

**ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)**  
**ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

**สาระ ฟิสิกส์**

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงแผ่นตึง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการแผ่รังสีโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	-	-
ม.5	-	-
ม.6	1. อธิบาย และคำนวณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ และ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายโอนตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อสสารได้รับหรือคายความร้อน สสารอาจมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป และสสารอาจเปลี่ยนสถานะโดยไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิกำหนดได้จากสมการ <math>Q = mc\Delta T</math> ส่วนปริมาณของความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะกำหนดได้จากสมการ <math>Q = mL</math></li> <li>วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนความร้อนไปสู่วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งให้จะเท่ากับปริมาณความร้อนที่วัตถุหนึ่งรับ เขียนแทนได้ด้วยสมการ <math>Q_{\text{ลด}} = Q_{\text{เพิ่ม}}</math></li> <li>เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิเท่ากันจะไม่มีการถ่ายโอนความร้อน เรียกว่าวัตถุอยู่ในสมดุลความร้อน</li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>2. อธิบายสภาพยืดหยุ่นและลักษณะการยืดและหดตัวของวัสดุที่เป็นแท่งเมื่อถูกกระทำด้วยแรงค่าต่าง ๆ รวมทั้ง ทดลอง อธิบายและคำนวณความเค้นตามยาว ความเครียดตามยาว และมอดูลัสของยัง และนำความรู้เรื่องสภาพยืดหยุ่นไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สมบัติที่วัสดุเปลี่ยนรูปและกลับสู่รูปเดิมเมื่อหยุดออกแรงกระทำเรียกว่า สภาพยืดหยุ่น ถ้ายังออกแรงต่อไป วัสดุจะขาดหรือเสียรูปอย่างถาวร</li> <li>ในกรณีที่วัสดุมีการเปลี่ยนแปลงความยาว ถ้าออกแรงกระทำต่อเส้นลวดไม่เกินขีดจำกัดการแปรผันตรง ความยาวที่เพิ่มขึ้นของเส้นลวดแปรผันตรงกับขนาดของแรงดึง ทำให้ความเครียดตามยาวที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับความเค้นตามยาว โดยความเค้นตามยาวคำนวณได้จากสมการ <math>\sigma = \frac{F}{A}</math> ส่วนความเครียดตามยาวคำนวณได้จากสมการ <math>\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}</math></li> <li>อัตราส่วนความเค้นตามยาวต่อความเครียดตามยาว เรียกว่า มอดูลัสของยัง ซึ่งมีค่าขึ้นกับชนิดของวัสดุ คำนวณได้จากสมการ <math>Y = \frac{\sigma}{\epsilon}</math> หรือ <math>Y = \frac{F/A}{\Delta L/L_0}</math></li> <li>ถ้าวัสดุมีมอดูลัสของยังสูงแสดงว่าวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาวได้น้อย ถ้าออกแรงเพิ่มขึ้นเกินขีดจำกัดสภาพยืดหยุ่น วัสดุไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ สมบัตินี้นำไปใช้พิจารณาในการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน</li> </ul>
	<p>3. อธิบาย และคำนวณความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันบรรยากาศ รวมทั้ง อธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ และเครื่องอัดไฮดรอลิก</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ภาชนะที่มีของเหลวบรรจุอยู่จะมีแรงเนื่องจากของเหลวกระทำต่อพื้นผิวภาชนะ โดยขนาดของแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยเป็นความดันในของเหลว</li> <li>ความดันที่เครื่องมือวัดได้ เรียกว่า ความดันเกจ คำนวณได้จากสมการ <math>P_g = \rho gh</math> ส่วนผลรวมของความดันบรรยากาศและความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ คำนวณได้จากสมการ <math>P = P_0 + P_g</math></li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ค่าของความดันอ่านได้จากเครื่องวัดความดัน เช่น แมนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์</li> <li>• เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผ่านไปทุก ๆ จุดในของเหลวนั้น เรียกว่า กฎพาสคัล กฎนี้นำไปใช้อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก</li> </ul>
	4. ทดลอง อธิบาย และคำนวณขนาดแรงพยุงจากของไหล	<ul style="list-style-type: none"> <li>• วัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน จะถูกแรงพยุงจากของไหลกระทำ โดยขนาดแรงพยุงเท่ากับขนาดน้ำหนักของของไหลที่ถูวัตถุแทนที่ตามหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งใช้อธิบายการลอยการจมของวัตถุต่าง ๆ ในของไหล ขนาดแรงพยุงจากของไหลคำนวณได้จากสมการ</li> </ul> $F_B = \rho V g$
	5. ทดลอง อธิบาย และคำนวณความตึงผิวของของเหลว รวมทั้งสังเกตและอธิบายแรงหนืดของของเหลว	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความตึงผิวเป็นสมบัติของของเหลวที่ยึดผิวของเหลวไว้ด้วยแรงตึงผิว ปรากฏการณ์ที่เป็นผลจากความตึงผิว เช่น การเดินบนผิวน้ำของแมลงบางชนิด การซึมตามรูเล็ก หรือ การโค้งงอของผิวของเหลว โดยความตึงผิวของของเหลวคำนวณได้จากสมการ</li> </ul> $\gamma = \frac{F}{l}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• ความหนืดเป็นสมบัติของของไหล วัตถุที่เคลื่อนที่ในของไหลจะมีแรงเนื่องจากความหนืดต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงหนืด</li> </ul>
	6. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติ สมการความต่อเนื่อง และสมการแบร์นูลลี รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เกี่ยวกับสมการความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลีไปอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ของไหลอุดมคติเป็นของไหลที่มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีความหนืด บีบอัดไม่ได้ และไหลโดยไม่หมุน มีอัตราการไหลตามสมการความต่อเนื่อง</li> </ul> $Av = \text{ค่าคงตัว}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• ตำแหน่งสองตำแหน่งบนสายกระแสเดียวกันของไหลอุดมคติที่ไหลอย่างสม่ำเสมอจะมีผลรวมของ</li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>ความดันสัมบูรณ์ พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นค่าคงตัว ตามสมการแบร์นูลลี</p> $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{ค่าคงตัว}$
	<p>7. อธิบายกฎของแก๊สอุดมคติและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>แก๊สอุดมคติเป็นแก๊สที่โมเลกุลมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม และมีการชนแบบยืดหยุ่น</li> <li>ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิของแก๊สอุดมคติเป็นไปตามกฎของแก๊สอุดมคติ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</li> </ul> $PV = nRT = Nk_B T$
	<p>8. อธิบายแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊ส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>จากแบบจำลองของแก๊สอุดมคติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และจากกฎของแก๊สอุดมคติ ทำให้สามารถศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของแก๊สได้ ได้แก่ ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยและอัตราเร็วอาร์เอ็มเอส ของโมเลกุลของแก๊สได้</li> <li>จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ความดันและพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สมีความสัมพันธ์ตามสมการ <math>PV = \frac{2}{3} N\bar{E}_k</math> ส่วนอัตราเร็วอาร์เอ็มเอสของโมเลกุลของแก๊สคำนวณได้จากสมการ</li> </ul> $v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}}$
	<p>9. อธิบาย และคำนวณงานที่ทำโดยแก๊สในภาวะปิดโดยความดันคงตัว และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความร้อน พลังงานภายในระบบ และงาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในภาวะปิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของแก๊สโดยความดันคงตัว งานที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสมการ</li> </ul> $W = P\Delta V$ <ul style="list-style-type: none"> <li>โมเลกุลของแก๊สอุดมคติในภาวะปิดจะมีพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์รวมของโมเลกุล เรียกว่า พลังงานภายในของแก๊สหรือพลังงานภายในระบบ ซึ่ง</li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>แปรผันตรงกับจำนวนโมเลกุลและอุณหภูมิสัมบูรณ์ของแก๊ส</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานภายในระบบมีความสัมพันธ์กับความร้อนและงาน เช่น เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนในระบบปิด ผลของการถ่ายโอนความร้อนนี้จะเท่ากับผลรวมของพลังงานภายในระบบที่เปลี่ยนแปลงกับงาน เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานเรียกกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ แสดงได้ด้วยสมการ <math display="block">Q = \Delta U + W</math> </li> <li>ความรู้เรื่องพลังงานภายในระบบสามารถนำไปประยุกต์ในด้านต่าง ๆ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์ความร้อน ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ</li> </ul>
	<p>10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ <math>hf</math> เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ <math>f</math> จะมีพลังงานตามสมการ <math>E = nhf</math></li> <li>ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์ อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ตามสมการ <math>r_n = \left( \frac{\hbar^2}{mke^2} \right) n^2</math> และ <math>E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2 e^4}{\hbar^2} \left( \frac{1}{n^2} \right)</math> ตามลำดับ</li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจนตามสมการ <math display="block">\frac{1}{\lambda} = R_H \left[ \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]</math></li> </ul>
	<p>11. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์</li> <li>ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ <math>hf = W + E_{k_{\max}}</math></li> <li>การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ <math>E_{k_{\max}} = eV_s</math> และ <math>W = hf_0</math> ตามลำดับ</li> </ul>
	<p>12. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาครวมทั้งอธิบายและคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของ เดอบรอยล์ที่เสนอว่า อนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาค ตามสมการ <math display="block">\lambda = \frac{h}{p}</math></li> <li>จากความคิดของไอน์สไตน์และ เดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าว เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค</li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	13. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตาและแกมมา	<ul style="list-style-type: none"> <li>กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา</li> <li>การแผ่รังสีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ           <p>การสลายให้แอลฟา <math>{}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}</math></p> <p>การสลายให้บีตาลบ <math>{}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e</math></p> <p>การสลายให้บีตาบวก <math>{}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \nu_e</math></p> <p>การสลายให้แกมมา <math>{}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZX^* + \gamma</math></p> </li> </ul>
	14. อธิบาย และคำนวณ กัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้ง ทดลอง อธิบาย และคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จากสมการ <math>A = \lambda N</math></li> <li>ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ <math>N = N_0 e^{-\lambda t}</math> และ <math>T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}</math> ตามลำดับ</li> </ul>
	15. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> <li>ภายในนิวเคลียสมิแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส</li> <li>การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกัน ต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน ตามสมการ <math>E = (\Delta m)c^2</math></li> <li>นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพต่อนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ <math>\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}</math></li> </ul>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	16. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน และฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์</li> <li>ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแยกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า ส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น</li> <li>พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชันเรียกว่าพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ตามสมการ <math>E = (\Delta m)c^2</math></li> </ul>
	17. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี รวมทั้ง อันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้</li> </ul>
	18. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคแบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่าเรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม</li> <li>นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้ม ซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W-โบซอน และ Z-โบซอน</li> <li>อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน</li> <li>แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน</li> <li>การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการ</li> </ul>



ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>รักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วย การปล่อยโพซิตรอนในการวินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการ รักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์ คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัตถุอันตรายในสนามบิน</p>