได้นั้นและผิวที่สัมผัสกันน้อยเท่าใดก็จะไว้มาก ข้อ
สำคัญก่อนหนึ่งก็คือเมื่อใช้ไปนาน ๆ จะคงสี กิ่ง
จำเป็น ต้อง ใช้ ของแข็ง ๆ เช่น ใช้เบาะ โม่รา เป็นต้น
ให้คนเรียนสังเกตว่าการใช้ทำซึ่งที่ถูกต้อง ต้อง
ใส่น้ำหนักที่จะชั่งไว้ทางซ้ายมือ น้ำหนักสำหรับ
เทียบทางขวามือ ต้องใช้ปากคียบยิบน้ำหนักเสมอ
ห้ามไม่ให้ใช้มือหยิบ มีฉนวนจะเป็นดีนัก น้ำหนัก
จะลิกไป การใส่น้ำหนักให้ใส่รากมากไปหาน้อย และ
จะคงซึ่งไม่เกินพิกัดกำลังของตาชั่งนั้นเหมือนกัน
ตาชั่งไฮโดรอสแตติกส์ ที่จริงก็คือตาชั่งชนิด
ตามิฐที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทดลองนั่นเอง ค่างแก่
เพียงว่าสำหรับชั่งมวลงานข้างหนึ่งสั้นกว่า ทงน
เพื่อใช้ซึ่งของในนาได้ด้วย ให้ครรถส่วนประกอบ
ของตาชั่งชนิดนี้ให้ดูเท่าที่จะออกได้ ให้สังเกตว่า
ความคล้อยคลงกับตาชั่งแพลตฟอร์มอย่างไร และ
ได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นในข้อไหนบ้าง วิธีใช้และการระวัง
รักษาเป็นไปเช่นเดียวกัน มีที่เป็นพิเศษก็คือตาชั่ง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ศูนย์กลางความถ่วง ตำแหน่ง ของ ศูนย์กลาง ของความถ่วง	ขั้นต้น จะใหญ่กว่าคาชังแพลตฟอร์ม การที่จะตั้งไว้ บนโต๊ะหรือเลื่อนไปเลื่อนมา แล้วซึ่งนั้นอาจจะทำให้ทั้ง คาชังไม่ไต่ระดับ หรือไต่ระดับความกระเทือนจากเวลา คนเดินในห้อง จึงควรจะมีหมั่งทกฝาเป็นพิเศษ คง ระดับคาชังให้ถูกต้องไว้คงเดียว ใครจะชั่งก็ให้ ไปชั่งที่นั่น มีหยกไปทอน หรือควรจะมีตุ้มน้ำ ตุ้มน้ำความถ่วงผาพลาสติกกลมออกชั้นหนึ่ง เมื่อ จะใช้จึงแยกออก การสอนเรื่องศูนย์กลางของความถ่วง ควร เริ่มด้วย การ ทดลองที่ ทำ ให้ นักเรียน เกิดความ สนใจ นักเรียน ส่วนมาก จะไม่เชื่อ ว่าสตางค์ นั้นจะตั้งอยู่บน ปลายเข็มได้ ครูทำการทดลองให้ดู ใช้เข็มปักไว้ ที่ทุกซอก แล้วเอาสตางค์เสียบกับทุกคอระคอก่อนหนึ่ง ถ้าเอา สตางค์วางบน ปลายเข็ม ย่อม ตั้งอยู่ ไม่ได้ แต่ถ้า เอาเข็มเสียบที่ทุก คอระคอกันทั้งสองข้าง ให้ถ่วง กัน สตางค์จะตั้งอยู่บนปลายเข็มได้ ให้หมั่นรอบ ตัวก็ได้ หรือจะถอยออกไปที่ไหน ๆ ก็ได้เหมือนกัน นักเรียนจะสงสัยและถามว่าทำไมจึงตั้งอยู่ได้ ครูจึง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
วิธีหาจุดศูนย์กลางของความ ถ่วงของรูปง่าย ๆ โดยวิธี เขียนรูปและโดยการแขวน	อธิบายถึงเรื่องศูนย์กลางของความถ่วง ว่าเช่นเพราะ ตำแหน่ง ของศูนย์กลาง ของ ความ ถ่วง จะอยู่ ภายใน บริเวณรูปไม้ค้อนหรือบริเวณคอกขวก ทั่วบริเวณ แม้ว่าจะเอียงไปอย่างไรก็ยังคงตั้งอยู่ได้ ให้สังเกต การทดลองหรือตัวอย่างอื่น ๆ เทาที่จะหาได้ เพื่อให้ นักเรียน เกิด ความ คิด ว่า จะ หา ตำแหน่ง ของ ศูนย์ กลางของความถ่วงได้อย่างไร วิธีหาจุดศูนย์กลางของความถ่วง อาจจะทำ โดยการเขียนรูปลงบนกระดาษ แล้วหาคำแหน่งของ ศูนย์กลางของความถ่วง ตามความรู้ในทางเรขาคณิต ก็ได้ ถ้ายังไม่เห็นตรงเรขาคณิตง่าย ๆ แค่นี้ เป็นรูปที่ยาก และซับซ้อน ก็อาจ จะหา ได้ โดยวิธี ทดลองดู ควบ ให้นักเรียนทราบว่าเส้นตรงหรือรูป สี่เหลี่ยมคาง ๆ นอกจากสี่เหลี่ยมคางไม่เท่ากันศูนย์ กลางของความถ่วงอยู่ที่ไหน ศูนย์กลางของความ ถ่วง ของรูป สามเหลี่ยมมักคือ เส้นตรงของจุด ของรูป สาม เหลี่ยมตนเอง ถ้าเป็นรูปที่ไม่ง่าย และจะต้องใช้วิธีการ ทดลอง ควรจะใช้กระดาษแข็งหรือแผ่นโลหะที่มีรูป

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ต่าง ๆ กัน เขาเชือกผูกแขวนไว้ คว้าแนวเชือกที่
ถ่วงลงไปบนแนวไหน เขียนลงไว้ในกระดาษแผ่นนั้น
แล้วแขวนใหม่โดยใช้ตำแหน่งอื่น จะได้แนวใหม่
แนวทั้งสองนี้ติดกันที่จุดไหน ที่นั่นเป็นตำแหน่งของ
ศูนย์กลางของความถ่วง

พึงสังเกตว่า การหาศูนย์กลาง ของ ความถ่วง
ตามทฤษฎี เราได้คำนึงถึงมีที่ ๓ คือความ
หนา ความยาว และน้ำหนักของวัตถุเป็นเครื่องยึดเหนี่ยว

สมมุติต่าง ๆ กับศูนย์กลาง
ของความถ่วง เช่น ห่อเงิน
และตุ๊กตาสมมุติ เป็นต้น

ถ้ามี เครื่อง ทดลอง ต่าง ๆ ที่แสดง เรื่อง
ศูนย์กลางของความถ่วง ควรนำมาให้นักเรียนดู
และอธิบายให้เห็นหลักในเรื่องนี้ เพื่อให้เห็นว่า
การที่วัตถุใด ๆ จะอยู่ได้อย่างสมดุลนั้น เกี่ยว
ข้องกับเรื่องศูนย์กลางของความถ่วงอย่างไร และ
สถานะของสมมุติต่าง ๆ คือสมมุติอย่างมีเสถียร
ภาพอย่างใดเสถียรภาพ และสมมุติอย่างเป็นกลาง
มีข้อแตกต่างกันอย่างไร ยกตัวอย่างให้เห็นได้ชัด

งานและกำลัง

หน่วยของงาน

พยายามให้นักเรียนเห็นว่าแรง และงานนั้น
มีความหมายคนละอย่าง งานเป็นผลของแรงที่ได้
กระทำไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับระยะทางที่แรงนั้นเคลื่อนไป

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
หน่วยของกำลังมา	ให้สูตรของการคิดงาน ว่าเข้มแรงคูณด้วย ระยะทางที่เคลื่อนไป แต่ของระยะว่าระยะทางที่เคลื่อนไปของเคลื่อนด้วยอำนาจของแรงนั้นจริง ๆ มีได้เป็นแค่เพียงบางส่วนของแรง เช่นการเคลื่อนที่น้ำหนักอื่นหนึ่งไปในแนวราบ โดยใส่ไปบนพื้นหรือบนราง ปริมาณของแรง ที่ใช้จะไม่เท่ากับ น้ำหนักของ ของนั้น ควร ยก ตัวอย่าง เรื่อง การ ยก ของ ขึ้น ที่สูงว่าความสูงในแนวตั้งเท่านั้น ที่ถือได้ว่าเป็นระยะทางที่เคลื่อนไป ถึงแม้ว่าทางที่ขึ้นไปนั้นจะคดเคี้ยวหรือเป็นทางลาภักก็ตาม จะคิดความลาดหรือความคดเคี้ยวเป็นระยะทางที่เคลื่อนไปนั้นไม่ได้ ให้รู้จัก หน่วย ของ งาน ทั้ง ระเบียบ เมตริก และ ระเบียบบริตซ์ แต่ให้ใช้หน่วยในทางปฏิบัติเท่านั้น คือ เป็นฟุต-ปอนด์ หรือกรัม-เซนติเมตร ยังไม่ควรให้รู้จักหน่วยความโน้มถ่วง เมื่อนักเรียนเข้าใจในเรื่องนี้แล้ว ควรแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือผ่อนแรง ที่ใดเคยรู้จักมานานเท่าไร มิใช่เป็นเครื่องมือของงาน งานจะต้องทำเท่าเดิม เสมอ ท่างแก่กว่าค่อย ๆ ทำทีละน้อย ๆ เมื่อรวมเข้า

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

พลังงาน

ความหมาย ของ พลัง งาน

พลังงานศักย์ พลังงานจลน์

แล้วปริมาณของงานจะต้องคงเดิมเสมอ ไม่ว่าจะใช้
 เครื่องผ่อนแรงชนิดใดก็ตาม จึงมีปัญหาเรื่องเวลา
 เข้ามาเกี่ยวข้องว่าถ้าทำงานที่ละน้อย ๆ ก็ย่อมเสีย
 เวลามาก ก็ว่ากำลังน้อย ถ้าสามารถทำงานเป็น
 ปริมาณมาก ๆ ได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงจะถือว่า
 มีกำลังมาก คำว่ากำลัง จึงหมายถึงอัตราของการ
 ทำงาน ซึ่งให้เห็นว่าหน่วยของกำลังที่ใช้กันมากคือ
 กิโลวัตต์ หน่วยของกิโลวัตต์ของงานอย่างไร

คำว่า งาน กับ พลังงาน มีความหมายใกล้เคียงกัน และมีหน่วยที่ใช้วัดเหมือนกัน จึงมักทำให้คนเรียนเข้าใจปะปนกันอยู่เสมอ ให้นักเรียนสังเกตว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถที่จะทำงานได้ กล่าวคือปริมาณของงานจำนวนหนึ่งปะปนอยู่สิ่งใด ซึ่งมีปริมาณ ของงาน ปะปนอยู่ ก็นับว่ามีพลังงาน ดังนั้นพลังงาน

ถ้าแบ่งพลังงานออกเป็น ๒ ชนิด นักเรียนจะเข้าใจได้รวดเร็วอย่างซึ่งครุยมามาก ๆ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ควรหาตัวอย่างจากที่ใช้งานจริง ๆ เช่น เครื่องยนต์กลไกโรงงานมาจากไหน ในขั้นเดิมก็ใช้

[illegible]

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
พลังงานย่อมไม่สูญหาย	เอาพลังงานเหล่านั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ต้นของความ ต้องการได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างอธิบายการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน ต่าง ๆ ให้เห็นว่าพลังงานใดแค่เปลี่ยนรูปจากรูปหนึ่ง ไปเป็นอีกรูปหนึ่ง แต่จะไม่สูญหายไป เช่นพลังงาน จากดวงอาทิตย์ที่สะสมอยู่ในพืชนั้น เมื่อเอามาใช้เป็น เชื้อเพลิง ก็จะเปลี่ยนเป็น พลังงานความร้อนและแสง สว่าง ซึ่งอาจจะทำให้สารอื่นร้อนขึ้น และถ้าอาจจะ เปลี่ยนแปลงต่อไปอีก หมุนเวียนกันอยู่เรื่อยไป เรื่อง นี้ถ้ามีการทดลองที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น ใช้แรงหมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเล็ก ๆ เช่น ไดนาโม รถจักรยาน ทำให้ไต่กระแสไฟฟ้าใช้จุดหลอดให้สว่าง หรือใช้ทำให้เกิดความร้อน และการแยกธาตุทาง เคมี ก็จะให้นักเรียนได้เห็นหลักในเรื่องความ เปลี่ยนแปลงของพลังงานและพลังงานย่อมไม่สูญหาย ไปนั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
การส่งผ่านความร้อน การนำ สารต่างชนิดนำ ความร้อนต่างกัน	การนำความร้อนเช่นปรากฏการฉกฉกกัน อยู่ ทั่วไป การทดลองของอรรคมชาติไม่มีสิ่งใดแปลก จึงเป็น การเสียเวลาเปล่า ๆ ควรเลือกหาการทดลองที่แปลก ๆ

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

เช่นกระบอกทองเหลืองสวมกับไม้ เขากระคายพื้น แล้วฉนไฟ จะเห็นว่ากระคายทางที่ตกไม้นั้นจะไหม้ แต่ทางที่ตกของเหลืองไม้ไหม้ เป็นเพราะเหตุใด อารยธัยยักได้ว่าเป็นเพราะไม่นำความร้อนไม้ก็ ความร้อนจึงสะสมอยู่มาก ทำให้กระคายไหม้ไฟ แต่ส่วนของเหลืองนั้นนำความร้อนไปยังส่วนต่าง ๆ เสียหมด จึงไม่เหลือพอจะทำให้กระคายไหม้ได้

เมื่อเห็นเช่นนั้น แสดงว่าสารต่างชนิดย่อมนำความร้อนได้ต่างกัน จะมีวิธีเปรียบเทียบได้อย่างไร ควรใช้เครื่องสำเภาทดลอง เปรียบเทียบความสามารถในการนำความร้อนของสารต่าง ๆ ชนิด ซึ่งประกอบขึ้นด้วยแท่งสารต่าง ๆ ชนิด เสียอย่างนำร้อนมีเมตซ์ผกตไวท์ทอง ความเป็นเมตซ์ผกตอินโทจะหลกมากน้อยกว่ากัน เร็วช้าอย่างไร ใช้เป็นเครื่องตัดสินว่าสารไหนนำความร้อนดีกว่าสารอื่นเพียงไร ควรให้นักเรียนสามารถทำได้ว่าสารธรรมชาติสามัญที่คุ้นกับความเป็นอยู่ของเรา เช่นโลหะต่าง ๆ ไม้ แก้ว เหล็ก เป็นต้น ไหนนำความร้อนดีกว่ากัน

นำเข็นควานำความร้อนทดสอบ

การทดลองที่น่าสนใจในเรื่องการนำความร้อนของนำ กักหาหลอดทดลองใส่น้ำแข็งลงไปก่อนหนึ่ง

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ประโยชน์ของการนำความ
ร้อน เช่น หวีแรงขกกร
ภาชนะหุงต้ม

คุณความร้อนและประ-
โยชน์

แล้วหากระแวงตวคชคไวทกน نن ใส่นาลงไปจนถึง
ราว ๆ ครึ่งหลอด เอียงหลอดเผาภาชนะบน เหน
กระตงน่านนเตอด จะเห็นวณาแข็งชงอยุขางล่างจะ
ไม่หลอมเหลว ทำไม่จึงเป็นเช่นนั้นเพราะน้ำเป็นควนนำ
ความร้อนที่เร็ว จึงไม่นำความร้อนจากภาชนะบน
ลงไปหลอมเหลวณาแข็งชงอยุขางล่าง

ในงานบางชนิดเราต้องการให้ความร้อนนำไป
ได้โดยรวดเร็ว คือเป็นจำนวนมาก ๆ ในกรณีเช่น
นั้นก็มีความจำเป็นจะต้องใช้สารซึ่งนำความร้อนได้ดี
เช่นภาชนะที่ทำด้วยอลูมิเนียม จะหุงต้มร้อนได้เร็ว
กว่าภาชนะที่เป็นเหล็ก หรือมเคลือบ หวีแรงขกกร
ที่เป็นทองแดงก็เพราะทองแดง นำความร้อนได้ดีมาก
นอกจากนี้ตามทวอยาท เกยวชองกษชวค ประจำวน
นักเรียนเห็นอยู่เสมอ ก็ควรแนะนำเอามาแสดงไว้ด้วย

ในงานบางชนิดเราไม่ต้องการให้ ความร้อน
หนีไป จึงจำเป็นต้องใช้สารที่นำความร้อนเร็ว ๆ
ช่วยกักกนความร้อนไว้ เช่นการใช้ฟมในเมื่องหนาว
การใช้เสื่อสักหลาดหอรชนสคว เหล่านเป็นทวอยาท
การหุ้มของร้อน ๆ ด้วยนวม เพื่อกันไม่ให้ความร้อน

รายการสอน	คำแปลวรรคสอน
การแผ่รังสี เช่น จาก ดวงอาทิตย์ หรือ เตาผิง	อธิบายให้เห็น จากดวงอาทิตย์ และการแผ่รังสี ของ มี สสาร ซึ่งจะเป็นของแข็ง หรือของเหลวก็ได้เป็นพลังงาน หรือควาไป แต่การแผ่รังสีไม่จำเป็นต้องมี สสาร สามารถเคลื่อนผ่าน ช่องสุญญากาศได้ จากคำนี้ก็ ความร้อนอันหนึ่ง จะรวมที่อุณหภูมิ การพาและการ การแผ่รังสีได้ เป็นเรื่องมีเกี่ยวข้องกัน
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ	กล่าวถึงเรื่องของ ขวดยกความร้อน และแสดงให้เห็น เห็นว่าเกี่ยวข้องกับการแผ่รังสี อย่างไร คำนี้ก็ ความร้อน อันหนึ่งสามารถเปลี่ยน ความร้อนไปด้วย การแผ่รังสีเป็นพลังงานเป็นอันหนึ่ง มีวิธีการของการ แผ่รังสีโดยง่ายว่า ขวดยกความร้อนอันหนึ่งจะถ่ายเท อันหนึ่งในเรื่องนี้ ให้นักเรียนยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่รู้จัก แล้วให้ จำแนกประเภทของเชื้อเพลิง ๗ ชนิดเชื้อเพลิงที่ ของแข็ง ที่เป็นของเหลวและที่เป็นก๊าซ ควรรวบรวม ตัวอย่างเท่าที่หาพบได้ใน ชีวิตประจำวันมาให้มาก ทดสอบ เท่าที่ทำได้จากข้อนี้ ทดสอบให้สังเกตว่า สิ่งที่เราเรียก ว่าเชื้อเพลิงนั้นจะมีลักษณะอย่างไร คือเป็นสิ่งที่ จะสามารถถูกไหม้ ทำให้เกิดความร้อน เช่นดังซึ่ง

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

หาได้ไม่ยากนัก และมีราคาถูกพอสมควร ความ
มุ่งหมายสำคัญก็คือเรื่องของความร้อน แต่ในบาง
คราวก็ต้องการแสงสว่างเป็นข้อสำคัญ

ให้สังเกตเห็นว่าเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ รมมีคุณค่า
ในทางความร้อนแตกต่างกัน คือมีค่าความร้อนของ
เชื้อเพลิงแตกต่างกันไป

สัน ตาป ของ เชื้อ เพลิง ให้
ความร้อนต่างกัน

เปรียบลำคยจากชนิดที่หมอยูข้างท้าย ให้เห็นว่า
เชื้อเพลิงต่าง ๆ ไหนจะให้ความร้อนมากกว่ากัน
โดยประมาณ ทั้งนี้โดยถือหลักว่าถ้าใช้เชื้อเพลิงนั้น
น้ำหนักเท่า ๆ กัน ไหนจะให้ปริมาณความร้อนมาก
กว่ากัน ควรให้สังเกตว่าเชื้อเพลิงเหล่านั้นใดให้ความร้อน
มาเนื่องจากการลุกไหม้ ซึ่งเป็นสันตาปชนิดหนึ่ง
ต้องการออกซิเจนช่วยในการลุกไหม้ และนอกจาก
นั้นยังเกิดจากปริมาณของอากาศวุ่น ที่มีอยู่ใน
เชื้อเพลิงนั้นด้วย ปริมาณมากน้อยของคาร์บอนและ
ความสามารถที่จะเข้ารวมกับ ออกซิเจนใน อากาศเป็น
เครื่องชี้ว่าเชื้อเพลิงชนิดนั้นจะมีค่าของความร้อนของ
เชื้อเพลิงมากน้อยเพียงไร

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน																		
บัญชี ค่า ความ รอน ของ เซอ เพลงทศวรรรึก	ให้นักเรียนได้ เปรียบ เทียบ ค่าของ ความรอน ของเซอเพลง เช่น <table><tr><td>ถ่านหิน</td><td>๓ ๘๐๐</td><td>คาลอรีต่อกรัม</td></tr><tr><td>ถ่านไม้</td><td>๘๐๐๐</td><td>"</td></tr><tr><td>๔/ ฟืน</td><td>๔๐๐๐</td><td>"</td></tr><tr><td>แอลกอฮอล์บริสุทธิ์</td><td>๗๑๘๐</td><td>"</td></tr><tr><td>น้ำมันแกโซลีน</td><td>๑๒๐๐๐</td><td>"</td></tr><tr><td>ก๊าซไฮโดรเจน</td><td>๓๔๕๐๐</td><td>"</td></tr></table>	ถ่านหิน	๓ ๘๐๐	คาลอรีต่อกรัม	ถ่านไม้	๘๐๐๐	"	๔/ ฟืน	๔๐๐๐	"	แอลกอฮอล์บริสุทธิ์	๗๑๘๐	"	น้ำมันแกโซลีน	๑๒๐๐๐	"	ก๊าซไฮโดรเจน	๓๔๕๐๐	"
ถ่านหิน	๓ ๘๐๐	คาลอรีต่อกรัม																	
ถ่านไม้	๘๐๐๐	"																	
๔/ ฟืน	๔๐๐๐	"																	
แอลกอฮอล์บริสุทธิ์	๗๑๘๐	"																	
น้ำมันแกโซลีน	๑๒๐๐๐	"																	
ก๊าซไฮโดรเจน	๓๔๕๐๐	"																	
การแปลงสถานะ	ให้นักเรียน เห็นว่า คำว่า การ แปลง สถานะ หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของแข็งเป็นของเหลว หรือ ของเหลวเป็นก๊าซ หรือในทางทกลับกัน คือจากก๊าซ เป็นของเหลว จากของเหลวเป็นของแข็ง ยกตัวอย่าง จาก ความ เป็น ไปจริง ๆ ที่เห็น ได้ชัด เพื่อให้ได้ ความคิด รวบรวมว่า คำว่า การ แปลง สถานะ มีความ หมายกว้างแคบเพียงไร																		
การหลอมเหลว จากหลอม เหลวกับจุดเยือกแข็ง ความ ร้อนแฝงของการหลอมเหลว	ปรากฏการณ์ เรื่อง การ หลอม เหลว เป็น ของ ธรรมชาติที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว แต่อุณหภูมิของเหลวจะ แปลงสถานะ นักเรียนไม่เคยสังเกต ควรทำการ																		

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ทดลองให้ดูด้วยโดยหลอมเหล็กของไฟ เหนือ เป็น น้ำ
แล้วใส่เทอร์มอมิเตอร์ลงไว้ให้เย็น ค่อยๆ ถอดออกมา
ทุก ๆ ครึ่งนาทีก แล้วนำเอาตัวเลขนั้นมาเปรียบเทียบกับ
ระดับเกณฑ์เห็นว่ามีระยะห่างที่อุณหภูมิควรจะเย็น
เวลานาน แล้วจึงจะลดลงไปอีก อุณหภูมินั้นคือจุด
หลอมเหล็กของแท่งที่ใช้ในการทดลอง

ลองให้ความร้อนแก่ น้ำแข็ง โดยมีเทอร์มอมิ
เตอร์อยู่ด้วย จะเห็นว่าในขณะที่น้ำแข็งยังหลอม
เหล็กไม่หมด อุณหภูมิจะยังคงเป็น ๐ องศาเซนติเกรด
อยู่เรื่อยไป เมื่อใด น้ำแข็ง หลอมเหลวหมด แล้ว
อุณหภูมิ จะ เพิ่มขึ้นไป อุณหภูมิ ที่คงที่อยู่นั้น เป็นจุด
เยือกแข็ง

ให้นักเรียนคิดว่าจุดหลอมเหลวกับจุดเยือกแข็ง
นั้นตรงกันหรือไม่ อุณหภูมิ นั้นเท่ากัน ต่างแต่ ว่ามอง
คนละทาง คือถ้ามอง สถานะจากของแข็งไปเป็นของ
เหลวก็เรียกว่าเป็นจุดหลอมเหลว ถ้ามอง สถานะ
จากของเหลวไปเป็นของแข็ง เรียกว่าจุดเยือกแข็ง

ในขณะที่ อุณหภูมิ หยค่น้อยที่ จุดหลอมเหลว
หรือจุดเยือกแข็ง นั้น ความร้อน ที่ ภาย นอก หรือ
ความร้อนที่ ไหลเข้าไปหาหายไปไหน ทำไมจึงไม่ทำ

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ให้อุดหนุนสิ่งอื่นหรือทำลงไป อันนั้นจะนำไปถึง
ความคิดในเรื่อง ความร้อน แสงของ การ หลอมเหลว
อธิบายให้นักเรียนเข้าใจและสรุปได้ ว่าใน การ แปลง
สถานะนั้นจะต้องมีการความร้อนจำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียก
ว่าความร้อนแฝง การทำหลอมเหลวของแข็งให้เป็น
ของเหลวนั้นจะต้องมีการความร้อนแฝง ของการ หลอม
เหลวจำนวนหนึ่ง ในทำนองเดียวกัน ถ้าของเหลว
จะ แข็งตัว เป็น ของแข็ง ก็ จะต้อง คาย ความร้อนออก
จำนวนหนึ่ง คือความร้อนจำนวนเดียวกันนั้น

ทำการทดลองให้เห็น อย่างหายาญ ๆ ด้วยวิธี
ผสมว่าความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของ น้ำแข็ง
มีปริมาณมากน้อยเพียงไร และให้รู้สำหรับสาร
แต่ละชนิดค่าของความร้อนแฝงของ การ หลอมเหลว
จะเป็นค่าคงที่ด้วยเสมอ

การเกิดไอ การกลายเปลี่ยนไอ
การเดือด ทุกเคือก ความ
ร้อนแฝงของการเดือด

ให้นักเรียน เห็น ความ แตก ต่าง ระหว่าง การ
ระเหยกับการเดือด ซึ่งเป็นวิธีการกลายเปลี่ยนไอหรือ
การเกิดไอกับกันทั้งสองวิธี ว่ามีข้อ แตกต่าง กัน
อย่างไร ในเรื่อง การเดือดนักเรียนไม่เคยสังเกตว่า
ทุกเคือกจะ ยังคงที่ อยู่เสมอตลอด เวลาที่ ของเหลวยัง

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

การหาจุดเกิดของน้ำ และ
ความรอนแ่งของน้ำเกิด

เกิดไปไม่หมด ทำการทดลองให้ดู ใช้ขลุ่ยหาอย่าง
เขวากัน กับเรื่อง การ หลอมเหลว ว่าใน ขณะ ที่มีการ
เกิดคนนั้น ของเหลวก็ ได้รับ ความรอน เข้า ไปเรื่อย ๆ
ทำไมอุณหภูมิจึงไม่สูงขึ้น ความรอนนั้นหายไปไหน
ก็ต้องตอบว่า ความรอน นั้นได้ใช้ในการทำให้ ของ
เหลวกลายเป็นไอ จึงเรียกว่าความรอนแ่งของการ
กลายเป็นไอ หรือความรอนแ่งของการเกิดก็ได

ต่อมาให้เกิดแล้วใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
ทั้งไว้นาน ๆ จะเห็นว่าตลอดเวลานั้นอุณหภูมิ จะคงที่
อยู่ที่ค่าหนึ่งเสมอ อาจจะไม่ถึง ๑๐๐ องศาเซนติเกรด
ก็ได้ ต้องอธิบายให้นักเรียนฟังว่าทั้งนี้ อาจเป็น เนื่อง จาก
เทอร์มอมิเตอร์ผิดหลัก หรือไม่ก็เป็นเพราะความ
เปลี่ยนแปลงใน เรื่อง ความดันของอากาศ หรือ อาจเป็น
เป็นเพราะว่าที่อุณหภูมิเกิด นั้นเป็น ที่ที่อยู่ใน วัฏจักรสูง
และให้ ทดลอง หา ความรอน แ่ง ของ น้ำเกิด อย่าง
ขยาย ๆ โดยวัดอุณหภูมิของน้ำในภาชนะเกิดลงไปในน้ำเย็น
คำนวณหาค่าความรอนแ่งของน้ำเกิด

ในเรื่องความรอนแ่งนี้ยังไม่สมควรให้นักเรียน
หาคำนวณโดย เป็นเพียงให้รู้ว่ามีวิธีหาค่าความ
รอนแ่งต่าง ๆ ได้อย่างไร กันยว่าเพียงพอแล้ว

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ไอน้ำในอากาศ

ความชื้นแห้ง การหาจุด
น้ำค้างโดยวิธีง่าย ๆ

ที่ว่าในอากาศมีไอน้ำ อธิบายให้นักเรียนเข้าใจ
ได้ง่าย ๆ โดยอ้างถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ
อธิบายก็พอสมควรแล้วว่าความชื้นแห้งของ
อากาศนั้นเกี่ยวข้องกับปริมาณของไอน้ำในอากาศ คือถ้า
อากาศมีไอน้ำมาก อากาศก็จะชื้น ถ้ามีไอน้ำน้อย
อากาศก็จะแห้ง ชื่อนี้มีความเข้าใจผิด อากาศ
จะชื้นก็เพราะไอน้ำในอากาศนั้นไม่หมดเกลี้ยงพอที่จะให้ไอน้ำ
เข้าไปอยู่ได้อีก คือไม่อนุญาตให้น้ำระเหยไปเป็นไอน้ำ
ขึ้นไปอีกได้ ถ้ามีดวงอาทิตย์ให้น้ำระเหยขึ้นไปได้อีก
อีกมาก อากาศก็จะแห้ง ตรงนี้ก็เกี่ยวข้องของอุณหภูมิต่ำ
ปริมาณมากน้อยของไอน้ำในอากาศอยู่ด้วยเหมือนกัน
พยายามชี้ให้นักเรียน เห็นว่าใน อุณหภูมิต่าง ๆ กัน
ความสามารถของ อากาศที่จะรับไอน้ำไว้ได้นั้น จะเป็น
จำนวนแตกต่างกัน เพราะฉะนั้นปริมาณ มากน้อย
ของไอน้ำในอากาศขณะหนึ่ง ๆ จึงเป็นเพียงเศษหนึ่ง
ส่วนสี่ ทำให้อากาศชื้นหรือแห้ง จะต้องประกอบด้วย
ความจุของอากาศในขณะนั้นด้วย จึงควรอธิบาย
ความสามารถที่จะรับไอน้ำเอาไว้ได้อีก เป็นเครื่อง
กำหนดความชื้นแห้ง จึงจะเป็นการถูกต้องตรงกับความ
ความเป็นจริง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

การหาจุดศูนย์กลางโดยวิธีง่าย ๆ ทำได้โดยเอา
 ไม้เส้นแก้ว มีเทอร์มอมิเตอร์ใส่ไว้ด้วย แล้วป้อนน้ำ
 แข็งก้อนเล็ก ๆ กวนให้ทั่ว คอยสังเกตแหล่งอุณหภูมิจน
 นอกแก้ว ทั่วทุกแห่งเกิดขน ให้อ่านอุณหภูมิจาก
 เทอร์มอมิเตอร์ที่ใส่ไว้ แล้วหยดเติมน้ำแข็ง คอยให้
 นานจนร้อนขึ้น ซึ่งจะทำให้แหล่งซึ่งเกิดภายนอกแก้ว
 น้นหายไป ในขณะกเห็นแหล่งหายไป ให้อ่าน
 เทอร์มอมิเตอร์อีกครั้งหนึ่ง เปรียบเทียบของการอ่านทั้ง
 สองนั้นแล้วเฉลี่ยออกมาเป็นจุดศูนย์กลาง จะช่วย ทำให้
 เราวัดความชื้นแห่งของอากาศได้อย่าง คัดถ้าจุดศูนย์กลาง
 ต่ำกว่าอุณหภูมิ ของ อากาศ อากาศเพียงเล็กน้อย
 ย่อมแสดงว่าอากาศชื้น ถ้าสูงจะด้วยไอน้ำย่อมเกิด
 อากาศชื้น แต่ถ้าวัดจุดศูนย์กลางต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ
 ของห้องมาก ๆ ย่อมแสดงว่ามีความแห้งแล้งอยู่ใน
 อากาศพอที่ระเหยไอน้ำเขาไว้ได้ อีกมาก ซึ่งหมายความว่า
 ความว่าอากาศจะแห้ง

การอ่าน การวาง ทาปริมาตร
 ความชื้น จาก ไฮโกร มิเตอร์
 แห่งแลงเชยก

ความชื้นแห่งของอากาศกำหนดได้ด้วยความ
 ชื้นสัมพัทธ์ ในขณะใดก็ได้โดยวัดเพียงว่า ความ
 ชื้นสัมพัทธ์เป็นร้อยละ ถ้าร้อยละสูงแสดงว่า

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

การส่องสว่าง

หน่วยใช้วัดกำลังส่องสว่าง

เทียนมาตรฐาน

ความเข้มมาก ถ้าระยะเท่า แสดงว่าความเข้มน้อย
มีเครื่องสำเนา ที่เรียกว่า ไฮโกรมิเตอร์ กระเปาะแห่ง
และเชือก ช่วยให้ปรับมาจนได้ ครุกรรมไฮโก
มิเตอร์ชนิดนี้ให้นักเรียนดู อ่านคู่มือจากเทอร์มอ
มิเตอร์ทั้งสองข้างแล้ว ทดลองจากการวางสำเนาอ่าน
ออกมาเป็นความเข้มสัมพัทธ์ให้ได้

ในเรื่องเกี่ยวกับความสว่างนั้น จะเห็นความส
ถกของอยู่ คือความสามารถของก้านเทียน
ที่จะให้แสงสว่างได้มากหรือน้อย ที่เรียกว่ากำลัง
การส่องสว่างนั้นอย่างหนึ่ง อีกอย่างหนึ่งก็คือแสง
สว่างที่ออกมาจาก ก้านเทียนแสง จะไปมีผล เป็นความสว่าง
บนที่ใดที่หนึ่งมากน้อยเพียงไร ที่เรียกว่า ความเข้ม
แห่ง การ ส่อง สว่าง นั้นเอง ทั้งสองจำนวน
มีส่วนเกี่ยวข้องกัน แต่ของเกี่ยวข้องกันดังนี้)
ชักด้วย พยายามให้นักเรียนเห็นเป็นของกันว่า
ถ้า ก้านเทียน กำลัง ส่องสว่าง มาก ก็จะทำให้เกิด
ความ เข้ม แห่ง การ ส่อง สว่าง บน ที่ แห่ง หนึ่ง มาก
เหมือนกัน แต่ถ้าถ้านั้นถืออยู่ห่างออกจากก้านเทียน
มากเข้า ความเข้มแห่งการส่องสว่างก็ย่อมจะลด
น้อยลง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความเข้มแข็งการส่องสว่าง	ในชั้นต้นจึงจำเป็นจะต้องมีหน่วยที่ใช้วัดกำลังการส่องสว่าง กำหนดโดยใช้เทียนมาตรฐาน เทียนมาตรฐานมีกำลังส่องสว่างหนึ่งกำลังเทียน ความเข้มแข็งการส่องสว่างตามระบบเมตริก คือกเป็นแคนเดิลเมตรตามระบบวิธีซิกคิกเป็นฟุตแคนเดิล ทั้งสอง ถัดเทียนมาตรฐาน ซึ่งมี กำลัง การส่องสว่าง หนึ่งกำลังเทียนเป็นหลัก ความเข้มที่เกิดขึ้น ทาง ๑ เมตรถือเป็นความเข้ม ๑ แคนเดิลเมตร ถ้า ทาง ๑ ฟุต ถือเป็นความเข้ม ๑ ฟุตแคนเดิล ควรให้นักเรียนเปรียบเทียบว่าหน่วยความเข้มทั้งสองระบบนี้ไหนจะมากน้อยกว่ากันอย่างไร และความเข้มของ ความสว่างที่พอเหมาะสำหรับงานต่าง ๆ ควรจะมี มากน้อยเพียงไร
การเปรียบเทียบกำลังส่องสว่างด้วยโฟโตมิเตอร์แบบบุนเซน	ก่อนที่จะสอนถึงเรื่องการเปรียบเทียบกำลังส่องสว่าง จะต้องให้นักเรียนได้เข้าใจกฎกำลังส่องสว่างเสียก่อน อาจพิสูจน์กฎขึ้นโดยใช้เรขาคณิตหรือโดยการเขียนรูปก็ได้ หรือห็นจำลองก็ได้ เพื่อให้เห็นว่าความเข้ม แข็งการส่องสว่าง จะเป็นสัดส่วนผกผัน กับระยะทาง กำลังส่องแล้ว จะได้นำเอากฎขึ้น ไปใช้ในการเปรียบเทียบกำลังส่องสว่าง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ไฟโตมิเตอร์แบบยูนีเซนหรือแบบไฮทอยโซน
 เหมาะสำหรับที่จะใช้สอนนักเรียน เพราะอาจทำขึ้น
 เองได้ง่าย ๆ ในชั้นต้นควรควรให้นักเรียนได้สังเกต
 ความจริงเกี่ยวกับไฮทอยโซนเสียก่อน คือจุดเทียนไข
 หอยคลงบนกระดาษขาว แขนนักเรียนให้ทดลองกัน
 ให้นักเรียนยกส่องไปทางหน้าต่าง สังเกตว่าเห็นไฮท
 โซนมีลักษณะเป็นอย่างไร และให้ห็นกลับหาที่มืดมอง
 ดูใหม่ เพื่อให้ได้ ความจริงว่า ความเข้ม แห่งการส่อง
 สว่างทั้งสองด้านของไฮทโซนไม่เท่ากันแล้ว จะแลเห็น
 ไฮท โซนนี้มี ลักษณะ พิเศษอีกด้วย แผ่นกระดาษ ขาว
 ธรรมดา ที่ใช้ทำการทดลองโดยจุดเทียนไขใหม่
 แสงสว่างอยู่ทั้งสองด้านของไฮทโซน เลื่อนระยะไปมา
 จะเห็นว่า มอญแห่งหนึ่ง ที่เคย จะมอง ไม่เห็น ไฮทโซน
 เลย เพราะเหตุว่าความเข้ม แห่งการส่องสว่างทั้ง
 สองด้านของไฮทโซนนี้เท่ากัน

นักเรียนจะเห็นได้ว่าหลักของไฟโตมิเตอร์แบบ
 ยูนีเซน ก็คือจะทองหา เครื่องมืออันใดอันหนึ่ง ที่จะก
 ดินให้ ได้ว่า ในขณะนั้น ความเข้ม แห่งการ ส่องสว่าง
 ทั้งสองข้างเท่ากัน เมื่อเป็นคณณกำลังส่องสว่าง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
หลักเกณฑ์ ของ การ ให้ แสงสว่าง การใช้แสงสว่างที่ประภคย์ขึ้นให้เหมาะสม	หารด้วย ระยะ ทาง กำลังส่อง ของดวง ไฟทั้ง สองข้าง ข้อมเท่ากัน จึงเอาผูกเป็นสมการหาความเกยวของ ระหว่างกำลังส่องสว่างทั้งสองนั้นได้ ถ้ากำลังส่องสว่างของดวงใดดวงหนึ่งก็อาจจะถอดสมการหา กำลังส่องสว่างของอีกด้านแสงอีกอันหนึ่งได้ ควรมีตัวอย่างการคำนวณให้ดูด้วย และมีแบบฝึกหัดประกอบข้างเล็กน้อย เพราะการคำนวณ เช่นนี้ไม่มีปัญหาที่ยากจนเกินไป ให้นักเรียนรู้จักกำหนดแสงสว่างที่ใช้กันอยู่ทั่วไปว่ามีความเหมาะสมเพียงใด คือตามธรรมชาติ ถอดแสงอาทิตย์ซึ่งว่าเหมาะสมที่สุดนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับแสงสว่างที่ประภคย์ขึ้น เช่นดวงไฟต่าง ๆ ก็จะทำให้ยังไม่สามารถทำให้โคตเท่าแสงธรรมชาติ แสงตะเกียงน้ำมันที่ใช้อยู่ทั่วไปมีแสงสีเหลืองมากเกินไป ยังไม่เหมือนธรรมชาติ หลอดไฟฟ้ากำลังเทียนคำ ๆ ก็มีลักษณะใกล้เคียงไปกับตะเกียงน้ำมัน ถ้าเป็นหลอดทึมกำลังส่องสว่างสูงหรือตะเกียงเจ้าพายุจะมีลักษณะใกล้เคียงธรรมชาติเข้าไป ส่วนหลอด นอนน หรือ หลอด ฟลูออเรสเซนต์สมัยใหม่

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

การกำหนดความเข้มแห่ง
การส่องสว่างในห้องเรียน
ในการเขียน ในห้อง
พักผ่อน ฯลฯ

ให้สังเกตว่ามีแสงเป็นสีม่วงมากเกินไป ยังไม่ใกล้
กับแสงธรรมชาติ ได้มีความพยายามที่จะประดิษฐ์
หลอดไฟฟ้าแบบใหม่ เพื่อให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติ
ที่สุด แต่ยังไม่เป็นที่ใช้แพร่หลายและก็ยังไม่เหมือน
กับแสงธรรมชาติทีเดียว

ในห้องเรียนทราบว่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง
มีความสำคัญต่อสายตาของมนุษย์อย่างไร คือถ้า
ต้องทำงานหรือเพ่งสายตาในที่ที่มีความเข้มแห่งการ
ส่องสว่างน้อยเกินไป จะเป็นอันตรายแก่สายตา จึง
ควรจะมีเกณฑ์ อย่างต่ำ หรือ เกณฑ์ ที่ เหมาะ ที่สุด
สำหรับ ความเข้มแห่งการ ส่องสว่าง ที่จะ ใช้ ใน งาน
ต่าง ๆ ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่เหมาะสมแก่
การอ่านหนังสือ เช่นในห้องเรียนเช่นต้น ควรเป็น
๓ ฟุตแคนเดิล หรือ ๓๐ แคนเดิลเมตร ในการ
เขียนก็ควรจะต้องให้มีความเข้มสูงกว่่านเพราะเป็น
งานซึ่งจะต้องพิจารณาโดยละเอียด ส่วนในห้องที่
พักผ่อนไม่จำเป็นจะต้องใช้แสงสว่างมากนัก อาจ
จะลดลงได้จากเกณฑ์ที่กำหนดกัน

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
ให้นักเรียนศึกษาข้อ ส่วนประกอบของตาและของ กล้องถ่ายรูป	ควรชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการคิดความเข้มแห่ง การส่องสว่าง จะคิดเพียง จากกำเนิดแสง อย่างเดียว นั้นไม่ได้ เพราะจะได้ผลความเข้มที่น้อยกว่าความ เป็นจริง ที่เป็นเช่นนั้นเพราะแสงสว่างมิได้มาจากหลอด ไฟฟ้าอย่างเดียว ยังมีที่ส่งไปกระทบฝาหรือ เพดานสะท้อนมาช่วยอีกการที่สะท้อนมาช่วยเท่าไร นั้นก็แล้วแต่เป็นผนังชนิดใด แขนงของ โคมไฟอย่างไร และมีโคมไฟหรือไม่ ควรให้รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่อง เหล่านี้พอสมควร เพื่อประโยชน์แห่งการเรียนรู้ในเรื่องนี้ ครู ควรขมหรือหากกล้องถ่ายรูปชนิดใดก็ได้มาเป็นตัวอย่าง ส่วนประกอบของตาคนนั้น ถ้าไม่มีหุ่นจำลองก็ควร เขียนรูปลงไว้ในกระดาน และให้เปรียบเทียบกันดู ว่าส่วนประกอบของตา และของกล้องถ่ายรูป มีอะไรที่ คล้ายคลึงกันบ้าง แต่ส่วนทำหน้าที่อย่างไร ควร ให้นักเรียน สังเกตด้วยว่าบนตาคนนั้น ถ้าถือว่าเป็น กล้องถ่ายรูปก็จะเป็นกล้องถ่ายรูปชนิดใดเห็นดีกว่ากล้อง ถ่ายรูปชนิดใด ๆ ทั้งสิ้น

รายการเรียน	คำแนะนำข้อสอน
สายทาสี และ สายทาสียาว กับวิธีแก ไทยใช้แว่น	ถ้าสามารถทำได้ควรมีหุ่นจำลองของรูปปั้นตา ที่แสดงสายทาสีและสายทาสียาวในนักเรียน แต่ เครื่องสำเร็ตงวานอาหารหายาก จึงต้องอธิบายไทย วิธีเขียนรูปให้ดู แต่ถ้าโรงเรียนมีเลนซ์ขนาดเล็กต่าง ๆ กัน ก็อาจ จะลอง ทดลอง ให้ดูได้ว่า ถ้า เลนซ์ ยื่นหนึ่ง ทำให้เกิดภาพไม่ชัดขึ้นจนฉาก อาหารนั้นก็ให้ชัดได้ ไทยเอาเลนซ์ออกหนึ่งมาวางไว้ข้างหน้าเลนซ์เดิม ซึ่งอาหารเป็นเลนซ์นั้นหรือเลนซ์เว้าก็ได้ ทั้งนี้แล้ว แต่ว่าการที่ภาพไม่ชัดขึ้นเป็นเพราะภาพเกิดใกล้หรือ ไกลเกินฉากออกไป ถ้าสามารถทำเครื่องทดลองตงวานได้ ก็ควร ทดลองให้เห็นชัดเจนว่าคนสายทาสีนั้นภาพเกิดยัง ไม่ถึงฉากคือเรตคณาที่ลูกนัยนตา จำต้องใช้เลนซ์เว้า ด้านแสงออก เพื่อให้ไปตกถึงเรตคณาพอดี ถ้าเป็น คนสายทาสียาว ภาพที่เกิดขึ้นเลยเรตคณาออกไป จึงต้องใช้เลนซ์นูนรวมแสงให้ตกเขาเพื่อตกที่เรตคณา เมื่อสอนนักเรียนว่าคนสายทาสีต้องใช้เลนซ์ เว้า และคนสายทาสียาวต้องใช้เลนซ์นูน นักเรียน อาจสงสัยว่าแว่นตากวมนั้นก็มีลักษณะนูนทั้งนั้น ของ

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ทัศนอุปกรณ กล้องส่องทางไกล กล้อง จุลทรรศน์	พยายามอธิบายให้เข้าใจว่าทำไมเป็นเลนส์นูนหรือเว้า ไม่ได้โดยลักษณะที่เห็นเพียงภายนอกเฉฉิน ๆ ถ้าวิ นึ่งกลางหนาเป็นเลนส์นูน ถ้าวินึ่งกลางบางเป็น เลนส์เว้า ถึงแม้ว่าทั้งหมทจะมีส่วนโค้งนูนออก ก็ตาม นักเรียนจะทดสอบได้โดยวิธีเอามือลูบคลำ แต่ที่ระเห็นโค้งนูน ๆ ก็คือ แฉนของคนสายตาสั้นน ขอบจะหนามากเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับแฉนของคน สายตาวาวและควรให้ทราบอีกด้วยว่าแว่นตาไม่จำเป็น จะ ต้อง เป็น แฉน สำหรับ สายตา สั้น หรือ สายตา วาว เสมอไป อาจจะเป็นแฉนสำหรับใส่เล่นโดยไม่มีแฉ ด้วยตาเลยก็ได้ ในกรณีเช่นนี้เด็กต้องทำให้ริมและ กลางหนาเท่ากัน เรียกว่าเป็นแฉนธรรมด่า ไม่ช่วย แก้สายตาอย่างใด อาจจะกินฝุ่นหรือมีสก๊ตกแสงแดด หรือเพื่อความสวยงามก็เป็นได้ เพื่อเป็นตัวอย่างให้เห็นว่าการใช้เลนส์ ทั้ง แก้ว ๒ ชิ้นขึ้นไปประกบกัน จะช่วยทำให้เกิดมีทัศนอุปกรณ ที่มีประโยชน์มากกว่ากล้องถ่ายภาพธรรมดาแล้ว จึง ควรให้ เรียนรู้ หลักในเรื่อง กล้อง ส่องทางไกล และ กล้องจุลทรรศน์

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

การสอนเรื่องกลของสองทางไกล ควรแสดง
 ให้ผู้ช่วยวิธีง่าย ๆ คือมีกระบอกกระดาษยาว ๆ ใช้
 เล่นซ่อนหนังสือพิมพ์ทางยาวไฟลัดมาก ๆ เพื่อทำให้วัตถุ
 ที่อยู่ไกลสมภาพจริงเกิดขึ้นในกระบอก แล้วจึงเอา
 เล่นซ่อนนอกหนังสือพิมพ์ทางยาวไฟลัดน้อยกว่ามาก
 ไว้ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของกระบอก เพื่อขยายภาพที่
 เกิดขึ้นนั้นให้เป็นภาพเสมือน แสดงให้นักเรียนเห็นว่า
 ผู้ช่วยจะสามารรถแลเห็นภาพที่อยู่ไกล ๆ เข้ามาเกิด
 ใกล้ ๆ ไกล สำเร็จประโยชน์เป็นกลของสองทางไกล
 แลภาพที่โคนนระหวกลบ ตามความประสงค์ที่จะให้
 ใกล้เคียงหวัตรงก้าเป็นระก้องใช้เล่นเพิ่มเติมขึ้นอีก
 แต่จะซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้เด็กในวัยนี้

กลของโทรทัศน์แบบใช้เลนส์นั้นทั้งสองอันทำ
 ให้ลำกล้องยาวมากควรให้รู้จักอีกแบบหนึ่ง ซึ่งใช้
 เลนส์เว้าประกบกับเลนส์นูน ที่เรียกว่ากล้องจุลทรรศน์
 หรือกล้องโทรทัศน์แบบของแกลลิลีโอ จะใช้ภาพ
 หวัตรงและลำกล้องไม่ต้องยาวมากนัก

การสอนเรื่องกลของจุลทรรศน์ ควรเริ่มด้วยเลนส์
 นนธรรมภาษณ์มีลักษณะเป็นแว่นขยายก่อน ให้เห็น

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การเกิดของเสียง การสั่นสะเทือนของตัวกลาง	ว่าเลนชันขึ้นเตียวใช้เส้นแวนฉายไข้อย่างไร แต่ กลางฉายนบนอย จะมวทำให้กลางฉายมาก ชนไข้อย่างไร ถ้าสามารถทำไข้วลงไขเลนซ์ จำลองให้ดู คือใช้เลนชันทบททางยาวโฟกัส มาก ๆ ทำให้เกิดภาพจริงของวัตถุใด ๆ แล้วใช้ เลนชันนอกอีกหนึ่ง ซึ่งมีทางยาวโฟกัสมาก ๆ ทำให้ ภาพนั้น ขยายออก เป็นภาพ เสมือน ชักขึ้น หนึ่งกลอง รุทรรคิน จึงเหมือน จะกลบ กัน กับ กลอง สองทาง ไกล เหมือนนักเรียน เขาใจ แล้วจึงให้ ดึงกลอง รุทรรคินจริง ๆ เทาที่จะสามารถให้ดูได้ เพื่อให้เห็น ว่าสามารถขยายได้มากเพียงไร ถ้าการหักของใต้นกเรียนเห็นว่าเสียง เกิดขึ้น จากการสั่นสะเทือน ถ้าไม่มีการสั่นสะเทือนก็จะมีเสียง ไม่ได้ แต่ไม่ได้หมายความว่า การสั่นสะเทือนทุกอย่าง จะก่อให้เกิดเสียง ใช้ไม้ชนที่ผูกเชือกแกว่ง จะเห็นว่าถ้าความเร็วทำอยู่ จะยังมีไม่เสียง แต่ ถ้าความเร็วสูงขึ้น จึงจะเกิดเสียง ชีใต้นกเรียน เห็นว่าถ้าการสั่นสะเทือนมีความถี่สูงถึงระดับหนึ่ง จึง จะรู้สึกเป็นเสียงได้ ให้พยายามตรวจสอบดูแหล่ง

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ดูแลการไต่ถาม การระบายเสียง	กำเนิดเสียงต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความเป็นอยู่โดยทั่วไป ให้เห็นวาระของมีสิ่งใด สิ่งหนึ่ง เกิดการ สั่น สะเทือน เต็มไป ถ้ามีซ่อมเสียงควรทดลองให้ดู คือเคาะ ซ่อมเสียงแล้วแตะกับเหล็กโทรสโคปได้โด้สนหรือของ เบา ๆ ที่แขวนไว้จะไรก็ได้ เช่นกระดามแก้วที่ตก กระทบเล็ก ๆ หรือปากถ้วยแก้ว ให้เห็นผลของการ สั่นสะเทือน หรือจะลองให้แตะ กับ ฟันกระ รัสก็ได้ถึง การสั่นสะเทือนของซ่อมเสียง ชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการเกิดเสียงนั้น ที่จริง เป็นเรื่องของแรง คือ การสั่นสะเทือน แต่หูของเรา เอาการ สั่นสะเทือน นั้น มาแปลออกเป็นความรู้สึก ใน เรื่องเสียง ดังนั้นถ้าไม่มีหูเรื่องของเสียงก็ไม่มี มี แต่ความสั่นสะเทือนเท่านั้น ยกตัวอย่างว่าในกลาง ทะเลทรายที่ไม่มีมนุษย์อยู่เลย ถ้ามีของหนัก ๆ ล้มลงจะเกิดมีเสียงหรือไม่ ความสั่นสะเทือนนั้นย่อมมี ธรรมดา แต่ถ้าไม่มีหูเป็นเครื่องแปลความสั่นสะเทือน เหล่านั้นก็จะถือว่าไม่มีเสียงไม่ได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ส่วนสำคัญ ของเหตุที่ทำให้เกิด การไต่ขึ้น	จากแหล่งกำเนิดที่มการสนธิ์เทอน เสียงระ เคลื่อนไปโดยรอบ คล้ายคลื่นน้ำ โดยมีอากาศ เป็นสื่อ คลื่นนั้นระกอบ ๆ ว่างลง ๆ และยังไกลออกไป จนหายไปในที่สุดถ้ามีหูอยู่ในระยะที่คลื่นเสียงเคลื่อน ไปถึงก็รู้สึกเป็นการไต่ขึ้นมากน้อยแตกต่างกันตาม แกลกยะของคลื่นเสียงที่ส่งไปถึงนั้น ถ้ามีหินจำลองของหูที่จะช่วยใน เรืองนี้โตมาก แต่ถ้าไม่มีควรควรเขียนรูปให้นักเรียนพอรู้ แค่ว่า ในรูนนั้นมีเยื่ออยู่แผ่นหนึ่งทเรียกว่าแก้วหู เหมือน กยหนังกลองที่ขึงไว้ ถ้ามีคลื่นเสียงมา เขื่อนระ สนธิ์เทอนตามส่วนแกลกยะของคลื่นเสียง จาก เยื่อนมกระดูกเล็ก ๆ ชุดหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องให้ รายละเอียดของกระดูกชุดนี้ ให้รู้แค่ว่าเป็นกล ไกที่จะช่วยขยายความสนธิ์เทอนนั้นมากขึ้นไปทำให้ เกิดความสนธิ์เทอนภายในเครื่องรับเสียง ในส่วนท้าย ของกระดูกชุดนั้น ซึ่งมีเส้นประสาทคอยรับอยู่ การ สนธิ์เทอนจะเปลี่ยนเป็นความรู้สึกโดยทางเส้นประสาท รายงานไปยังสมอง การที่จะรู้ว่าเป็นเสียงอะไรเพราะ

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

หีบเสียง ประวัติย่อ

เช่นนั้น ความแปลกทว่าถ้าไม่มีการสันสเทือนส่งไปถึง
ไต่ก็ย่อมจะไม่มีเสียง

เรื่องหีบเสียงและ แผ่นเสียงที่บันทึกเสียงไว้ได้นั้น
เป็นสิ่งที่ขงคาม ปกติเกิดระ มีความ สนใจ และพิศวง
สงสัยเป็นอย่างมาก การที่จะให้นักเรียนเข้าใจเรื่องหลัก
ของหีบเสียง ควรทำการทดลองดังนี้ หาหีบเสียง
มาแยกแผ่นเสียง แต่แทนที่จะใช้เข็มติดกับกระโหลก
ของเครื่องหีบเสียงหรือขยายเสียงตามปกติ ให้เด็ก
ใช้มือฉีกแผ่นเสียง แล้วกะแคงหูฟังใกล้ ๆ
เกิดระมีความประหลาดใจที่ไต่ขยเสียงเพลงหรือเสียง
พูดเหมือนถยธรรมภา ต่างแก่เขามาก ก็ระเกิด
ความพิศวงสงสัยประการอื่น ๆ เช่นแก่เพียงเครื่องช่วย
ขยายเสียงให้กังขยเท่านั้น การเกิดเสียงจริง ๆ อยุ่
ที่แผ่นเสียงก็ขย เขม คือเป็นเรื่องของการสันสเทือน
จึง ทำให้มี ขณูหาว่า ทำ ไม่ จึง ขยทก เสียงลง ในแผ่น
เสียงนั้นไต่

เล่าถึงการประคยหีบเสียง เป็นครั้งแรกของ
เชกกีสัน ว่าไต่ใช้วิธีผูกกระบอกลงในลำโพงขงมีแผ่น
โลหะขยกระตักเขมสันสเทือนพร้อมกันไปในขณะที่มี
เสียง และเขาไต่ใช้เขมนั้นขยเป็นรอยลงบนแผ่นโลหะ

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ชงหมูน้อยตลอดเวลา จึงทำให้เกิดเป็นรอยลึกข้าง
 คั่นข้างเป็น ช่วงสั้น ยาว การ แกะ ควรรอง ของ เสียงที่
 ย่นทกลงไป เมื่อได้คดเสียงลงไปพอควรแล้วก็ได้ใช้
 กระบอกลำโพง นั้นเองเป็น เครื่อง ทำเสียง กลย คนมา
 คัดเอาส่วนเข้มกลับไปชดเชยที่ใดเคยย่นทกลงไว้ โดยการ
 หมุนแผ่นโลหะให้เคลื่อนไปด้วยความเร็วเช่นเดียวกับ
 ในเวลาอีก ถ้าครูดได้เคยเห็นรูปเครื่องร่อน ควรจะ
 เขียนให้ดูด้วย จะทำให้เกิดความสนใจได้ยิ่งขึ้น
 เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ควรอธิบายเพิ่มเติมว่า
 เพียงแต่มีเข็มชดเชยที่ขดไว้ ใน แผ่นเสียง ก็จะมี
 เสียงออกมา ตามที่ใดเคยขดไว้ แต่การที่จะ
 ทำให้ดังมากขึ้นเพียงไรนั้น จำเป็น จะต้องม วัสดุการ
 อื่น ๆ ถ้าจะใช้เครื่องขยายเสียงด้วยไฟฟ้าที่ใช้กัน
 มากอยู่ในเวลานี้ก็พอ หรือจะใช้ลำโพงเป็นเครื่อง
 ขยายเช่นในหีบเสียงตามธรรมดาที่ใดเห็นจนกัน ถ้ามี
 หีบเสียงอยู่ควรเปิดให้ดูว่าส่วนที่ อยู่ภายในนั้น เป็นแต่
 ลำโพงช่วยขยายเสียงให้ดังขึ้นเท่านั้น และควรให้
 ทักข้อสังเกตด้วยว่าการใช้ลำโพงในลักษณะที่กล่าวมาทำ
 ให้เสียงเพี้ยนจากความเป็นจริง แต่เครื่องขยายเสียง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ไฟฟ้ากระแส

ความต้านทาน ความ

ทางศักย์ แรงเคลื่อน

ไฟฟ้า

สมัยใหม่ใช้วงจรวิทยุช่วยขยายได้คล้ายเสียงเค็ม และมี
 ลำโพงขนาดต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เสียงเอกเสียงทุ้ม
 ออกมาได้ใกล้เคียงความจริง นับว่าประสิทธิภาพสูง
 กว่าหีบเสียงตามธรรมชาติที่เคยใช้กันเมื่อครั้งแรก
 ขยายเสียงร้อง หีบเสียงแบบควอดรังก์ จะแสดง
 ให้เห็นว่าเมื่อได้ศึกษาถึงความจริง เกี่ยวกับ ความเย็น
 ไปในธรรมชาติแล้ว วัตถุเกิดค่าที่เย็นไป ก็อาจจะนำ
 เอาความรู้นั้น ๆ มาก่อให้เกิดประโยชน์ได้ คนธรรมดา
 ไม่ได้ศึกษาธรรมชาติของเสียง จึงนึกไม่ถึงหรือ
 ไม่เข้าใจว่าหีบเสียงนั้นคงได้อย่างไร แต่ถ้าได้ศึกษาว่า
 ธรรมชาติของเสียงว่าเป็นเรื่องของการสั่นสะเทือนซึ่งมี
 ความถี่มากน้อยแตกต่างกันอย่างไร ก็อาจจะนึกถึงเสียง
 ดังเป็นความถี่แล้วถ่ายทอดความถี่นั้นกลายมาเป็นเสียงได้
 เรื่องสำคัญในไฟฟ้ากระแสคือเรื่องกฎของโอห์ม
 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน ความ
 ทางศักย์และกระแสไฟฟ้า ในการสอนเรื่องนี้ ควร
 แสดงให้ดูด้วยการทดลองว่าปริมาณของกระแสไฟฟ้า
 ที่มากขึ้น หรือขยายนั่นเกี่ยวข้องกับ ความต่างศักย์
 หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานอย่างไร ทั้งนี้
 โดยใช้เซลล์ปฐมภูมิชุดหนึ่ง ทำให้เกิดแรงเคลื่อน

รายการสอน

คำแนะนำข้อสอน

ไฟฟ้าแล้วเราเปลี่ยนความต้านทานต่าง ๆ กัน ให้
นักเรียนเห็นว่าปริมาณของกระแสไฟฟ้าจะมากขึ้นหรือ
หรือน้อยลงอย่างไร แล้วจึงให้ความต้านทานเป็นค่า
คงตัวอันหนึ่ง แต่เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือใช้
เซลล์ปฐมภูมิให้มีจำนวนมากขึ้นหรือน้อยลง ด้วย
วิธี ทำ การ ทด ทลอง เปลี่ยน ไป มา เช่น นี้อย่าง ๗ ครั้ง
นักเรียน จะ เกิด ความ คิด รวบรวม ได้ ว่า ที่ เรียก ว่า
ความต้านทานและความต่างศักย์หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า
นั้นหมายถึงอะไร และน่าจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
เมื่อได้มีความคิดอย่างกว้าง ๆ เช่นนี้แล้ว จึง
ให้ดูของโอห์มว่า กระแสไฟฟ้าจะเกี่ยวกับความต่าง
ศักย์หาด้วยความต้านทาน

หน่วยและวิธีวัด

ในตอนที่แล้วมาพูดถึงกระแสไฟฟ้า ความ
ต้านทาน ความต่างศักย์ หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า
ก็ย่อมจำเป็นที่จะต้องกล่าวถึงหน่วยไว้ด้วย ในตอน
ต่อไปนี้จึง ควรจะให้คำจำกัด ความ ว่า ความ ต้านทาน
๑ โอห์มเป็นปริมาณมากน้อยเพียงไร กระแสไฟฟ้า
หนึ่งแอมแปร์กำหนดไว้ได้อย่างไร และความต่างศักย์
หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๑ โวลต์นั้นมีความจำกัดความว่า
อย่างไร ส่วนวิธีการที่จะวัดจริง ๆ ให้รู้แต่เพียงว่า

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
	เราใช้เครื่องสำเร็จคือโวลท์มิเตอร์ แอมมิเตอร์และ โอมมิเตอร์ให้นาคเครื่องสำเร็จเหล่านี้นักเรียนควรให้ รู้จักวิธีใช้ถูกต้องของเช่น แอมมิเตอร์จะต้องติดกับวงจร ไฟฟ้าโดยวิธีคดวงจรนั้นให้ขาดก่อนแล้วเอาแอมมิเตอร์ แทรกเข้าไปหรือที่เรียกว่าต่ออย่างอนุกรม ส่วนโวลท์ นั้นเช่นแต่เพียงเอาไปต่อขั้วเข้ากับส่วนใดส่วนหนึ่งของ วงจรที่เรียกเป็นการต่ออย่างขนาน ให้นักเรียนรู้จัก อ่านสเกลเครื่องสำเร็จเหล่านี้อย่างสมควร และ ควรให้รู้ด้วยว่าเครื่องสำเร็จเหล่านี้นั้นลักษณะคล้ายคลึง กับตัวจริงอย่างหนึ่ง คือมีפקกิ้งลวดใช้อ่าน โวลท์สูงเพียงใด ถ้าอ่านได้มากความละเอียดถ่วง ก็จะน้อยลงไป ถ้าอ่านได้น้อย ความละเอียดถ่วง ก็จะมากขึ้น จึงมีขนาดต่าง ๆ กัน ความแต่ความ ประสงค์ของงานที่ใช้ ถ้ามิโวลท์มิเตอร์หรือ แอมมิเตอร์ ซึ่งนักเรียนจะเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ก็ควรจะต้องอ่านอย่างถ่วง เช่น ที่มิเตอร์ในรถยนต์นั้น เพื่อประโยชน์แห่งความเข้าใจในเรื่อง หน่วง และการวัด ตลอดจนกระทั่งกฎของโอมที่ได้อ่าน แล้วในตอนก่อน ควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่าง ง่าย ๆ เป็นการฝึกงาน และเป็นการชักชวนว่านักเรียน

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
การทอขวานอย่างอนุกรมและ อย่างขนาน	มีความเข้าใจในเรื่องหน่วยที่ใช้อย่างถูกต้องแล้ว พึงสังเกตว่าเรื่องหน่วยเป็นเรื่องสำคัญที่สุดในวิชาฟิสิกส์ นักเรียนสามารถเข้าใจ และใช้หน่วยได้โดยถูกต้องแล้ว อาจกล่าวได้ว่าแก่นักเรียนเข้าใจส่วนสำคัญของวิชาแล้วโดยชัดเจน ทำการทดลองให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าเอาขวานหรือเรขาคณิตอย่างหนึ่ง คือความต้านทานหลาย ๆ อันมาต่อกันเข้าเป็นอนุกรมอย่างหนึ่ง และอย่างขนานอีกอย่างหนึ่ง ผลรวมของความต้านทานจะเป็นอย่างไร ทั้งนี้โดยสังเกตจากปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไป แล้วหาคำนวณโดยใช้กฎของโอห์มให้เห็นว่าถ้าทอขวานอย่างอนุกรม ความต้านทานจะมากขึ้น ถ้าทออย่างขนาน ความต้านทานจะลดลง เมื่อนักเรียนได้ความึกซึ้งอย่างกว้าง ๆ เช่นนี้แล้ว จึงให้สูตร ไม่จำเป็นจะต้องพิสูจน์ที่มาของสูตรนั้น เพียงใช้การทดลองเป็นเครื่องทดสอบ ซึ่งอาจจะมีผลปรากฏเพียงเล็กน้อยก็นับว่าเป็นการเพียงพอแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด การหาคำนวณความต้านทานของขวานที่ต่อกัน ๆ กัน การทอแบบผสม

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

การ ค่อ เซลล์ ไฟ ฟ้า อย่าง
อนุกรมและอย่างขนาน

ค่ออนุกรมอย่างขนานข้างเป็นการยากเกินไปสำหรับเด็ก
ในวัยนี้ยังไม่ควรให้ทำ

ทำการทดลองเช่นเดียวกับเรื่อง การ ค่อควม
ค่อให้เด็กเรียนเห็นว่าถาเอาเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์
มาค่อเข้าด้วยกันเช่นอย่างอนุกรมอย่างหนึ่ง และ
อย่างขนานอีกอย่างหนึ่ง จะมีผลเป็นอย่างไร ทด
โดย ใช้โวลท์มิเตอร์เช่นเครื่อง วัด ทา ความต่างศักย์
และต้องให้มีความคานทาน เป็น ค่าคง ทว อยู่ หนึ่ง
ตลอดเวลาทำการทดลองควมวอนนถเรียนจะเห็นไค
ว่าผล ของ การ ค่อ เซลล์ ไฟฟ้า อย่างใด อย่างหนึ่งน
จะทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือความต่างศักย์มากขึ้น
อย่างไร แล้วจึงให้รู้ว ไม่จำเป็นต้องพิฐานสูตรน
ใช้การทดลองเช่นเครื่องทดสอบทั้งกล่าวแล้ว และให้
รับสูตรนไว้ใช้ต่อไป

ควรให้ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการค่อเซลล์ไฟฟ้า
อย่างอนุกรมหรือขนานตามสมควร การค่ออย่างวิธี
ผิดนั้นยังไม่ควรให้ฝึกทำ เพราะเป็นการยาก
เกินไป

รายการข้ออื่น	คำแนะนำข้ออื่น
ผลของ กระแสไฟฟ้า ที่ใช้งาน ต่าง ๆ	เรื่องผลของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานต่าง ๆ นั้น เป็นบทเรียนที่น่าสนใจสำหรับนักเรียนมาก การ ศึกษาด้วยเครื่องมือที่ใช้งานจริง ๆ ได้มากที่สุดเท่าที่ จะสามารถทำได้ จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะทบทวน ช่วยหาเครื่องทดลองหรือเครื่องใช้จริง ๆ ซึ่งเป็นผล เนื่องจากการใช้ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในงานต่าง ๆ มาก มีอยู่ ๒ อย่าง คือ กระแสตรงและกระแสสลับ ถ้าได้มีแบบจำลองหรือเครื่องมือใช้สำหรับกระแสตรง และมี ไฟฟ้ากระแสสลับตามที่ใช้กันอยู่ตามบ้านหรือโรงเรียน ต้องอย่างนั้นก็จะแสดงผลของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน ต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนมาก
๑. ผลทาง ความ ร้อน และ ประโยชน์	การสังเกตผลทางความร้อน ควรใช้กระแสสลับ คือ แสงสว่าง เตาหุงไฟฟ้า หรือ เตาต้มน้ำ ด้วยไฟฟ้า ควรแนะนำให้นักเรียนเห็นว่าความร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไปทำให้เกิด ความ ร้อน ร้อน ขึ้น ร้อนมาก ๆ จนมีแสงออกมาให้เห็นชัด เมื่อเป็น ดังนี้ให้นำเอาไปใช้ทำอะไรได้บ้าง จะเห็นว่าใช้ในงาน ได้มากมาย ถ้าค่าแรงไฟฟ้าถูกพอสมควร การใช้ ความร้อนเกี่ยวกับการหุงต้มโดยใช้กระแสไฟฟ้าก็ย่อม เป็นความสะดวกและให้ความสะดวกเป็นอันมาก

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
๒. ผลทางให้ภาวะเป็นแม่ - เหล็กและประโยชน์	ยกตัวอย่างให้เห็นประโยชน์ที่ได้จากการแปลง กระแสไฟฟ้าให้เป็นความร้อน เช่น ผ่าหิมไฟฟ้าหรือ เตาหุงต้มไฟฟ้า เป็นต้น การแสดงผลให้ภาวะเป็นแม่เหล็ก ควรแสดง ด้วยกระแสตรง เช่น กระดิ่งไฟฟ้า แตรไฟฟ้า พยายามแยกให้นักเรียน เห็นว่าเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านไป ทำให้ส่วนไหนกลายเป็นแม่เหล็กอย่างไร และชี้ให้ เห็นว่าประโยชน์ ในคุณสมบัติของแม่เหล็กที่ใช้ ในงานชนิด ใดบ้าง
๓. ผลทางเคมี การแยกน้ำ ด้วยไฟฟ้า การชุบ การ ทำแม่พิมพ์	การทดลองผลทางเคมี จำเป็นต้องใช้กระแสตรง การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า อาจทำได้ด้วยเครื่องมือง่าย ๆ ส่วนการชุบนั้นจะชุบ ทองแดงก็อาจทำได้ไม่ยากนัก แต่จะไม่เป็นทศนิยมใจของนักเรียน ควรชุบเงินหรือถ้า สามารถทำได้ก็ชุบทองให้นักเรียนดู ถึงแม้จะไม่เห็น การชุบทกนิก เพื่อให้นักเรียนเห็นความขี้อ่อนสนใจ มาก การชุบเงิน วิธีที่ง่าย ที่สุด ใช้เกลือซิลเวอร์ ไนเตรทละลาย ด้วยสารละลาย ของโพแทสเซียม ไฮยา ไนต์ แล้วปั่นนาน ๆ ใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รถยนต์ สิ่งที่จะชุบต้องขี้ให้สะอาดจริง ๆ ถ้างาน ค้างเพื่อไม่ให้ไหม้ แล้วลงชุบ เมื่อตกกระทบบนส

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	นวลเหมือนงาช้าง ทั้งเอามาขึงจะมีแววเงินที่ขยับ คัดกันเห็นได้ชัดขึ้น สนุญาตให้นักเรียนนำเอาสิ่ง เล็ก ๆ น้อยต่าง ๆ มาใช้ขึงด้วย นักเรียนจะเก็บสิ่ง เหล่านี้ไว้และจะมีความสนใจในเรื่องนี้เป็นอย่างต ประโยชน์ของผลทางเคมีมีอยู่มาก ได้แก่ การแยกธาตุต่าง ๆ ซึ่งทำให้ดูไม่ได้อีก คราวจะ เอาให้ฟัง ออกอย่างหนึ่งคือเรื่องการทำแม่พิมพ์ ก็ คงทำให้ดูไม่ได้อีกเหมือนกัน แต่คราวนี้จะเอาที่ดู ให้ฟังได้อย่างสบาย ๆ โดยเฉพาะในเรื่องการทำแม่ พิมพ์แผ่นเสียง ควรให้นักเรียน ทราบดีว่าเหตุใดแผ่น เสียงจึงออกเสียงได้ดวยราคาถูก ๆ เพราะเหตุว่าใน ชิ้นดินเขาจะออกเสียงลงบนแผ่นซีดี และใช้แผ่น ซีดีนั้นถ่วงด้วยแกรไฟท์ แล้วเอาลงชุบให้ทองแดง ทั่วมาก ๆ จนกลายเป็นแผ่นทองแดงหนา คือเป็น แม่พิมพ์ เมื่อเอาแม่พิมพ์นั้นไปย้อมบนแผ่นยางแข็ง ก็จะได้อเป็นรอยลึกขางคั่นขางตามแบบแผ่นซีดี จึง สำเร็จรูปเป็นแผ่นเสียงที่จะใช้กันอยู่ เมื่อ มีแม่พิมพ์อันหนึ่งแล้วจะย้อมแผ่นเสียง เป็นจำนวนสัก เท่าใดก็อาจทำได้ ด้วยเหตุนี้แผ่นเสียงจึงขายได้

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
๔. ผลทางให้แสง หลอด ศูนย์อากาศ หลอดขมรรรูกาซ หลอดคนนอน และหลอดฟลู เรสเซนต์	ควรวาดภาพ ๕๖๔ ให้เห็นว่าการเรียงพิมพ์โดยวิธี ๕๖๕ เรียงเป็นแถว ๆ นั้นเสียแรงงานมาก และอาหารจะหลุกได้ ง่าย ถ้าทำเป็นแม่พิมพ์ที่กลั่นโดยการชกด้วยไฟฟ้า ๕๖๖ ก็จะสะดวกขึ้นได้ และจะต้องมีจำนวนพิมพ์มาก พอสมควร จึงจะคุ้มกับทุนที่จะลงในครั้งแรก ๕๖๗ -เรื่องผลทางให้แสง เกิดได้ค่อนข้างมากแล้ว ควรให้สังเกตว่าในชั้นเก็บที่เก็บ หลอดไฟฟ้า ๕๖๘ อรรถาธิบายในเล่มนี้จัดทำเป็นศูนย์อากาศ ทั้งนี้เพื่อกัน ๕๖๙ มิให้หลอดถูกใหม่ก็กลายเป็นสนิม แต่มาตอนหลัง ๕๗๐ ไม่นิยมใช้ นิยมขมรรรูกาซที่ไม่ช่วยในการลุกไหม้ ๕๗๑ เช่นก๊าซไนโคโรเจนเป็นต้นเข้าไปแทนเป็นหลอดไฟฟ้า ๕๗๒ ซึ่งใช้กันอยู่โดยมาก ส่วนหลอดคนนอนนั้นเป็นหลอด ๕๗๓ ที่ไม่มีไส้ และใช้ธาตุไฮโดรเจนเป็นท่อนำไฟฟ้าข้างไส้ ๕๗๔ ส่วนการทรมสีต่าง ๆ เกี่ยวกับส่วนผสมของหลอดแก้ว ๕๗๕ อย่างหนึ่ง หรืออาหารจะใช้ขมรรรูกาซอื่น ๆ เข้าไปแทน ๕๗๖ ไฮโดรเจนก็ได้ ตามตัวอย่างที่แสดงไว้ที่ใดก็ควรระ ๕๗๗ ระวัง ส่วนหลอดฟลูเรสเซนต์นั้น เป็นของใหม่ ๕๗๘ นักเรียนอาจจะยังไม่รู้เข้าใจในทฤษฎีสีที่เห็น จึงควร

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

เอามาทดลองให้ดู ให้เห็นว่าส่วนประกอบที่มี
 ชุมหนาที่อย่างไร ให้เข้าใจว่าในชั้นกันที่เคลือบ
 หลอด ฟลูเรสเซนต์ซึ่งไม่ปกติ จะต้องมี กระแสไฟฟ้า
 เข้าไปเผาไส้หลอดเล็กน้อย เมื่อร้อนแล้วจึงมี
 เครื่องกักวงจรที่เผาไส้ให้ขาดออกจากกันแถมเครื่อง
 ทำให้ความต้านทานไฟฟ้าสูงขึ้น พอที่ระเหิดหลอด
 นั้นได้โดยไม่ต้องมีไส้ อเล็กทรอนทำงานในหลอด
 ไฟฟ้านี้ จะทำให้สารเคมี ที่เคลือบ ขั้ว ข้าง ๒
 หลอดเรืองแสงออกไปได้เอง จึงเป็นหลอดไฟฟ้าที่
 พลังงานไฟฟ้าส่วนมากเปลี่ยนไปเป็นพลังงานแสงและ
 ความร้อน ไม่จำเป็นต้องเป็นความร้อนก่อน เหมือนกับ
 หลอดขั้วกรงกาชต่าง ๆ

ทมิฬธรรม

ส่วนประกอบ วิธีประกอบ วิธี
 ใช้ วิธีรักษา

การสอนเรื่องทมิฬธรรม ควรมีทมิฬธรรม
 จริง ๆ ให้เด็กเรียนดู เป็นของซึ่งควรจัดหาได้ เพราะ
 แยกแยะวรรคย่นตร จมกเสียบ ๆ และท่งเป็นจำนวน
 ไม่น้อย สำหรับในห้องที่ต่าง ๆ จึงอาจจัดหาไว้
 ด้ได้ เมื่อแกะขางมระดอยที่ฝาออกแล้ว จะเห็น
 ลักษณะภายใน โทนที่เรียนสังเกตส่วนประกอบว่า
 แผ่นขดและแผ่นขดแตกต่างกันอย่างไร ให้รู้หลัก

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลักง่าย ๆ ของไคนาโม ทั้งกระแสตรง และ กระแส สลับ	ทั่วไปว่า หม้อสะสม เมื่อทำขึ้น ทแรก จะยัง ไม่มีไฟฟ้า ต้องประจุเสียก่อน วิธีประจุต้องประจุด้วยกระแส ไฟตรง จะประจุจากไฟฟ้าขานกั๊กได้ แต่ต้องมีเครื่อง แปลงให้เป็นกระแสไฟตรงเสียก่อน เมื่อประจุเต็ม แล้ว นำเขาไปใช้ หม้อสะสมจะสามารถให้กระแส ไฟฟ้าได้มาก แต่ก็ควรระวังที่จะไม่ต้องใช้กระแส ไฟ มาก โดย ทันที ทันใด หรือ ใช้ งานจน หมด ความ สามารถที่จะใช้กระแสไฟที่เก็บ ควรจะคงประจุ เต็มอยู่เสมอ อย่าให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเมื่อจะยกไ้จากความเข้มข้นของน้ำกรด นอก จากนั้นแม่กระแสไฟจะยังมีอยู่ แต่จะแห้งลงไป จะคงเต็มจนกลืนอยู่เสมอ ควรมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้หมุนด้วยมือแบบ ง่าย ๆ แสดงให้เห็นหลักและส่วนประกอบ เพื่อให้ นักเรียน เห็นว่า ถ้ามีตัวนำ ไฟฟ้า เคลื่อนที่ ผ่านสนาม แม่เหล็ก จะมีกระแสไฟฟ้าชุกนำเกิดขึ้นภายในตัว นำนั้น และถ้ามีขั้วแยกจะสามารถเอากระแสไฟฟ้า นั้นไปใช้งานได้เช่นประโยชน์ใด ให้สังเกตว่ากระแส ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขั้วขึ้น ในขั้วนั้นจะเป็นกระแสสลับ

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
เครื่องยंत्रไฟฟ้า หลักง่าย ๆ และประโยชน์	ก่อนเสมอ ถ้าคิดแปลงวอเก็จจะใดเป็นกระแสตรง แต่จะเป็นกระแสตรงที่ไม่สม่ำเสมอเหมือนกบฏใดจาก เซลล์ไฟฟ้าหรือหม้อสะสม ทฤษฎีของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้า สำหรับในชั้นนี้ไม่ควรจะให้ลึกซึ้งเกินไปเพียง ให้รู้หลักคงกล่าวกันว่าเพียงพอแล้ว ควรให้ได้เห็น ของจริงได้ทดลองทำด้วยตนเอง ให้เห็นความ กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น และนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง เรื่องเครื่องยंत्रไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน ไม่ควร สอนทฤษฎีให้ลึกซึ้ง ให้รู้แต่เพียงผลในทางปฏิบัติ และหลักเบื้องต้นอย่างหยาบ ๆ คือใช้ขั้วนำแรง ว่าที่เราให้คว้าน้ำคณนามแม่เหล็ก จะเกิดมีกระแส ไฟฟ้าขึ้นบนแผ่นเหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในทาง ตรงกันข้าม ถ้าเราให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปใน คว้าน้ำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็ก ก็ย่อมจะทำให้คว้าน้ำ นั้นเกิดเป็นแม่เหล็กขึ้น มีแรงผลักกับสนามแม่เหล็ก เกิน และเคลื่อนที่ไป แสดงด้วยการทดลองให้ดู ว่าเมื่อผ่าน กระแสไฟฟ้า เข้าไปใน เครื่องยंत्रไฟฟ้า จะเกิดการหมุน เครื่องยंत्रนั้นมากมายชนิด มีแบบ ต่าง ๆ กัน จึงเป็นการยากที่จะอธิบายให้ทราบถึง

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ทฤษฎีอย่างแข็งแรง ควรเน้นในเรื่องประโยชน์ว่า
การ ทั้มี เครื่อง ยนต์ ไฟฟ้า สามารถ แปลง พลัง งาน
ไฟฟ้าให้เป็นแรงไค่นั่น ใจักว่าเป็นความก้าวหน้า
อันสำคัญขงมนุษยชาติ การปฏิวัติในทางอุตสาหกรรม
การ กาง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกนี้ ก็เป็นผลเนื่องจาก
เครื่อง เครื่อง ยนต์ ไฟฟ้า ส่วนหนึ่ง ซึ่ให้นักเรียนเห็นว่า
กิจการที่จะต้องใช้แรงคนในสมัยโบราณ บั้รบุ้น
มีอะไรอย่างใดใดใช้เครื่อง ยนต์ ไฟฟ้าเป็นเครื่องทุ่นแรง
ทำให้ทำงานไค่น่ากขึ้น เร็วขึ้น และใช้แรงงาน
จำนวนคนน้อยลง ความประสงค์สำคัญสำหรับ
นักเรียน ควรจะให้ไปทางซึ่งก่อให้เกิดทัศนคติ
เห็นคุณค่า ของวิทยาศาสตร์ ทั้มีส่วนทำให้มาครฐาน
ความเป็นอยู่ของมนุษย์สูงขึ้น

อุปกรณ์ กาง ๆ ในวงจรไฟฟ้า
สวิตซ์

ให้นักเรียนได้รู้จักสวิตซ์ที่ใช้ตามบ้าน ซึ่ง
เป็นสวิตซ์ทางเคียวหรือ ๒ ทาง รวมทงกดเอาทก้วย
ควรมีของจริงมาแคะให้นักเรียนดู - และสอนวิธีกด
สวิตซ์ให้ถูกทง ทงนเื่อประโยชน์ให้นักเรียน
นำความรู้ันั้น ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย ควร
ให้สังเกตว่าสวิตซ์ไฟฟ้าที่ใช้ไปนาน ๆ แล้วดูเหมือน

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

สัญญาลักษณและสูตร
ธาตุและบัญญัติสัญญาลักษณ
ของธาตุทศวรรจุ

จะเอามาให้ดู ในห้อง ทกลอง ก็คงทำได้ เช่นเดียวกัน
ควรให้นักเรียนไปดูเอาเอง และให้สังเกตว่าสาย
ไฟฟ้าจะต้องผ่านวตัมมิเตอร์ทุกครั้งแล้วจึงจะออกมา ถ้า
มิกระแสไฟฟ้าผ่าน หน่ยวตัมมิเตอร์จะหมุน
ชยเรื่อยไป คล้ายนาฬิกาถ้าใช้ไฟฟ้ามากก็จะหมุน
เร็ว ควเลขจะขึ้นเรื่อย ๆ ควเลขนั้นบอกกำลังที่สน
เปลืองไป

ในชั้นซึ่งเป็นชั้นสุดท้ายของมัธยมปลาย
ควรจะให้เด็กได้ค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับเรื่องสัญญาลักษณ
และสูตรพอเป็นพื้นฐานบ้างเล็กน้อย กล่าวคือให้รู้
จักสัญญาลักษณ ของธาตุทศวรรจุ ๆ คือ การขย
ไฮโดรเจน ออกซิเจน ในโตรเจน กำมะถัน
โซเดียม โพตัสเซียม แคลเซียม คลอรีน เหล็ก
ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี เพราะธาตุเหล่านี้
จะพบและมใช้มาก ครูอาจจะพิจารณาเพิ่มเติมออก
บ้างเล็กน้อย ตามที่เห็นสมควรก็ได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้
เป็นการหนักเกินไปแก่เด็ก

สูตร ของ สาร ประกอบ ที่
สำคัญ

การที่จะรู้แต่เพียงสัญญาลักษณอย่างเดียว จะ
ไม่สู้เกิดประโยชน์มากนัก จึงควรสอนให้รู้จักสูตร

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ของสารประกอบที่สำคัญด้วย ในการสอนบรรยาย
 ทั่วทั้ง ๗ เมื่อกล่าวถึงธาตุใดหรือสารประกอบใด
 ให้ทราบชื่อทางเคมีแล้ว ควรให้สูตรของสาร
 ประกอบเหล่านั้นด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้ส่วนประกอบ
 ของสารประกอบเหล่านั้น สารประกอบที่จะบรรยาย
 ในตอนต่อไปควรให้นักเรียนได้รู้สูตร

ไฮโดรเจน

แหล่งกำเนิด วิธีเตรียม
 สมบัติ ประโยชน์

ควรเริ่มด้วยการทดลองเตรียมก๊าซไฮโดรเจน
 ตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เก็บใส่กระบอกไว้
 หลาย ๆ กระบอก เพื่อทดลองต่อไป ให้เรียน
 สังเกตคุณสมบัติในทางฟิสิกส์ คือรูปสถานะ และ
 คุณสมบัติในทางเคมีเกี่ยวกับเรื่องการลุกไหม้ เมื่อนักเรียน ได้เห็น จากการทดลอง พวกเขากับไฮโดรเจน
 ตามสมควรแล้ว จึงสรุปบรรยายสมบัติของธาตุนั้น
 ความหวัชชโดยทั่ว ๆ ไป คือเรื่องแหล่งกำเนิด วิธี
 เตรียม สมบัติที่สำคัญและประโยชน์ในหวัชชเหล่านี้
 ถ้าสามารถ ทำการทดลอง ประกอบเพิ่มเติมอะไรก็ได้
 ก็ควรทำให้ด้วย การทดลองบางอย่างถึงแม้จะเป็น
 หนักหนาเกินไปและสนใจ เช่นการรวมระหว่างไฮโดร
 เจนกับออกซิเจน การระเบิดและการกลายเป็นน้ำ

รายการสอน	คำแนะนำการสอน
กรร ก กลล อ ค่าง สมัยที่ การเตรียม การ ทดสอบ การเรียกชื่อของ กรร ก กลล อ ค่างที่สำคัญ	เหล่าน ครกของใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ กลลค นกระทั่งการพูดภาษาใช้โครเจนเพื่อให้แยกเปลว ก ระต้องระวังว่าไก่ไข่อากาศออกหมดแล้ว มีละน อาหารอันตรายอันจากการทดลองเหล่าน ถ้าไม่ม เครื่องมอหรือวิธีการ ทนเช็ดแล้ว กไม่ควรร จะเลี้ยง ทำการทดลองเช่นนั้น นอกจากจากสำคัญ ๆ ที่กล่าวแล้ว สิ่งที่จะพบ เห็นในชีวิตประจำวันโดยทั่ว ๆ ไปอาจจำแนกออก ได้เป็นประเภทสำคัญ ๆ ๓ ประเภท ที่ควรครก กลลและค่าง ในชั้นคนควรให้นกเรียนโครกชื่อ สำนัญของสัตว์ประกอบเหล่านนี้ ให้สัตว์เพื่อทราบ ว่าประกอบขึ้นด้วยคำอะไรบ้าง แล้วจึงจำแนก ออกไปตามประเภท เพื่อสังเกตเปรียบเทียบว่า แต่ ละประเภทนั้นนกผู้สมัยที่ทดลองคลงกันอย่างไร จึง โครกไวเช่นพวกเดียวกัน และมีสมัยพิเศษอะไร บ้าง แล้วจึงแยกอธิบายเป็นประเภท ๆ ครกสำคัญที่ควรให้นกเรียนโครกคือกรร ก กามะ- ถัน กรร ก กั้นประส่ว กรร ก กลลและกรร ก นาสัม ให้รู้ สมัยที่โดยทั่วไปของกรร ก เหล่าน อธิบายวิธีเตรียม

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

หรือถ้าสามารถทำได้ ทดลองให้ดู เช่นการเตรียม
กรรทกัมระดินอาทำไค่ยาก ครูใช้วิธีอธิบาย แต่
อาจแสดงวิธีเตรียมกรรทกเกิด กรรทกั้นประสีหรือกรรท
นาสมเ็นกรรทกในรูป นอกจากนั้นควรให้วิธีทดสอบ
กรรทกถ้าคัมขางกรรท เช่น การทดสอบกรรทกัมระดิน
กรรทเกิดเป็นกัน

ทางที่คล้ายไค่แกโซเคียมไค่ออกโซค โทคัส
เคียมไค่ออกโซค นกคเคียมไค่ออกโซค และ
แอมโมเนียมไค่ออกโซค ให้รู้สมยคและวิธีเตรียม
กึ่งเหล่าน

เกิดลคถ้าคณน้นมมาก ในชั้นกนควรให้เกก
รูกเกิดลคตามคณน้นมซอเวกในภาษาไทย เช่น เกลล
แกง รูนส์ คณประสี คเกลล ฯลฯ ให้รู้วามซอ
ในทางเคมวออย่างไร ให้รู้กร เพื่อให้สงเกกของค
ประกอย จากทวอขางเหล่าน จะเห็นวการเรยกซอ
เกลลในทางเคมนนหมลคทกนณน ซอขยหลักการ
เรยกซอ เมอซอขยหลักเหล่านแล้ว จะเห็นวการท
เกลล ทาง ถ้วนมคคกในการเรยกซอทางเคมซง
อาจะใช้ไค่ทวไค่อย่างไรบ้าง ครูควรพยายามจำคค

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
กลอน แหล่งกำเนิด วิเคราะห์ สมบัติ ประโยชน์	วงให้ช่วย ในขนาดธรรมดาสามัญที่เด็กจะสามารถพบเห็นได้เท่านั้น แสดงวิธี เกรขมกลอน ตาม วิธีที่ใช้ ในห้องปฏิบัติการ เกี่ยวกับสาระของไว้มาก ๆ เพื่อทดลองสมบัติ แสดงให้เห็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ในเรื่องรูปสี กลิ่นรส ความหนักเบาและความสามารถในการละลายน้ำกับสมบัติในทางเคมีที่สำคัญ เช่น การที่สามารถเขารวมธาตุกับธาตุอื่น ๆ แล้วจึงสรุปเป็นบรรยายความบรรยายสมบัติของธาตุกลอน คือ ในเรื่องแหล่งกำเนิด วิเคราะห์ทาง ๆ รวมทั้งวิธี เกรขมที่ใช้ในการค้า สมบัติในทางฟิสิกส์และเคมีที่สำคัญ กลอน ประโยชน์ โดยเฉพาะ ในเรื่อง การอุตสาหกรรม
กำมะถัน แหล่งกำเนิด สมบัติ ประโยชน์	ให้นักเรียนรู้จักกำมะถันผง และ กำมะถันแท่ง แล้วทำการทดลองให้เห็นอันตรายต่าง ๆ ของกำมะถันที่เกกขณ ถ้าสามารถทำได้ คือกำมะถันเหนียวและและกำมะถันรูปเข็ม แล้วจึงทำการทดลองสมบัติของกำมะถันเมื่อรวมธาตุกับออกซิเจน คือผลของการถูกไหม้ของกำมะถัน เมื่อละลายน้ำแล้วได้ผลเป็นอย่างไร มีสมบัติอะไรบ้าง

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
ฟอสฟอรัส แหล่ง กำ เนิก สมบัติ ประโยชน์	เมื่อนักเรียนคุ้นเคยเรื่องของการกำเนิดฟอสฟอรัสแล้ว จึงสรุปเป็นบรรยายสมบัติของธาตุนี้ในหัวข้อแหล่ง กำเนิดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ วิเคราะห์ทำให้บริสุทธิ์ สมบัติที่สำคัญและประโยชน์ซึ่งมีใช้มาก
	ให้นักเรียนได้เห็นฟอสฟอรัสเหลืองและฟอสฟอรัสแดงว่ามีสมบัติแตกต่างกันอย่างไร ความสำเร็จ การทดลองการเรืองแสงของฟอสฟอรัสเหลืองในที่มืด และความรวดเร็วในการลุกไหม้ของฟอสฟอรัสทั้งสอง ชนิดให้สังเกตผลที่แตกต่างจากการลุกไหม้ เมื่อ ออกซิเจนของฟอสฟอรัสละลายน้ำแล้วจะได้สารประกอบ ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด แล้วจึงสรุปบรรยายสมบัติของ ฟอสฟอรัสในหัวข้อแหล่งกำเนิด คือฟอสฟอรัสจะไม่ เป็นอิสระในธรรมชาติจะต้องมีธาตุอื่นลงเขา แล้วจึงบรรยาย อย่างขยาย ๆ เพราะวิธีการ ที่แท้จริง จะสลับซับซ้อน มากเกินไป สมบัติที่สำคัญของฟอสฟอรัสมี อะไรบ้าง ประโยชน์ที่ใช้ในเรื่องการทำไม้ขีดไฟ ซึ่งให้เห็นความ จำเป็นที่ต้องใช้ฟอสฟอรัสสีแดงแทนฟอสฟอรัสสีเหลือง
ฟอสไฟรอก เกิดจาก ลักษณะและการ แพร่พันธุ์	ในการสอนเรื่องฟอสไฟรอก ควรจะได้เตรียม ล่วงหน้าบางตามสมควร คือควรมีชั่วโมงนำอธิบาย ให้นักเรียนทราบว่าคำว่าฟอสไฟรอกหมายความว่าความเพิงโค

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
บคเตรีชนคตาง ๆ การแพรว พันธุ ประโยชนและโทษ	แตกทางจาก พชคอก ซึ่งไคเคบ เวียนมา แล้ว อย่างไร ควยวอนนนักเรียนจะทราขว่าอะไรยงที่อนโลม เข้าเป็น พชไรคอก แล้วจึงให้ นักเรียนหาพชไรคอกมาใน ชั่วโมงทอไป ตามแต่นักเรียนจะหาได้ ส่วนมากที่ นักเรียนจะไคมา ก็จะเป็น พวกเห็ด หรือรา ส่วนพช ไรคอกที่เล็กกวานน เช่นบคเตรีหรือเชอหมก อาจะ เป็นการยากสำหรับนักเรียนที่จะนำมา ครึงจำเป็น จะต้องเตรียมไว้ให้ ให้บรรยายลักษณะของเห็ดและราว่ามวิเจเรณู เคบไคและการแพรวพันธุอย่างไร ทงนตามลักษณะของ ทวอย่างที่หามาได้ ทวอย่างบคเตรีที่ให้นักเรียนดูไคง่าย ๆ เป็น บคเตรีที่ไคจากกร เน้ายคหรือ จากแบงข้าวหมกททง ไว้นาน ๆ จะได้ ทวอย่างของ บคเตรี ทคองมอง ควย กลองจุลทรรคณพอเห็นไคตามสัมควร ถ้าครุจะใช้วิธ บอมสชวยเพมเติมเขา จะใช้วิธง่าย ๆ คอยอมควย สัณหาหมกหรือคางทขทมกอาจะทำให้เห็นไคชคเจนชน ให้นักเรียน สังเกตคว่า บคเตรีนั้น เป็น พชท สามารถจะ เจเรณูเคบไคไคอย่างไร

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

โลหิต และ วงจร ของ โลหิต
การหายใจ อาหาร

คุณและโทษของยักเตรนนีมีมาก ควรอธิบาย
ให้ทราบโดยละเอียด เพราะเกี่ยวกับการที่จะนำความรู้
อันนี้มาใช้ในชีวิตประจำวัน ครูควรรวบรวมจาก
ตำราต่าง ๆ เทาที่จะสามารถหาได้ และควรระวังว่า
อย่าให้เขินอายหาทางเทคนิคมากเกินไป

หัวข้อสอนในตอนนั้น เป็นเรื่องเกี่ยวกับสรีรวิทยา
ของสัตว์โดยทั่วไป จะถือว่าเป็นการทบทวนเรื่องของ
สัตว์ที่ไต่ผ่านมาแล้วในชั้นก่อน ๆ ก็อาจจะได้ ควรให้
นักเรียนได้มีความคิดรวบยอดว่า โลหิต และ วงจร ของ
โลหิตนั้นมีความสำคัญอย่างไร สัตว์เล็ก ๆ เซลล์เกือบ
จะยังไม่มียอดเย้น เมื่อสัตว์ตัวโตขึ้น มีความจำเป็น
จะต้องมีระบบการขนส่งสิ่งเกือบ เหมือนความ เป็นไป ของ
ประเทศที่มีอาณาเขตกว้างขวาง จำเป็นจะต้องมีระบบ
การขนส่งที่ดี ซึ่งไม่มีความจำเป็นสำหรับชนิดเล็ก ๆ
ในเรื่องสัตว์ก็เช่นเดียวกัน สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง
และที่มี กระดูกสันหลังซึ่งได้เจริญเติบโต มามากแล้ว
จำเป็นจะต้องมีระบบการขนส่งในโลหิตนั้น มีเม็ดโลหิต
ทำหน้าที่เหมือนกบเป็นยานพาหนะ ที่จะขนอาหาร และ
ออกซิเจนไปสู่ยังส่วนต่าง ๆ ถ้าจะไปตามทาง คอ
เส้นเลือดหรืออาหารจะไม่มีเส้นเลือดก็ไต่ เช่นในพวกสัตว์

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
	ทไมมกระดกสนหลัง เช่นคน ในการที่จะทำให้มการ ขนสิ่งใด ๆ จำเป็นจะต้องมีแรงดันให้เกิดการเคลื่อนไหว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีหัวใจ ซึ่งเปรียบเหมือน กับเป็นศูนย์กลางให้เกิดการหมุนเวียน ซึ่งให้เห็นว่า ระบบโลหิตและวงจรของโลหิตในสัตว์ต่าง ๆ ซึงเป็น ไปตามหลักใหญ่ทว่าน อย่างไร ส่วน ราย ละเอียต ปลักขอยกเป็นไปกามลักษณะของสัตว์ แคมลักษณะ ทรวมกันอยู่ เช่นสัตว์ทมกระดกสนหลังจะมีหัวใจอยู่ ทางด้านท้อง มีเส้นเลือด แต่สัตว์ทไมม กระดก สนหลังนั้นจะมีลักษณะทว่าน การหายใจ ให้นักเรียนได้เข้าใจว่าการหายใจ นั้นคือกรรมวิธีที่ สัตว์ มี ชีวิต รับเอา ออกซิเจน ภายนอก เข้าไปในร่างกาย ถึงส่วนภายในก็เผาผลาญอาหาร ให้เกิดพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ผลจากการ เผาผลาญนั้น นอกจากพลังงานที่ของการ กี่จะมีของเสีย เกิดขึ้น คือ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ จำเป็นจะต้อง มีวิธีถ่ายออก การหายใจหมายถึงทั้งการรับเข้า และถ่ายออก ซึ่งให้นักเรียนเห็นว่าระบบการหายใจ ของสัตว์และของพืชต่าง ๆ มีอยู่อย่างไร พืชไม่มีวิธีมี ขบวนการมากนัก เพราะเกือบทุกส่วนของพืชหายใจได้เอง

รายการสอน	คำแนะนำข้อสอน
	แต่สัตว์นั้นถ้าตัวโตมาแล้ว มีความจำเป็นจะต้องมี อวัยวะเหล่านี้เป็นพิเศษ จึงต้องมีระบบแห่งอวัยวะเพื่อ การนําส่งเลือดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ ยังไม่ตองมี อวัยวะ เป็น พิเศษใช้ส่วหนึ่งเป็นเครื่องหายใจ ตัวแมลงมีหลอดลม แผ่ฐานไปทั่วตัว เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ปลาในเหงือก สัตว์บกก็มีปอดเป็นส่วนมาก จากอวัยวะ เหล่านี้จึงมีระบบของโลหิตนั้น โลหิตอาหารกับ โลหิตอื่นไปเลี้ยงยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เรื่องอาหาร ซึ่งนักเรียนเห็นว่าอาหารนั้นเป็น เชื้อเพลิง ซึ่งเมื่อเข้ารวมกับการหายใจ ก็จะก่อ ให้เกิดพลังงาน ใช้ในการดำรงชีวิต นอกจากนั้นส่วน ของอาหารยังมีหน้าที่ในการก่อสร้าง ซ่อมแซม อวัยวะ ต่าง ๆ จัดจำแนก ประเภท อาหาร ออกไป เป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่และวิตามิน จะอนโลม ว่าน่าเป็นอาหารชนิดหนึ่งควยก็ได้อธิบายว่าอาหาร เหล่านี้มีหน้าที่ต่อร่างกายอย่างไร ควรเปรียบเทียบกับ ควยว่าอาหารของพืชนั้นแตกต่างกับของสัตว์อย่างไร หัวข้อสอนเป็นการสรุป รวบรวม ความรู้ ใน ทางชีว วิทยาที่เด็กได้เรียนมาในชั้นต้น ๆ ดังนั้นครู จึงควร

ความแตกต่างระหว่าง พืชกับ
สัตว์

รายการสอน

คำแนะนำวิธีสอน

ถือโอกาสเป็นเรื่องของการทบทวน คือนำความรู้เรื่อง พืชและสัตว์มาเปรียบเทียบกันไว้ คือเมื่อกล่าวถึงความแตกต่างในข้อใดก็นำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับชีวิตของพืชและสัตว์บนนักเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว มาเปรียบเทียบกันเป็นการสนับสนุนหลักเกณฑ์ที่ว่าความแตกต่างสำคัญของพืชและสัตว์เป็นหัวข้อของข้อไป

๑. ในเรื่องอาหารว่าสร้างอาหารขึ้นได้ อย่างไร สัตว์สร้างอาหารขึ้นเองไม่ได้ แต่พืชสร้างขึ้นเองได้

๒. อาหารของสัตว์เป็นอาหารสำเร็จรูปแล้ว ส่วนอาหารที่พืชทำขึ้นนั้น ทำขึ้นจากสารทางเคมีที่ยังไม่มีลักษณะเป็นอาหารอยู่ก่อน

๓. ในเรื่อง การเคลื่อนที่ โดยมากพืชเคลื่อนที่ ไม่ได้ แต่สัตว์เคลื่อนที่ไปมาได้

๔. ในเรื่องโครงสร้าง ด้วยเหตุที่พืชส่วนมาก อยู่ที่ยังมีโครงสร้างแข็ง คือเซลล์ลูลัส ส่วนสัตว์ไม่มี

๕. ในเรื่องการเจริญเติบโต พืชมีการเจริญเติบโตได้ไม่จำกัด แต่สัตว์นั้นมีขนาดจำกัด

รายการสอน	คำแนะนำวิธีสอน
ความสัมพันธ์ระหว่าง พช กับ สत्व	อย่างไรก็ตาม ควรชี้ให้นักเรียนเห็นว่าสิ่งแบ่ง เกิดจากระหว่างพชและสทวนนไม่มี จะมีสิ่งที่มีชวค ข้างซ้ายมีลักษณะเป็นกิ่งกลางหรือคางเขน ทำให้ ขากแก่การที่จะตัดสินว่าไหนเป็นพช และไหน เป็นสทว ในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาให้เห็นว่าทวิภพของสิ่งท มีชวคว่า พชและ สทวนน มีความ จำเป็น จะต้อง พงพา อาศัยซึ่งกันและกัน ชี้ให้เห็นว่าชวคสทวจะดำรงอยู่ ไม่ได้ จะต้องอาศัยพช รากเงาของชวคแท้จริง จึง นำจะเริ่มต้นด้วยลักษณะที่เป็นพชก่อน แล้วจึงได้ แยก แยก เจริญเติบโต เป็นพช ขึ้นสูง และ สทว ขึ้นสูง แต่ความสัมพันธ์นั้นยังคงมีอยู่อย่างใกล้ชิด มีชวค ถ้ามองกันระหว่างพชกับพช หรือสทว กับสทว หรือ สทวกับพช ควรหาตัวอย่างมาประกอบกับคำอธิบาย ในเรื่องเหล่านี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้



สมเด็จกรมเจ้าอาวาสวัดสุทัศน์

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ตรัสภา

นายกำจร สัตถกวด ผู้พิมพ์และดูแลโฆษณา

๓๐ กรกฎาคม ๒๔๙๕