

บทความวิทยุกระจายเสียงรายการสาระยามบ่าย ครั้งที่ 64
กระจายเสียงจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย
ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 16.30-17.00 น.

เรื่อง

แก๊สที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

เรียบเรียงโดย

โดย นายนารถ พรหมรังสรรค์ นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

แก๊สเป็นสถานะของสสารที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเทียบกับของแข็งและของเหลว แก๊สเป็นกลุ่มอะตอมหรือโมเลกุลที่มีพลังงานในตัวเอง เคลื่อนที่อย่างอิสระ แก๊สไม่มีขนาดและไม่มีรูปร่างที่แน่นอน ตัวอย่างของแก๊สที่พบได้ทั่วไปคืออากาศซึ่งเป็นแก๊สผสม ประกอบด้วย ไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่

แม้ว่าแก๊สเป็นมวลสารที่มีความหนาแน่นต่ำ แต่ก็มีคุณสมบัติที่สามารถจะถูกบีบอัดให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นได้หลายเท่าโดยการเพิ่มความดันและ/หรือลดอุณหภูมิ แก๊สที่ถูกบีบอัดแล้วอาจจะอยู่ในสถานะแก๊ส ของเหลว หรือของแข็ง และถ้าต้องการนำไปใช้งานก็ปล่อยให้คืนกลับมาอยู่ในสถานะแก๊สเช่นเดิมได้ ด้วยวิธีนี้ทำให้สามารถเก็บหรือขนส่งแก๊สปริมาณมากๆ โดยใช้ขนาดและพื้นที่ไม่มาก แก๊สที่นำมาใช้งานในอุตสาหกรรม บ้านเรือน การแพทย์ ส่วนใหญ่จะเป็นแก๊สที่บีบอัดแล้วบรรจุลงในภาชนะที่ทนความดันสูงๆ ยกเว้นถ้าอยู่ใกล้แหล่งผลิตก็สามารถต่อท่อเข้าสู่พื้นที่ใช้งานได้โดยตรง

ก่อนนำแก๊สไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จำเป็นต้องแยกแก๊สแต่ละชนิดให้มีความบริสุทธิ์ตามต้องการ ดังตัวอย่างการตัดโลหะโดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟของแก๊สอะเซทิลีน การติดไฟของเปลวไฟอะเซทิลีนในอากาศ ซึ่งมีออกซิเจนประมาณร้อยละ 21 จะมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 2300 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเปลี่ยนอากาศไปใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์จะทำให้การติดไฟของอะเซทิลีนมีอุณหภูมิสูงถึง 3300 องศาเซลเซียส สามารถตัดโลหะที่หนามาก ๆ ได้

ในบทความนี้จะกล่าวถึงประโยชน์ของแก๊สต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันสำหรับคนทั่วไปและรวมถึงในอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งแก๊สได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1. แก๊สที่ได้จากธรรมชาติ

1.1 อากาศ อากาศจะประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจนร้อยละ 78 แก๊สออกซิเจนร้อยละ 21 แก๊สอาร์กอนร้อยละ 0.9 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 ไอน้ำและแก๊สอื่น ๆ เล็กน้อย

การนำอากาศมาใช้ประโยชน์ เช่น บรรจุในท่อเพื่อใช้หายใจในที่ที่ไม่มีอากาศหรืออากาศบริเวณนั้นไม่เหมาะสมกับการหายใจ ได้แก่ ได้นำที่ไม่ลึกมาก เหมือนใต้ดินที่มีแก๊สพิษ นอกจากนี้อากาศที่ได้กำจัดไอน้ำออกไปแล้วกลายเป็นอากาศแห้ง จะใช้เป็นตัวอ้างอิงสำหรับเครื่องมือตรวจมลพิษทางอากาศ

1.2 แก๊สออกซิเจน เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ใช้เป็นตัวออกซิไดส์ในการเผาไหม้วัสดุต่าง ๆ แก๊สออกซิเจนยังใช้เป็นตัวออกซิไดส์ในการตัดโลหะโดยใช้ความร้อน การใช้แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์ร่วมกับ แก๊สอะเซทิลีนจะทำให้เปลวไฟมีความร้อนสูงถึงประมาณ 3300 องศาเซลเซียส และยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ใน อุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้า สำหรับกำจัดสิ่งเจือปนและคาร์บอนปริมาณสูงในเหล็กถลุง โดยพ่นลงในเตา ออกซิเจน (basic oxygen furnace) เป็นผลทำให้คาร์บอนในเนื้อเหล็กลดลงเหลืออยู่ในช่วงร้อยละ 0.2 ถึง 2 ทำให้เหล็กที่ได้ไม่เปราะและแตกง่าย แก๊สออกซิเจนการแพทย์ซึ่งเป็นออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์อย่างน้อยร้อยละ 99.0 และมีสารปนเปื้อนน้อย ได้นำไปใช้กับผู้ป่วยที่ไม่สามารถหายใจได้อย่างปกติเพื่อเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้เพียงพอับความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์ยังนำไปใช้กับการบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำสูงในชั้นวิกฤต จะช่วยเร่งการย่อยสลายของแบคทีเรีย

1.3 แก๊สไนโตรเจน เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่ไวปฏิกิริยา แก๊สไนโตรเจนนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน คือ การทำอาหารเยือกแข็งโดยใช้ไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีการใช้กันในประเทศ โดยวิธีนี้ทำให้ไม่เกิดผลึกน้ำแข็งในเซลล์ เมื่อปล่อยให้กลับมาสู่อุณหภูมิห้องจะไม่ทำให้อาหารเสียรูป และแก๊สไนโตรเจนป้องกันไม่ให้แบคทีเรียที่เป็นตัวทำให้อาหารเน่าเสียเจริญเติบโตได้ และไนโตรเจนเหลวยังใช้ทำให้เกิดการกระชับของแกนโลหะกับแหวนหรือรูที่จะใส่แกนโลหะ โดยการแช่แกนโลหะในไนโตรเจนเหลวจนหมดตัวเล็กของพอลิเมอร์ในแหวนหรือรูได้พอดี เมื่อทิ้งไว้จนกลับสู่อุณหภูมิห้อง แกนโลหะจะกระชับกับแหวนหรือรูพอดี นอกจากนี้ยังใช้พ่นคลุมวัสดุบางชนิดเพื่อป้องกันการออกซิเดชันในอากาศหรือออกซิเจน

1.4 แก๊สฮีเลียม เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เบากว่าอากาศรองจากแก๊สไฮโดรเจนและไม่ไวปฏิกิริยา ได้นำแก๊สฮีเลียมไปใช้บรรจุในลูกโป่งสวรรค์แทนแก๊สไฮโดรเจน เพราะฮีเลียมไม่ติดไฟ และนำไปผสมกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วน 80:20 ซึ่งเรียกว่าเฮลิออกซ์ (Heliox) เพื่อใช้แทนอากาศสำหรับการดำน้ำลึกมากกว่า 30 เมตร เพื่อป้องกันอาการเมาจากพิษของไนโตรเจนที่ละลายในเลือด เพราะฮีเลียมสามารถละลายในเลือดได้น้อยกว่าไนโตรเจน นอกจากนี้ยังใช้ในรูปของฮีเลียมเหลวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำถึง -268.9 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ทำความเย็นยวดยิ่งให้กับโลหะกึ่งตัวนำยวดยิ่งในการผลิตสนามแม่เหล็กกำลังสูงในเครื่อง Magnetic Resonance Imaging หรือ MRI ซึ่งใช้ตรวจหาเนื้องอกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย และเครื่อง Nuclear Magnetic Resonance หรือ NMR ซึ่งใช้วิเคราะห์โครงสร้างของสารอินทรีย์ รวมทั้งการนำไปใช้สำหรับตรวจสอบการรั่วของระบบที่มีความดันสูง โดยฮีเลียมจะแทรกตัวไปตามรอยแตกรั่วโดยที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับส่วนต่างๆ ของระบบ แล้วนำอากาศรอบๆ มาตรวจด้วยเครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ ทำให้ทราบตำแหน่งที่รั่วได้

1.5 แก๊สอาร์กอน เป็นแก๊สไม่มีสี นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลอมโลหะที่ไม่ต้องการให้มีออกซิเจนจากอากาศเข้าไปรบกวน โดยทำการหลอมและปล่อยให้เย็นตัวภายใต้บรรยากาศอาร์กอน

1.6 แก๊สธรรมชาติ เป็นแก๊สที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยแก๊สมีเทนมากกว่าร้อยละ 98 แก๊สธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะหมายถึงแก๊สมีเทนซึ่งผ่านการแยกไฮโดรคาร์บอนและ

สิ่งเจือปนอื่นๆออกไปแล้ว ในที่สุดจะมีแต่แก๊สมีเทนเกือบร้อยละ 100 แก๊สมีเทนเป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศ มีค่าการให้พลังงานสูงกว่าไฮโดรคาร์บอนอื่นๆที่ได้จากปิโตรเลียม นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า ในรถยนต์ซึ่งรู้จักกันทั่วไปว่าเอ็นจีวีหรือ Natural Gas for Vehicle (NGV) ซึ่งจะมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่าแก๊สดีเซลและดีเซล นอกจากนั้นยังมีราคาถูกกว่าด้วย

1.7 แก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือ Liquefied Petroleum Gas (LPG) ได้จากการแยกของน้ำมันดิบ ประกอบด้วยแก๊สโพรเพน หรือ แก๊สบิวเทน ซึ่งอาจจะเป็นแก๊สตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวผสมกัน แก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นผลผลิตของแก๊สธรรมชาติและน้ำมันดิบ ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ แก๊สปิโตรเลียมเหลวจะอยู่ในสถานะแก๊ส แต่ถ้าถูกอัดภายใต้ความดันสำหรับแก๊สโพรเพนประมาณ 13.8 เท่า บรรยากาศหรือแก๊สบิวเทนประมาณ 2.6 เท่าบรรยากาศจะอยู่ในสถานะของเหลว และถ้าผสมแก๊สทั้งสองตัว อย่างละครึ่งจะได้แก๊สปิโตรเลียมเหลวที่มีคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างแก๊สผสมทั้งสองตัว แก๊สปิโตรเลียมเหลวไม่มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนวัสดุที่ใช้ทำภาชนะที่ใช้กันทั่วไป เช่น เหล็ก ทองแดง โดยเหตุนี้แก๊สปิโตรเลียมเหลวจึงเหมาะกับการขนส่งหรือเก็บโดยที่ไม่ต้องใช้ภาชนะที่ทนแรงดันสูงมากนัก แก๊สปิโตรเลียมเหลวถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มตามบ้านเรือน การให้พลังงานความร้อนในทางอุตสาหกรรม ทางการเกษตร แก๊สปิโตรเลียมเหลวโพรเพนจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าบิวเทน แต่เนื่องจากแก๊สปิโตรเลียมเหลวหนักกว่าอากาศจึงไม่นิยมนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์เพราะถ้ามีการรั่วจะมีการสะสมซึ่งอาจทำให้เกิดการระเบิดและไฟไหม้รุนแรง

2. แก๊สสังเคราะห์ เป็นแก๊สที่ไม่มีในธรรมชาติหรือมีน้อยในธรรมชาติ ไม่เพียงพอับความต้องการใช้ปริมาณมาก

2.1 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแก๊สที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย และไม่ไวปฏิกิริยา แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิตของปฏิกิริยาการสันดาปของไฮโดรคาร์บอน หรือจากการย่อยสลายน้ำตาลและแป้งของแบคทีเรีย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ประโยชน์ในการผลิตน้ำแข็งแห้ง (dry ice) สำหรับการถนอมอาหาร เป็นแก๊สที่ไม่ช่วยในการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และเติมลงไปในเรื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม หรือนำไปพ่นลงสู่เครื่องดื่มบางประเภทเพื่อให้อร่อยดีขึ้น และยังใช้ในการผ่าตัดที่มีการเปิดแผลขนาดเล็ก โดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อัดขยายช่องท้องหรือช่องอกให้มีช่องว่างมากพอที่จะสอดเครื่องมือสำหรับผ่าตัด และหลังการผ่าตัดก็จะใช้แก๊สผสมของคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจนกระตุ้นการหายใจเพื่อให้ฟื้น

2.2 แก๊สไนตรัสออกไซด์ เป็นแก๊สที่ไม่มีสี มีกลิ่นและรสหวาน ไนตรัสออกไซด์จะเรียกว่าแก๊สหัวเราะ (laughing gas) เนื่องจากเมื่อสูดดมไนตรัสออกไซด์ในความเข้มข้นสูงจะมีอาการเคลิบเคลิ้ม ลดความกังวล และยังลดอาการเจ็บปวดได้ด้วย แก๊สไนตรัสออกไซด์ผลิตได้จากการทำปฏิกิริยาของแอมโมเนียมไนเตรทหลอมเหลวกับไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 2500 – 2600 องศาเซลเซียส และบางส่วนได้จากกระบวนการผลิตกรดไนตริก แก๊สไนตรัสออกไซด์นำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์โดยใช้เป็นยาสงบ

สำหรับในกรณีที่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นๆ เช่นการฉีดยาสลบเข้าทางเส้นเลือด ใช้ลดความเจ็บปวดสำหรับการถอนฟัน และใช้เป็นวิธีเสริมสำหรับลดความเจ็บปวดในการผ่าตัดบางกรณี นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสำหรับอาหารฟูเมื่อตีหรือเขย่าแรง ๆ เช่น วิปป์ครีม และยังใช้ในการเพิ่มความเร็วยรอบของเครื่องยนต์ที่ต้องการพลังงานสูงๆ เช่นรถแข่ง และรถบรรทุกขนาดหนัก

2.3 แก๊สไฮโดรเจน เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไวไฟมาก และเป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศมากที่สุด ผลิตได้จากปฏิกิริยาของแก๊สธรรมชาติกับไอน้ำที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส แก๊สไฮโดรเจนนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเนยเทียม โดยการเติมแก๊สไฮโดรเจนลงในน้ำมันพืช และใช้ในการผลิตแอมโมเนียและเมทานอล นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตเซลล์เชื้อเพลิง และเชื้อเพลิงสำหรับจรวด

2.4 แก๊สอะเซทิลีน เป็นแก๊สไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายกระเทียม และไวไฟมาก ผลิตได้จากปฏิกิริยาของแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) กับน้ำ หรือได้จากเผาแก๊สมีเทนที่อุณหภูมิสูงภายใต้บรรยากาศรีดักชัน ประโยชน์ของแก๊สอะเซทิลีนคือ ใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงสำหรับการตัดเชื่อมโลหะ และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตโพลีไวนิลคลอไรด์

2.5 แก๊สแอมโมเนีย เป็นแก๊สไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว กัดกร่อน และไวไฟ แก๊สแอมโมเนียผลิตได้จากปฏิกิริยาของแก๊สไนโตรเจนและแก๊สไฮโดรเจนที่อุณหภูมิและความดันสูงโดยใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แก๊สแอมโมเนียนำไปใช้ประโยชน์เป็นสารทำความเย็นในระบบทำความเย็นทางอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งและใช้ในการผลิตน้ำแข็ง นอกจากนี้แก๊สแอมโมเนียยังเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเกลือแอมโมเนียชนิดต่างๆ ซึ่งนำไปใช้ทั้งในบ้านเรือนและอุตสาหกรรม เช่น น้ำยาทำความสะอาด ปุ๋ย รวมไปถึงวัตถุระเบิด

2.6 แก๊สคลอรีน เป็นแก๊สมีสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่นฉุนรุนแรงเฉพาะตัว กัดกร่อนและเป็นตัวออกซิไดส์ การผลิตแก๊สคลอรีนได้จากการแยกสลายเกลือแกง (NaCl) ด้วยไฟฟ้า แก๊สคลอรีนใช้เป็นสารฆ่าเชื้อในน้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปา เป็นสารตั้งต้นในการผลิตโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ซึ่งใช้เป็นสารฆ่าเชื้อและฟอกขาวในบ้านเรือน ในสระว่ายน้ำ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารฟอกขาวในอุตสาหกรรมผ้า เยื่อไม้ และเยื่อกระดาษ

แม้ว่าแก๊สที่กล่าวมาจะมีประโยชน์มากมายต่อมนุษย์แต่ก็อาจทำให้เกิดโทษได้ เนื่องจากแก๊สที่นำมาใช้งานจะถูกอัดภายใต้ความดันและมีความหนาแน่นสูง ถ้ามีการรั่วไหลจะมีอันตรายมาก แก๊สบางชนิดติดไฟได้หรืออาจเป็นพิษเมื่อสูดดม แก๊สบางชนิดเช่นออกซิเจนแม้จะไม่ติดไฟแต่ถ้าผสมกับแก๊สหรือวัสดุที่ติดไฟได้ก็จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการลุกไหม้หรือระเบิดได้ นอกจากนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การกัดกร่อนของแก๊สต่อวัสดุที่จะนำมาใช้ทำท่อและข้อต่อ ถึงบรรจุแก๊สแต่ละชนิดจะต้องมีการตรวจสอบสภาพและกำหนดอายุการใช้งานเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ถ้าต้องการข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมโปรดติดต่อ โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร. 0 2201 7221

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

