7

พลังงานสำหรับมนุษย์และสังคม

7.1 หลักและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน

7.2 เชื้อเพลิงจากถ่านหินและฟอสซิล

7.3 ไฟฟ้าและกระบวนการผลิต

7.4 พลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ

7.5 พลังงานแสงอาทิตย์

บทนำ

มนุษย์รู้จักใช้พลังงานมาตั้งแต่โบราณ รู้จักที่จะเสาะแสวงหาพลังงานจากแหล่งพลังงานอื่นๆขึ้นมาใช้แทนพลังงานที่ตนมีอยู่ให้เพียงพอต่อความต้องการและวิวัฒนาการของเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์มีวิวัฒนาการของการใช้พลังงาน ซึ่งแต่เดิมมนุษย์รู้จักใช้พลังงานกล้ามเนื้อที่มีอยู่ในร่างกายช่วยในการทำงานต่างๆ ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไม้ของฟืน ใช้พลังงานลมทำให้เรือแล่นได้ ใช้พลังงานน้ำทำให้กังหันลมหมุน จนกระทั่งยุคหลังๆได้มีการใช้ ถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ ขึ้นมาใช้เป็นแหล่งพลังงานและเชื้อเพลิงมูลฐาน รวมถึงการใช้พลังงานจากอะตอมของธาตุต่างๆ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์และสังคม ทุกวันนี้ความต้องการพลังงานและเชื้อเพลิงของมนุษย์มีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนมนุษย์ที่มีมากขึ้น แต่พบว่าแหล่งพลังงานและเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในโลก เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ นั้น มีขีดจำกัด เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงการนำพลังงานและเชื้อเพลิงมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้อย่างประหยัดและคุ้มค่าที่สุด เพื่ออนุรักษ์แหล่งพลังงานและเชื้อเพลิงของโลกที่กำลังจะหมดไป ไว้ใช้ให้นานที่สุด พร้อมกันนั้นก็พยายามหาแหล่งพลังงานใหม่ๆขึ้นมาทดแทน เช่น จากชีวมวล อะตอม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าพลังงาน เคมี และสังคมมีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด

พลังงานมีหลายรูป ได้แก่

1. พลังงานเคมี (Chemical energy) เป็นพลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร หรือจากการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Chemical reaction) ดังเช่น การรวมตัวกันทางเคมีของโมเลกุลของสารทำให้เกิดความร้อนได้ ร่างกายคนเราจะมีพลังงานเกิดขึ้นด้วย โดยใช้พลังงานที่สะสมในอาหารที่เรารับประทาน อาหารมีส่วนประกอบทางเคมีหลายชนิด และไม่เพียงทำให้เรามีพลังงานที่สามารถทำงานได้ยังช่วยสร้างความเจริญเติบโตของร่างกายอีกด้วย น้ำตาลที่เรารับประทานสามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคส เมื่อถูกเผาไหม้ในร่างกาย จะเกิดพลังงานความร้อน พลังงานกล้ามเนื้อ และถูกเก็บสะสมในรูปของไกลโคลเจนในไขมัน รถยนต์ที่วิ่งอยู่บนท้องถนนก็ทำงานโดยใช้พลังงานเคมีที่มาจากน้ำมันปิโตรเลียม ไฟฉายก็เช่นเดียวกัน หลอดไฟฉายใช้พลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในแบตเตอรี่ทำให้ไฟสว่างขึ้นได้

2. พลังงานยืดหยุ่น (Elastic energy) เช่น พลังงานที่ถูกเก็บในสปริงที่สามารถทำงานได้เมื่อถูกกระทำ

3. พลังงานศักย์ (Potential energy) เป็นความสามารถในการทำงานที่ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง ถ้าวัตถุมวล m กิโลกรัม อยู่ที่ตำแหน่งความสูง h เมตร จะมีค่าพลังงานศักย์เป็น mgh โดยที่ g คือแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่า 9.8 กรัมต่อวินาที2 นั่นคือ

$$\textbf{Potential energy , PE} = \textbf{mgh}$$

เช่น ลูกบอลมวล 500 กรัม อยู่ที่ความสูง 2 เมตร จะมีค่าพลังงานศักย์

$$PE = 0.5\ kg \times 9.8\ m/sec^2 \times 2\ m$$

$$= 10 \text{ จูล (Joules, J)}$$

4. พลังงานจลน์ (Kinetic energy) เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่และขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ วัตถุใดๆ มีมวล m กิโลกรัม และเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v เมตรต่อวินาที จะมีพลังงานจลน์เกิดขึ้น ดังนี้

$$\textbf{Kinetic energy, KE} = \frac{1}{2}mv^2$$

เช่น พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอล เป็นต้น

5. พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear energy) เป็นพลังงานที่ถูกเก็บในนิวเคลียสของอะตอม อะตอมเป็นส่วนเล็กๆของธาตุ โครงสร้างภายในของอะตอมมีนิวเคลียส (ซึ่งประกอบด้วยนิวตรอนและโปรตอน) อยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนอยู่โดยรอบเป็นพลังงานที่ได้จากการแตกตัวของอะตอม การสลายตัวของนิวเคลียส และพลังงานการหลอมตัวของธาตุตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไป

6. พลังงานแสงและพลังงานเสียง (Light & Sound energy) เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งที่มีการส่งผ่านโดยคลื่น

7. พลังงานความร้อน (Thermal (Heat) energy) เป็นพลังงานที่สำคัญรูปหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของอะตอม ที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่ได้เร็ว ทำให้มีพลังงานความร้อนสูงด้วย

8. พลังงานไฟฟ้า (Electrical energy) พลังงานไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายแหล่ง เช่น จากแบตเตอรี เครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์

9. พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy) เป็นพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

7.1 หลักและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน

พลังงานเป็นคำหนึ่งที่ใช้กันมานาน แต่อาจทราบความหมายที่แท้จริงไม่ดีนัก ตามคำจำกัดความ พลังงาน (Energy) คือความสามารถของสิ่งต่างๆ ทำให้เกิดงาน ส่วน งาน (Work) เป็นผลที่ได้จากการเคลื่อนที่โดยอาศัยแรง และมีค่าเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะทางที่เกิดจากการเคลื่อนที่

$$\text{งาน (Work)} = \text{แรง (Force)} \times \text{ระยะทางที่เคลื่อนที่}$$

ดังเช่น การยกหนังสือขึ้น ต้านแรงดึงดูดของโลกเป็นงานที่เราทำ นั่นหมายถึง เราทำงานได้งานเกิดขึ้น (เป็นงานซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้เอง) และเป็นการใช้พลังงาน งานจึงเป็นเครื่องมือสำหรับวัดปริมาณของพลังงานที่ถูกใช้ในการสร้างงาน

พลังงานมีหน่วยในการวัด 2 ระบบ คือ

1. **BTU** (British thermal unit) หน่วยวัดในระบบอังกฤษ 1 BTU เป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮท์ (°F)

2. **Joules** (J) หน่วยวัดในระบบเอสไอ 1 จูล เป็นค่าประมาณของพลังงานที่ใช้ในการยกหนังสือหนัก 1 กิโลกรัม ขึ้นจากพื้น 10 เซนติเมตร

1000 จูล (J) = 1 กิโลจูล (kJ)

ความร้อน (Heat) เป็นรูปของพลังงานที่ถูกถ่ายเทจากที่ที่ร้อนกว่า (อุณหภูมิสูง) ไปยังที่เย็นกว่า (อุณหภูมิต่ำ) การวัดปริมาณพลังงานสำหรับนักเคมีแล้ว จะวัดค่าการเปลี่ยนแปลงความร้อนในระบบ โดยมีหน่วยเป็น แคลอรี (Calorie, cal) 1 แคลอรีเป็นปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส (°C) โดยที่ 1 cal เท่ากับ 4.184 J

1000 cal = 1 k cal = 1 C

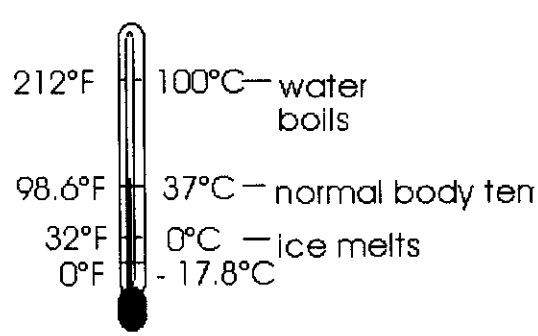
แคลอรีมักใช้กับพลังงานที่สะสมในอาหาร

อุณหภูมิ (Temperature) เป็นสมบัติของสสารที่ใช้บอกทิศทางการถ่ายเทความร้อน เมื่อมีวัตถุ 2 วัตถุมาใกล้กัน ความร้อนจะไหลจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (Celsius) ฟาเรนไฮน์ (Fahrenheit) และที่ใช้ในทางสาขาเคมีส่วนมากมักใช้เป็นเคลวิน (Kelvin) โดยแต่ละอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันดังนี้

เปลี่ยน $^{\circ}C$ ไปเป็น $^{\circ}F$: $^{\circ}F = 9/5\ ^{\circ}C + 32$

เปลี่ยน $^{\circ}F$ ไปเป็น $^{\circ}C$: $^{\circ}C = 5/9\ (^{\circ}F - 32)$

เปลี่ยน $^{\circ}C$ ไปเป็น K : $K = {}^{\circ}C + 273.15$



ในทางวิทยาศาสตร์มีความจริงประการหนึ่งว่า สสารไม่สูญหายไปจากโลกหรือพลังงานไม่สูญหายไปไหน ซึ่งเป็นที่มีของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน คือกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ (The First Law of Thermodynamics) หรือ เรียก **กฎทรงพลังงาน** (Conservation of energy) กล่าวว่า "พลังงานไม่อาจถูกสร้างหรือทำลายได้" พลังงานถูกถ่ายเทหรือเปลี่ยนรูปได้ พบว่าพลังงานของระบบจะมีค่าคงที่เสมอ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของเชื้อเพลิงและแหล่งพลังงานในโลก เช่น ถ่านหิน น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ มิได้เป็นเช่นนั้น นับวันจะหมดลงไปเรื่อยๆ ถึงแม้พลังงานมาจากแหล่งพลังงานต่างๆหลายชนิดก็ตาม แต่พบว่าปริมาณความต้องการพลังงานของมนุษย์มีไม่สิ้นสุด แม้ว่าพลังงานตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์นั้น พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปได้โดยผลรวมของพลังงานทุกรูปจะต้องมีตัวเลขคงที่ ไม่ว่าพลังงานจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในรูปใดก็ตาม แต่จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงานมีขอบเขตจำกัด การใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเป็นพลังงานในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ เมื่อถูกใช้ประโยชน์ไปแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้น้อยหรือใช้ไม่ได้อีก นั่นคือไม่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานที่ไม่ต้องการให้กลับมาเป็นพลังงานที่ต้องการได้ ทั้งนี้กระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานจะต้องเป็นไปตามกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

พลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปเดียวที่สามารถเกิดขึ้นได้จากพลังงานทุกรูป แต่การนำพลังงานความร้อนกลับมาเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นทำได้ยาก ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงพลังงานจะขึ้นอยู่กับความร้อนที่ถ่ายเทระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม และงาน (W) ที่เกิดขึ้น

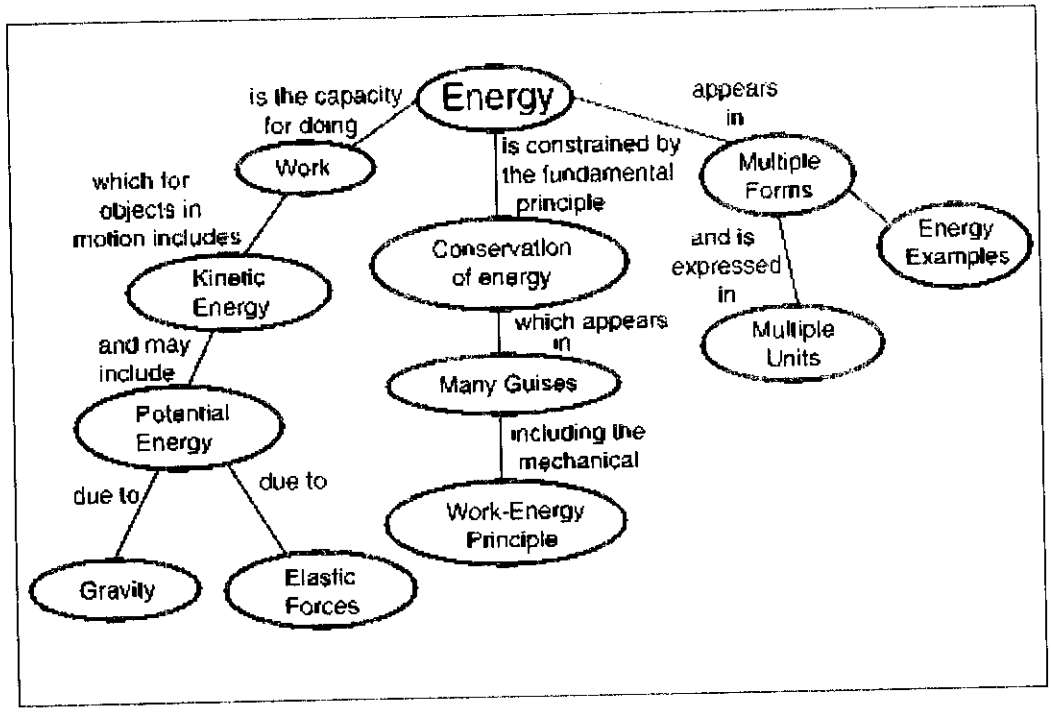
$$\Delta E = H + W$$

ΔE = พลังงานที่เปลี่ยนไป

H = ความร้อน

W = งาน

ในระบบปิด จะไม่มีการถ่ายเทพลังงานความร้อนเข้า-ออกระบบ พลังงานทั้งหมดคงที่ ทำให้พลังงานที่เปลี่ยนไป (ΔE) มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งจึงเป็น "กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์" ซึ่งจะทำให้เอ็นโทรปี (ความไม่เป็นระเบียบของระบบหรือความร้อน) เพิ่มขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่ง จะทำให้เอ็นโทรปีเพิ่มขึ้นถึงสูงสุด จึงมักกำหนดเอ็นโทรปีเป็นดัชนีของกาลเวลา เนื่องจากพลังงานความร้อนเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นได้ง่าย และผลของการเปลี่ยนแปลงพลังงานทำให้เอ็นโทรปีสูงขึ้น นับเป็นวิกฤติการณ์เอ็นโทรปี



ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (Efficiency of energy converters) เป็นเหตุผลที่ทำให้การตัดสินใจใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน เพราะสามารถบ่งบอกถึงการสูญเสียของพลังงานในรูปของพลังงานความร้อนได้ดี โดยที่

$$\text{Efficiency} = \frac{T_{hi} - T_{lo}}{T_{hi}}$$

T_{hi} = อุณหภูมิสูงสุด ที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอ (เคลวิน, K)

T_{lo} = อุณหภูมิต่ำสุด ที่ทำให้น้ำกลายของเหลว (เคลวิน, K)

เช่น การเผาไหม้ของถ่านหิน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 550°C และต่ำสุดที่ 30°C ดังนั้นจะมีค่า T_{hi} = 550°C +273 = 823 K และ T_{lo} = 30°C +273 = 303 K

$$\text{Efficiency} = \frac{T_{hi} - T_{lo}}{T_{hi}} = \frac{823 - 303}{823} = 0.63$$

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงพลังงานเป็น 0.63 หมายความว่าความร้อนจากการเผาไม้ถ่านหิน เพื่อทำให้เกิดงานมี 63% ตารางข้างล่างแสดง %Efficiency ของการเปลี่ยนรูปของพลังงานจากแหล่งพลังงานต่างๆ

Converter	Energy Type -> Energy Type	% Efficiency
Human body	chemical (glucose) -> mechanical (muscle)	20
Auto Engine (gasoline)	chemical -> thermal -> mechanical	25
Incandescent light bulb	Electrical -> light	5
Fluorescent light tube	Electrical -> light	22
Fuel cell	Chemical (H_2) -> electrical	50
Electrolysis cell	Electrical -> chemical (H_2)	65
Photovoltaic cell	light -> electrical	10
Modern gas furnace	Chemical -> heat	90
Heat pump	electric -> heat	68
Electric heater	electric -> heat	60
Electric motor	Electrical -> mechanical	70
Electric generator	Mechanical -> electrical	80
Fossil fuel power plant	Chemical -> thermal -> mechanical -> electrical	35
Nuclear power plant	nuclear -> thermal -> mechanical -> electrical	33

(Sources: Hinrichs, RA, *Energy*, Saunders p.47, 1992; Miller/Lygre, *Chemistry*, Wadsworth p. 186.)

เมื่อได้งานเกิดขึ้นจะเกิดการสูญเปล่าของความร้อนเสมอหลังจากพลังงานเปลี่ยนรูป ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานจึงต้องพิจารณาให้เหมาะสม ประหยัด และใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด

7.2 เชื้อเพลิงจากถ่านหินและฟอสซิล

มนุษย์นำถ่านหินมาใช้ในอุตสาหกรรมมาเป็นเวลาประมาณ 2000 ปี เพื่อทดแทนการใช้ฟืน เพื่อให้ได้พลังงานความร้อน โดยเริ่มใช้ในอุตสาหกรรมเหล็ก สำหรับถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิงมูลฐานที่เกิดจากการสะสมพลังงานเคมีของซากผุพังเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตในโลกนานนับล้านปี พบหลักฐานการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาศพในยุคทองสัมฤทธิ์

ถ่านหิน (Coal) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยคาร์บอน 85% มีสูตรโครงสร้างโดยประมาณเป็น $C_{135}H_{96}O_9NS$ นอกจากนั้นยังมีธาตุอื่นๆ ผสมอยู่ด้วย เช่น แคลเซียม อลูมิเนียม นิเกล สังกะสี ตะกั่ว ปรอท และอะเซนิก และสามารถแยกได้หลายประเภทตามปริมาณของคาร์บอนที่สะสมอยู่ ความชื้น และสารประกอบอื่นที่สามารถเปลี่ยนสภาพระเหยกลายเป็นไอได้ แบ่งได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ แอนทราไซค์ ไบทูมินัส ซับไบทูมินัส ลิกไนต์ และพีท ดังตารางข้างล่าง

พีท เป็นถ่านหินชนิดร่วน มีความแข็งน้อย ได้จากหนองน้ำตื้นๆ มีอายุการสะสมน้อย ใช้สำหรับปรับปรุงสภาพดินเพื่อการเพาะปลูก และใช้ในการทำเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศรัสเซีย

ลิกไนต์ เป็นถ่านหินที่มีสีน้ำตาล แตกเปราะง่าย ชนิดร่วน มีความแข็งน้อย

Table ***Classification, Composition, and Fuel Value of Various U.S. Coals[a]***

Fuel	State of Origin	Analysis, Weight % Before Drying: Moisture	Volatile Matter	Carbon	Ash	Heat Content (kJ/g)
Anthracite	PA	4.4	4.8	81.8	9.0	30.5
Bituminous						
Low volatile	MD	2.3	19.6	65.8	12.3	30.7
Medium volatile	AL	3.1	23.4	63.6	9.9	31.4
High volatile	OH	5.9	43.8	46.5	3.8	30.6
Subbituminous	WA	13.9	34.2	41.0	10.9	24.0
	CO	25.8	31.1	34.8	4.7	19.9
Lignite (brown coal)	ND	36.8	27.8	30.2	5.2	16.2
Peat	MS	—	—	—	—	13.
Wood[b]	—	—	—	—	—	10.4–14.1

[a]Most data from *Energy and the Future*, Table 1, A. L. Hammond, W. D. Metz, and T. H. Maugh II. © 1973, American Association for the Advancement of Science.
[b]Includes waste.
From J. W. Moore and E. A. Moore, *Environmental Chemistry*, p. 94, Academic Press, 1976. Used with permission of the authors.

ไบทูมินัส เป็นถ่านหินที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับให้ความร้อนในอาคารบ้านเรือน และทำเป็นก๊าซได้ เนื่องจากมีสารที่ระเหยได้ (Volatile) ปนอยู่ ถ่านหินชนิดดีรองลงมาจากไบทูมินัส คือ **ซับไบทูมินัส** แต่มีความชื้นสูงกว่า

แอนทราไซด์ เป็นถ่านหินที่มีความแข็งสูง มีองค์ประกอบของคาร์บอนสูง และปริมาณของซัลเฟอร์ (S) น้อย จึงมีการเผาไหม้ค่อนข้างสมบูรณ์ ให้เปลวไฟสีน้ำเงินและไม่มีควัน

ถ่านหินที่มีปริมาณคาร์บอนสูง จะให้พลังงานได้สูงเช่นเดียวกัน แม้ถ่านหินจะยังคงมีอยู่บนโลกในปริมาณมากและใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี แต่ปัจจุบันถ่านหินยังคงใช้แค่ในโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาของซัลเฟอร์ที่ไม่สามารถกำจัดออกได้และสถานะที่เป็นของแข็งยากแก่การส่งลำเลียงและการกลั่น ประโยชน์ที่ได้จากถ่านหินนอกเหนือจากใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว ยังสามารถนำผลพลอยได้อื่นไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น

- ครีโอโซท (Creosote) ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค ใช้ทาป้องกันการผุกร่อนของเนื้อไม้

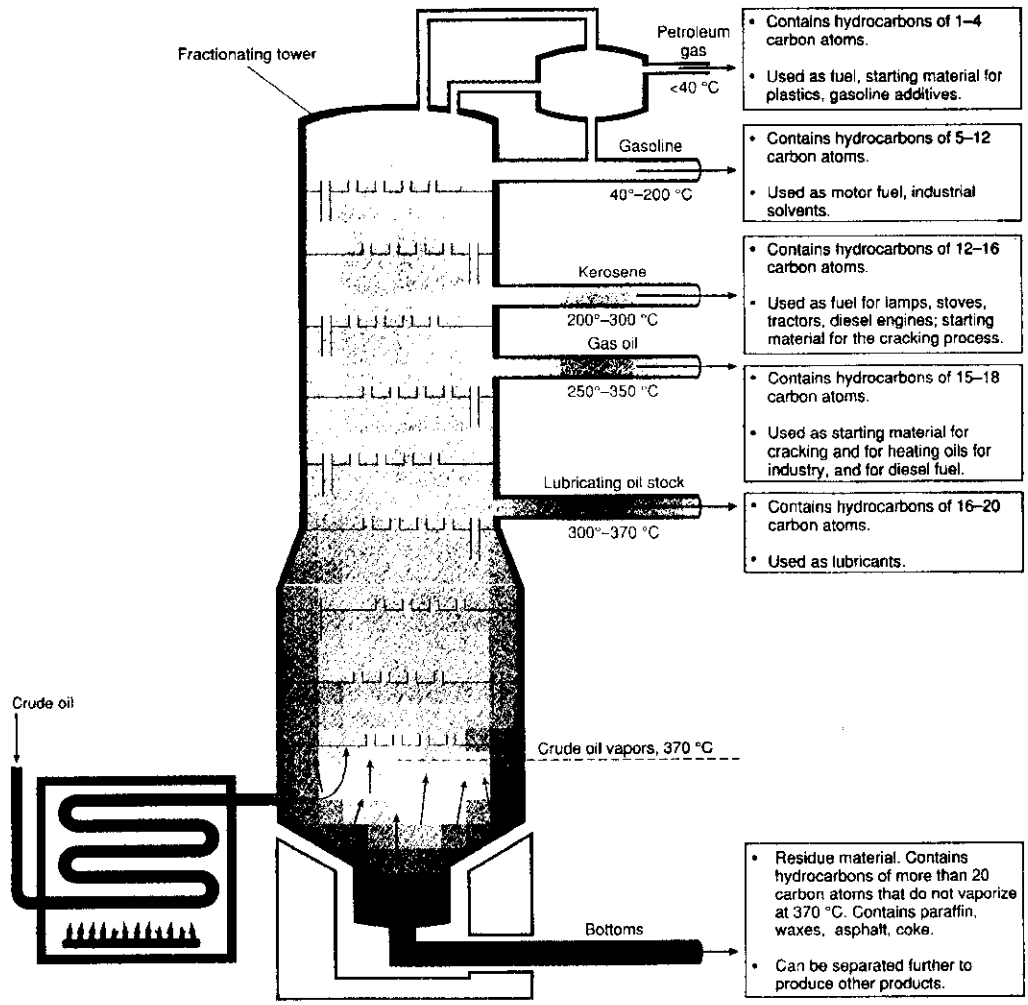
- เบนซีน สำหรับทำพลาสติก สีย้อมผ้า น้ำหอม ตัวทำละลาย
- แอมโมเนีย ใช้ทำปุ๋ย กรดไนตริก และวัตถุระเบิด
- ก๊าซถ่านหิน (Coal Gas) ส่วนใหญ่เป็นก๊าซผสมของก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซมีเทน นำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้า

ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) เป็นก๊าซที่มักพบใกล้กับแหล่งที่มีน้ำมันปิโตรเลียม การทับถมของพืชและสัตว์เป็นเวลานานๆ ภายใต้ความดันและความร้อน ทำให้เกิดเป็นน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติได้ สมบัติของก๊าซธรรมชาติ ไม่มีสีและกลิ่น ดังนั้นหลังจากที่กลั่นแล้ว จึงจำเป็นต้องเติมกลิ่นเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากการรั่วไหลของก๊าซ ก่อนส่งผ่านท่อเพื่อเก็บ ในการกลั่นก๊าซดิบจะแยกส่วนของสารไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) และสารอนินทรีย์ (non-hydrocarbon) ออกจากกัน ปกติสารที่เป็นไฮโดรคาร์บอนในก๊าซธรรมชาติจะเป็นสารผสมของก๊าซมีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน และเพนเทน ส่วนก๊าซที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฮีเลียม ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ และไนโตรเจน

ก๊าซธรรมชาติเหลว (Natural gas liquids) ได้มาจากการแยกสารผลิตภัณฑ์ของก๊าซธรรมชาติ และขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของสารผลิตภัณฑ์จากน้ำมันดิบหรือก๊าซธรรมชาติที่รวมกันอยู่ด้วย ซึ่งจะมีองค์ประกอบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิด (โพรเพน บิวเทน และเพนเทน) ซึ่งส่วนประกอบบิวเทนและโพรเพนนั้นทำให้คล้ายกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquid petroleum Gas, LPG)

ก๊าซธรรมชาติพบมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานสูง สะดวกในการขนส่งเนื่องจากลำเลียงผ่านท่อได้สะดวก แต่มีความจำกัดเรื่องการจำหน่ายและเทคโนโลยีที่สนับสนุนมีน้อย

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเคมีของก๊าซธรรมชาติได้แก่ หมึก กาว สารเติมแต่งสี สารป้องกันการแข็งตัว การสังเคราะห์ยาง พลาสติก ไนลอน ยาฆ่าแมลง สารซักฟอก และตัวทำละลาย เป็นต้น



น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum) เป็นของเหลวที่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ให้พลังงานได้สูงกว่าก๊าซธรรมชาติ ทุกวันนี้น้ำมันปิโตรเลียมเข้ามามีบทบาทมากในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำนวนมาก และยังมีปริมาณของซัลเฟอร์ต่ำ การแยกสารประกอบของปิโตรเลียมใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วน

(distillation) โดยอาศัยจุดเดือดที่แตกต่างกัน ทำให้กลั่นได้โดยใช้ความร้อนและความดันช่วยในการควบแน่น ดังรูป

เมื่อผ่านน้ำมันดิบ (crude oil) ในเตาเผา ทำให้สารที่มีจุดเดือดต่ำ (มีปริมาณของคาร์บอนน้อย) จะกลายเป็นไอ และถูกควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งในแต่ละขั้น เมื่อกลั่นออกมาจะได้สารหลายชนิดดังตาราง ทั้งก๊าซ (ก๊าซมีเทน) ของเหลว (น้ำมันเบนซิน , gasoline และน้ำมันก๊าด, kerosene) ของแข็ง (แว็ก) และแอสฟัลต์ ทำให้ประโยชน์การใช้งานของปิโตรเลียมมีมากทั้งในครัวเรือนและอุตสาหกรรม สะดวกในการขนส่งเนื่องจากเป็นของเหลว และไม่ฟุ้งกระจายเหมือนก๊าซธรรมชาติ

Crude Oil Refining

Distillate Fraction	Boiling Point (°C)	Carbon Atoms per Molecule
Gases	below 30	1-4
Gasoline	30-210	5-12
Naphtha	100-200	8-12
Kerosene & Jet Fuel	150-250	11-13
Diesel & Fuel Oil	160-400	13-17
Atmospheric Gas Oil	220-345	
Heavy Fuel Oil	315-540	20-45
Atmospheric Residue	over 450	over 30
Vacuum Residue	over 615	over 60

สำหรับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเผาไหม้กับออกซิเจนเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์และให้พลังงานออกมาได้ ดังเช่น การเผาไหม้ของก๊าซมีเทน (CH_4)

$$CH_4(g) + 2\,O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(g) + \text{พลังงาน}$$

แหล่งพลังงานในประเทศไทยได้แก่

- พลังงานสมัยใหม่ เช่น ปิโตรเลียม(น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และคอนเดนเสท) ถ่านลิกไนต์ พลังน้ำ
- พลังงานธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ และลม เป็นต้น

สำหรับเชื้อเพลิงและพลังงานที่ต้องนำเข้าได้แก่ น้ำมันดิบ น้ำมันสำเร็จรูป ถ่านหิน ไฟฟ้า ฟืน และถ่าน ส่วนเชื้อเพลิงที่ประเทศไทยสามารถส่งออกได้คือ คอนเดนเสท น้ำมันเตา น้ำมันเครื่องบิน เป็นต้น

7.3 ไฟฟ้าและกระบวนการผลิต (Electricity and Process)

ปัจจุบันไฟฟ้ากลายเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิต ดังนั้นความต้องการพลังงานไฟฟ้า จึงมีมากขึ้นเรื่อยๆ จึงได้มีการวางแผนเพื่อพัฒนาไฟฟ้าขึ้น โดยอาศัยหลักการทางวิชาการทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ มาเป็นแนวทางการผลิตไฟฟ้า เพื่อให้เกิดผลการลงทุนอย่างประหยัดและได้ผลตอบแทนมากที่สุด มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และให้ปริการแก่ผู้ใช้อย่างดีที่สุด พลังงาน ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานอื่น เพื่อให้เกิดเป็นพลังงานกล

ไฟฟ้า (Electricity) มาจากภาษากรีกว่าอิเล็กตรอน (Electron) สสารทุกชนิดประกอบด้วยอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเป็นองค์ประกอบ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วลบไปขั้วบวกทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้น อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่มีประจุลบ จึงมีสนามไฟฟ้าโดยรอบ *กำลังไฟฟ้า* (Electric power) หมายถึงการไหลของพลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น จูลต่อวินาที (J/sec) หรือ วัตต์ (Watt) สำหรับ ศักย์ไฟฟ้า (Electric potential) หรือ โวลท์ (Volt) เป็นค่าที่ได้จากวัดสนามไฟฟ้า

*เครื่องกำเนิดไฟฟ้า*เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ เมื่อต้นศตวรรษที่ 19 คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรงเรียกว่า ไดนาโม (Dynamo) เครื่องไดนาโมจะผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งไหลในทิศทางเดียวเท่านั้น (จากขั้วลบไปขั้วบวก) กระแสไฟฟ้าชนิดนี้ เรียกว่า ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current, DC) การส่งกระแสตรงมักจะเกิดการสูญเสียไปในระยะทางไกลๆ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกชนิดคือชนิดกระแสสลับเรียกว่า อัลเตอร์เนเตอร์ (Alternator) กระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นกระแสสลับ (Alternating current, AC) มีการสูญเสียน้อยกว่ามาก เพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะส่งผ่านกระแสออกมาครั้งแรกในทิศทางหนึ่ง และต่อมาในอีกทิศทางหนึ่ง กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วไฟฟ้าสลับกันตลอดเวลาอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนทิศทางการไหลแต่ละครั้งเรียกว่าไซเคิล (Cycle) ปกติไฟฟ้ากระแสสลับที่ผลิตออกมาเป็นระบบ 50 ไซเคิลต่อวินาที จึงไม่สามารถมองเห็นว่าหลอดไฟฟ้ากระพริบเป็นจำนวน 50 ครั้งต่อวินาที สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ ซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส โดยเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ตามโรงไฟฟ้าจะเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟสทั้งหมด เนื่องจากสามารถผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นสามเท่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 1 เฟส โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งจะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกนโรเตอร์ที่ทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอน (Silicon Steel Sheet) ขนาดหนาประมาณ 0.35-0.5 มิลลิเมตร นำมาอัดแน่นโดยระหว่างแผ่นเหล็กซิลิคอนจะมีฉนวนเคลือบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในแกนเหล็กของโรเตอร์จะได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากเอ็กไซเตอร์ (Excitor) เพื่อทำหน้าที่ในการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น อีกส่วนหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือส่วนที่อยู่กับที่ เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) ภายในร่องแกนสเตเตอร์ มีขดลวดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอัด

แน่นเช่นเดียวกับโรเตอร์ฝังอยู่ อาศัยหลักการของการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กผ่านลวดตัวนำ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สเตเตอร์และนำแรงดันไฟฟ้านี้ไปใช้ต่อไป อุปกรณ์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ คือ เอ็กไซเตอร์ อยู่แกนเดียวกับโรเตอร์ ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้แก่โรเตอร์ (D.C. Exciting Current) เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นบนโรเตอร์ ชนิดของเอ็กไซเตอร์จะเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง หรืออาจจะใช้แบบกระแสสลับ แล้วผ่านวงจรแปลงไฟฟ้าให้เป็นกระแสตรงก่อนป้อนเข้าสู่โรเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่มักจะใช้เอ็กไซเตอร์ชนิดหลังเป็นส่วนมาก การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถกระทำได้โดยการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์สร้างขึ้นด้วยการปรับกระแสไฟฟ้าตรงที่ป้อนให้กับโรเตอร์ ส่วนความถี่ของไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความเร็วรอบที่โรเตอร์หมุน ยิ่งหมุนรอบมากความถี่ไฟฟ้าก็จะยิ่งสูง และจำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์ ยิ่งมีขั้วมากเท่าไร ความถี่ไฟฟ้าก็จะมากขึ้นตาม ซึ่งพอสรุปออกมาได้ดังสมการ

$$n = \frac{120 \times f}{P}$$

f = ความถี่ไฟฟ้า (เฮิร์ต)

n = ความเร็วรอบในการหมุน (รอบต่อวินาที)

p = จำนวนขั้วแม่เหล็ก (ขั้ว)

ด้านประสิทธิภาพ มิใช่อยู่ที่ตัว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น ต้องควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้ได้ระดับแรงดันและความถี่อยู่ในเกณฑ์กำหนดด้วย ดังนั้น ความเร็วรอบหมุนและสนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นบนโรเตอร์จึงต้องได้รับการควบคุมอยู่เสมอ โดยจะมีตัวโกเวอร์เนอร์ (Governor) ควบคุมความเร็วรอบให้คงที่ ถ้าความเร็วรอบลดลงก็จะส่งสัญญาณไปยังแหล่งต้นกำลังงาน ให้เพิ่มกำลังในการหมุนมากขึ้นเพื่อเข้าสู่สภาวะปกติต่อไป

พลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งพลังงานหลายแหล่ง และเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานหลายรูปอีกด้วย เช่น

พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

พลังงานเคมี → พลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย เซลล์แห้งและเซลล์เชื้อเพลิง

พลังงานความร้อน → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

พลังงานแสงอาทิตย์ → พลังงานไฟฟ้า เซลล์สุริยะ/เซลล์แสงอาทิตย์

ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ตามอาคารบ้านเรือนในปัจจุบันเกิดจากการเหนี่ยวนำของอำนาจแม่เหล็กโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การหมุนของไดนาโมเกิดจากเครื่องจักร เครื่องยนต์ ที่ได้พลังงานมาจากแหล่งต่างๆ เช่น เครื่องจักรไอน้ำ เครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น

แหล่งผลิตไฟฟ้า ไฟฟ้าไม่ใช่แหล่งพลังงาน แต่เป็นเพียงพลังงานแปรรูปที่สะอาด และใช้ได้สะดวกรูปหนึ่งเท่านั้น สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่นๆได้ง่าย เช่น แสงสว่าง เสียง ความร้อน พลังงานกล เป็นต้น ทั้งยังสามารถส่งไปยังระยะทางไกลได้อย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ไฟฟ้ามีความเร็วใกล้เคียงกับแสง ในระยะทาง 100 กิโลเมตร ใช้เวลาเพียง 1 ใน 3,000 วินาที ดังนั้นจึงส่งไปถึงผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา สำหรับแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่แท้จริง ก็คือ พลังที่นำมาใช้ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตลอดเวลาหากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดหมุน การผลิตไฟฟ้าจะหยุดไปด้วย การผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. **ประเภทไม่ใช้เชื้อเพลิง**

1.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากน้ำในอ่างเก็บน้ำ หรือจากลำห้วยที่อยู่ในระดับสูงๆ

1.2 โรงไฟฟ้าพลังงานธรรมชาติจากต้นพลังงานที่ไม่หมดสิ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ

2. ประเภทใช้เชื้อเพลิง

2.1 โรงไฟฟ้าพลังงานธรรมชาติจากต้นพลังงานที่ไม่หมดสิ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ

2.2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซลมาสันดาปทำให้เกิดพลังงานกลต่อไป โรงไฟฟ้าประเภทนี้ ได้แก่

- โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล
- โรงไฟฟ้าดีเซล ใช้น้ำมันดีเซล

โรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เป็นการนำทรัพยากรน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยความเร็วและแรงดันสูงมาหมุนกังหันน้ำ

ลักษณะการทำงาน

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย โรงไฟฟ้าชนิดนี้ใช้น้ำในลำน้ำธรรมชาติเป็นพลังงานในการเดินเครื่อง โดยวิธีสร้างเขื่อนปิดกั้นแม่น้ำไว้ เป็นอ่างเก็บน้ำ ให้มีระดับอยู่ในที่สูงจนมีปริมาณน้ำ และแรงดันเพียงพอที่จะนำมาหมุนเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้าท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่าได้ กำลังผลิตติดตั้งและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าชนิดนี้ จะเพิ่มเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันและปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องกังหันน้ำ

มีขั้นตอนดังนี้

1. น้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ในระดับสูงกว่าโรงไฟฟ้าทำให้มีแรงดันน้ำสูง
2. ปล่อยน้ำในปริมาณที่ต้องการเข้ามาตามท่อส่งน้ำ เพื่อส่งไปยังอาคารโรงไฟฟ้าที่อยู่ต่ำกว่า
3. น้ำจะไหลเข้าเครื่องกังหันน้ำ ผลักดันใบพัดทำให้กังหันน้ำหมุน
4. เพลาของเครื่องกังหันน้ำต่อกับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้โรเตอร์หมุน เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้พลังงานไฟฟ้าออกมาใช้งาน

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบ่งตามลักษณะการบังคับน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ 4 แบบ คือ

1. โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี(Run-of-river Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบนี้ไม่มีอ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้าจะผลิตไฟฟ้าโดยการใช้น้ำที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำ หากน้ำมีปริมาณมากเกินไปกว่าที่โรงไฟฟ้าจะรับไว้ได้ก็ต้องทิ้งไป ส่วนใหญ่โรงไฟฟ้าแบบนี้จะอาศัยติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทานซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปีจากการกำหนดกำลังผลิตติดตั้งมักจะคิดจากอัตราการไหลของน้ำประจำปีช่วงต่ำสุดเพื่อที่จะสามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ตัวอย่าง

ของโรงไฟฟ้าชนิดนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าที่เขื่อนผันน้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท และเขื่อนผันน้ำวชิราลงกรณ์ จังหวัดกาญจนบุรี

2. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (Regulating Pond Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่สามารถบังคับการไหลของน้ำได้ในช่วงสั้นๆ เช่น ประจำวัน หรือประจำสัปดาห์ การผลิตไฟฟ้าจะสามารถควบคุมให้สอดคล้องกับความต้องการได้ดีกว่าโรงไฟฟ้าแบบ (Run-of-river) แต่อยู่ในช่วงเวลาที่จำกัดตามขนาดของอ่างเก็บน้ำ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี และโรงไฟฟ้าขนาดเล็กบ้านสันติ จังหวัดยะลา

3. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่และสูงกั้นขวางลำน้ำไว้ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ โรงไฟฟ้าแบบนี้นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงตลอดปี โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ส่วนมากในประเทศไทยจัดอยู่ในโรงไฟฟ้าประเภทนี้

4. โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Hydro Plant)

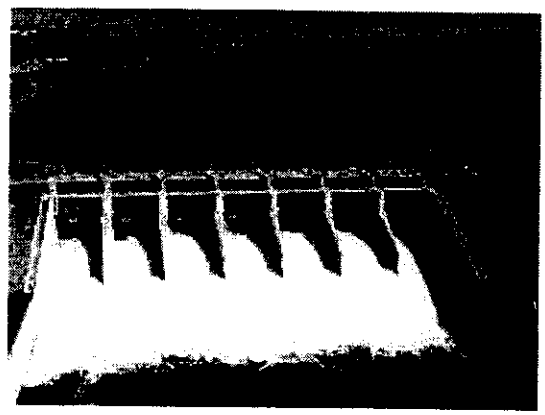
โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเครื่องสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมาแล้ว นำกลับขึ้นไป เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก ประโยชน์ของโรงไฟฟ้าชนิดนี้เกิดจากการแปลงพลังงานที่เหลือใช้ในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำเช่นเวลาเที่ยงคืน นำไปสะสมไว้ในรูปของการเก็บน้ำในอ่างน้ำเพื่อที่จะสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง เช่น เวลาหัวค่ำ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าแบบนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ได้หน่วยที่ 4 ซึ่งสามารถสูบน้ำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ได้

ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

1. เขื่อนเก็บกักน้ำ ทำหน้าที่เก็บกักน้ำในลำน้ำไว้เป็นอ่างเก็บน้ำให้มีปริมาณ และระดับน้ำสูงพอที่จะใช้ในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ 5 ประเภท คือ

1.1 เขื่อนหิน เขื่อนชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีดินฐานรากที่แข็งแรงมาก วัสดุที่ใช้เป็นตัวเขื่อนประกอบด้วยหินถมที่หาได้จากบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง เป็นส่วนใหญ่ มีผนังกันน้ำซึมอยู่ตรงกลางแกนเขื่อน หรือด้านหน้าหัวเขื่อน โดยวัสดุที่ใช้ทำผนังกันน้ำซึมอาจจะเป็นดินเหนียว คอนกรีตหรือวัสดุกันซึมอื่นๆ เช่น ยางแอสฟัลท์ก็ได้ ตัวอย่างเขื่อนชนิดนี้ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนเขาแหลม และเขื่อนบางลาง เป็นต้น

1.2 เขื่อนดิน มีสมบัติและลักษณะในการออกแบบคล้ายคลึงกับเขื่อนหิน แต่วัสดุที่ใช้ถมตัวเขื่อนมีดินเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างเขื่อนชนิดนี้ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนสิริกิตติ์ เขื่อนแก่งกระจาน และเขื่อนแม่ขัด เป็นต้น



รูปที่ 7.1 เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เป็นเขื่อนดินแห่งหนึ่ง

1.3 เขื่อนคอนกรีตแบบกราวิตี เขื่อนชนิดนี้ใช้ก่อสร้างในที่ตั้งที่มีหินฐานรากเป็นหินที่ดีมีความแข็งแรง การออกแบบตัวเขื่อนเป็นคอนกรีตที่มีความหนาและน้ำหนักมากพอที่จะต้านทานแรงดันของน้ำ หรือแรงดันอื่นๆได้ โดยอาศัยน้ำหนักของตัว

เขื่อนเอง รูปตัดของตัวเขื่อนมักจะเป็นรูปสามเหลี่ยมเป็นแนวตรงตลอดความยาวของตัวเขื่อน

1.4 เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง มีคุณสมบัติที่จะต้านแรงดันของน้ำและแรงภายนอกอื่นๆ โดยความโค้งของตัวเขื่อน เขื่อนแบบนี้เหมาะที่จะสร้างในบริเวณหุบเขาที่มีลักษณะเป็นรูปตัว U และมีหินฐานรากที่แข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบเขื่อนแบบนี้กับเขื่อนแบบกราวิตี เขื่อนแบบนี้มีรูปร่างแบบบางกว่ามากทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่าเขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง แต่ข้อเสียของเขื่อนแบบนี้ คือการออกแบบและการดำเนินการก่อสร้างค่อนข้างยุ่งมาก มักจะต้องปรับปรุงฐานรากให้มีความแข็งแรงขึ้นด้วย เขื่อนภูมิพลซึ่งเป็นเขื่อนขนาดใหญ่แห่งแรกในประเทศไทย มีลักษณะผสมระหว่างแบบกราวิตีและแบบโค้ง ซึ่งให้ทั้งความแข็งแรงและประหยัด

1.5 เขื่อนกลวงหรือเขื่อนครีบ เขื่อนกลวงมีโครงสร้างซึ่งรับแรงภายนอก เช่น แรงดันของน้ำ ที่กระทำต่อผนังกั้นน้ำที่เป็นแผ่นเรียบหรือครีบ (Buttress) ที่รับผนังกั้นน้ำและถ่ายแรงไปยังฐานราก เขื่อนประเภทนี้มักจะเป็นเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็กใช้วัสดุก่อสร้างน้อย โดยทั่วไปแล้วเป็นเขื่อนที่ประหยัดมาก แต่ความปลอดภัยของเขื่อนประเภทนี้มีน้อยกว่าเขื่อนกราวิตี เนื่องจากมีความแข็งแรงน้อยกว่า ด้วยเหตุนี้จึงไม่ค่อยมีผู้นิยมสร้างเขื่อนประเภทนี้มากนัก

2. เครื่องกังหันน้ำ (Hydro Turbine) ทำหน้าที่รับน้ำจากอ่างเก็บน้ำมาหมุนเครื่องกังหันน้ำซึ่งต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันน้ำจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ กับ กังหันน้ำทั้ง 2 ประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน

2.1 กังหันน้ำประเภท Reaction ที่ใช้กันแพร่หลายอยู่ทั่วไป คือ แบบ Francis และ Kaplan

2.2 กังหันน้ำประเภท Impulse นั้นแบบที่สำคัญและเป็นที่รู้จักกันดีว่าแบบอื่น ๆ ก็คือ กังหันน้ำแบบ Pel

คุณสมบัติที่แตกต่างกันของกังหันน้ำ

	กังหันน้ำ Reaction	กังหันน้ำ Impulse
1. น้ำที่เข้าไปหมุน Runner	ท่วม	ไม่ท่วม
2. ความกดดันของน้ำที่เข้าไปดันใบกังหันของ Runner	สูงกว่าบรรยากาศ	เท่าบรรยากาศ
3. น้ำที่เข้าไปสู่ Runner	เต็มทุกช่องพร้อมกัน	เป็นจุดๆ
4. พลังงานที่น้ำถ่ายเทให้แก่ Runner	เป็นพลังงานจลน์และพลังงานศักย์	เป็นพลังงานจลน์อย่างเดียว

3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator) จำแนกตามความเร็วรอบและขนาดอย่างกว้างๆ ได้ดังต่อไปนี้ (ความถี่มาตรฐาน 50 ไซเกิลวินาที)

3.1 เครื่องความเร็วรอบสูงขนาดเล็ก คือ ขนาด 200 – 2,000 เควี เอ. หมุน 1,000 – 750 รอบต่อนาที (หรืออาจต่ำกว่านี้) ส่วนมากเป็นชนิดเพลานอน (Horizontal Shaft) ต่อตรงกับกังหันน้ำประเภท Impulse บางทีอาจเป็นชนิดเพลาตั้ง (Vertical Shaft) ต่อตรงหรือขับด้วยเกียร์จากกังหันรอบช้า ในบางโอกาสอาจใช้กับกังหันน้ำประเภท Reaction

3.2 เครื่องความเร็วรอบสูงขนาดใหญ่ คือขนาด 3,000 – 100,000 เควี เอ. หรือสูงกว่านี้หมุน 750 – 333 รอบต่อนาที มีทั้งชนิดเพลานอนและเพลาตั้ง เหมาะกับกังหันน้ำประเภท Impulse หรือ Reaction

3.3 เครื่องความเร็วรอบต่ำขนาดเล็ก คือ ขนาด 200 – 2,00 เควีเอ หมุน 250 รอบต่อนาทีลงมา จนถึงขนาด 5,000 หรือ 10,000 เควี หมุน 125 รอบต่อนาทีลงมา ส่วนมากเป็นชนิดเพลาตั้ง เหมาะกับกังหันน้ำแบบ Francis และ Kaplan

3.4 เครื่องความเร็วรอบต่ำขนาดใหญ่ คือ ขนาด 5,000 – 250,000 เค วีเอ. หมุนหรือสูงกว่านี้ หมุน 250 – 75 รอบต่อนาที เป็นเครื่องชนิดเพลาตั้ง เหมาะกับกังหันน้ำแบบ Francis และ Kapla

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Neclear Power Plant)

เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งได้ความร้อนจากปฏิกิริยาฟิชชัน โดยใช้อนุภาคนิวตรอนยิงในนิวเคลียสของเชื้อเพลิง (ยูเรเนียม) ภายใต้การควบคุมในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ความร้อนที่ได้นำไปต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำ ไปหมุนกังหันที่ต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีหลายประเภท เช่น *โรงไฟฟ้าแบบความดันสูง* ใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นตัวระบายความร้อนและสารหน่วงนิวตรอน

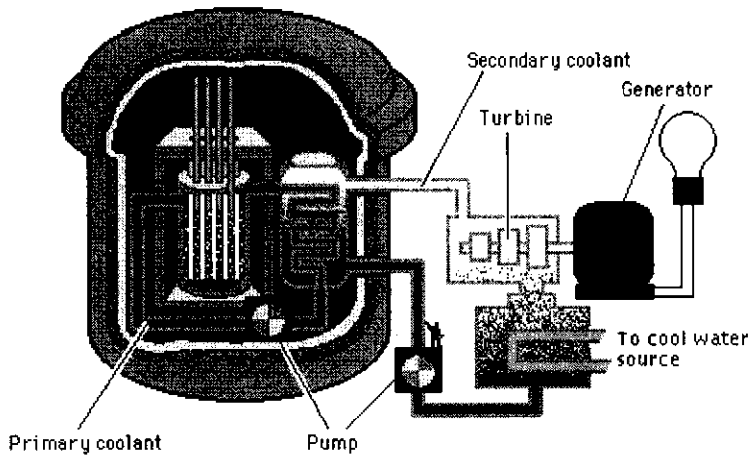
ส่วนประกอบสำคัญ

ระบบผลิตไอน้ำ ความร้อนจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู จะถูกส่งไปยังเครื่องผลิตไอน้ำ เพื่อป้อนสู่ระบบผลิตไฟฟ้า

ระบบผลิตไฟฟ้า ไอน้ำที่ถูกส่งผ่านเข้ามา จะไปหมุนกังหันเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ระบบความปลอดภัย เมื่อเกิดความเสียหายที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่น มีการสูญเสียน้ำในระบบหล่อเย็น จะมีการทำงานอัตโนมัติของระบบฉีดน้ำหล่อเย็นทันที

อาคารปฏิกรณ์ เป็นอาคารที่สามารถป้องกันรังสีแพร่กระจาย และควบคุมเหตุการณ์ภายหลังเกิดอุบัติเหตุ



การผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันเป็นการผลิตร่วมกันของโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ เชื่อมโยงระบบส่งไฟฟ้าด้วยสายส่งไฟฟ้า โดยมีศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า คอยควบคุมระบบการผลิตและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ทำให้สามารถเสริมกำลังผลิตแก่กันได้ เนื่องจากโรงไฟฟ้าแต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่นโรงไฟฟ้าพลังน้ำสามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็ว มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำ เพราะไม่เสียค่าเชื้อเพลิง แต่ต้องใช้ประโยชน์จากด้านอื่นๆ อีก จึงมีข้อจำกัดในด้านปริมาณและเวลาที่ใช้ ส่วนเครื่องกังหันแก๊สสามารถเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าได้รวดเร็ว แต่เสียค่าเชื้อเพลิงสูงมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง แต่มีข้อดีคือ สามารถสร้างให้มีกำลังผลิตสูงได้จากคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เมื่อว่างแผนจัดการผลิตไฟฟ้าแบบต่างๆ อย่างมีระบบแล้ว ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยไม่สูงเกินไป โดยมีการวางแผนการผลิตเป็นรายปี รายเดือน และแผนฉุกเฉิน ทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

โรงไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน (Alternative Energy)

พลังงานทดแทนในที่นี้หมายถึงพลังงานใดๆที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนแหล่งพลังงานประเภทสิ้นเปลือง ซึ่งมีการสะสมตามธรรมชาติและใช้หมดไป (เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ยูเรเนียม หินน้ำมัน ฯ) พลังงานทดแทนภายในประเทศซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า **พลังงานหมุนเวียน** มีอาทิ เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ น้ำ พืช วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ขยะ ฯ เนื่องจากพลังงานทดแทนดังกล่าวมีลักษณะ กระจายอยู่ตามธรรมชาติและไม่มีความสม่ำเสมอ การลงทุนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ผลิตไฟฟ้าจึงสูงกว่าการนำมาใช้ประโยชน์ จากแหล่งประเภทน้ำมัน ถ่านหิน ฯลฯ อย่างไรก็ตามเมื่อพลังงานจากแหล่งสะสม ร่อยหรอลง ความเป็นไปได้ในการนำแหล่งพลังงานทดแทน มาใช้ประโยชน์ผลิตไฟฟ้าก็มีมากขึ้น ดังนั้นประเทศไทยจึงมีการดำเนินการศึกษา ติดตาม และทดลองด้านพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเป็นการเตรียมให้พร้อมไว้เมื่อถึงสภาวะจำเป็น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาและวิจัยการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานธรรมชาติต่างๆ เช่น น้ำขึ้น-น้ำลง ความร้อนจากทะเล พลังคลื่น พลังงานรวมตัว (Fusion) พลังงานสุริยะ เป็น

พลังงานจากแสงอาทิตย์

ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ ในเกณฑ์สูงพลังงานโดยเฉลี่ยซึ่งรับได้ทั่วประเทศประมาณ 4 ถึง 4.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประกอบด้วยพลังงานจากรังสีตรง (Direct Radiation) ประมาณร้อยละห้าสิบ ส่วนที่เหลือเป็นพลังงานรังสีกระจาย (Diffused Radiation) ซึ่งเกิดจากละอองน้ำในบรรยากาศ (เมฆ) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าบริเวณที่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรออกไปทั้งแนวเหนือ - ใต้

พลังงานลม

พลังงานลมในภูมิภาคนี้ของโลกจัดอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง อย่างไรก็ตาม ในบางพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวฝั่งทะเลอันดามันและด้านทะเลจีน (อ่าวไทย) มีพลังงานลมที่อาจนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะพลังงานกล (กังหันสูบน้ำ กังหันผลิตไฟฟ้า) ได้ ความเข้มพลังงานลมที่ประเมินไว้ได้อยู่ระหว่าง 20 ถึง 50 วัตต์ต่อตารางเมตร จากมหาสมุทรอินเดียทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในระหว่างฤดูมรสุม และจากทางประเทศจีนทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างฤดูหนาว

ลมเป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานลมมานานแสนนานในการอำนวยความสะดวกสบายแก่ชีวิต และการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมก็ยังคงดำเนินอยู่ตราบจนทุกวันนี้

งานศึกษาและทดลองใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้า พบว่าความเร็วลมในประเทศไทยโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง-ต่ำ คือต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที บริเวณที่มีความเร็วสูงสุดอยู่แถวชายฝั่งและเกาะต่างๆในอ่าวไทย และทางภาคใต้ สถานที่น่าสนใจในการทดลองใช้พลังงานลม คือ แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ย 5 เมตร/วินาที

พลังงานความร้อนใต้พิภพ

พลังงานความร้อนใต้พิภพคือ พลังงานธรรมชาติที่เกิดจากความร้อน ที่ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ผิวโลก โดยปกติแล้ว อุณหภูมิภายใต้ผิวโลกจะเพิ่มขึ้น ตามความลึก กล่าวคือยิ่งลึกลงไป อุณหภูมิจะยิ่งสูงขึ้น และในบริเวณส่วนล่างของ ชั้นเปลือกโลก (Continental Crust) หรือที่ความลึกประมาณ 25-30 กิโลเมตร อุณหภูมิจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์

เฉลี่ย ประมาณ 250 ถึง 1,000 °C ในขณะที่ตรงจุดศูนย์กลางของโลก อุณหภูมิอาจจะสูงถึง 3,500 ถึง 4,500 °C

พลังงานความร้อนใต้พิภพ มักพบในบริเวณที่เรียกว่า Hot Spots คือ บริเวณที่มีการไหล หรือแผ่กระจาย ของความร้อน จากภายใต้ผิวโลกขึ้นมาสู่ผิวดินมากกว่าปกติ และมีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความลึก (Geothermal Gradient) มากกว่าปกติประมาณ 1.5-5 เท่า เนื่องจากในบริเวณดังกล่าว เปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ ทำให้เกิดรอยแตกของชั้นหิน ปกติแล้วขนาดของแนวรอยแตก ที่ผิวดินจะใหญ่และค่อยๆ เล็กลงเมื่อลึกลงไปใต้ผิวดิน และเมื่อมีฝนตกลงมาในบริเวณนั้น ก็จะมีน้ำบางส่วนไหลซึม ลงไปภายใต้ผิวโลก ตามแนวรอยแตกดังกล่าว น้ำนั้น จะไปสะสมตัว และรับความร้อนจากชั้นหิน ที่มีความร้อนจนกระทั่งน้ำกลายเป็นน้ำร้อนและไอน้ำ แล้วจะพยายามแทรกตัวตามแนวรอยแตกของชั้นหิน ขึ้นมาบนผิวดิน และปรากฏให้เห็นในรูปของบ่อน้ำร้อน, น้ำพุร้อน, ไอน้ำร้อน, บ่อโคลนเดือด เป็นต้น

ลักษณะของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่พบในโลก

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่พบในโลกแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะคือ

1. *แหล่งที่เป็นไอน้ำส่วนใหญ่ (Steam Dominated)* เป็นแหล่งกักเก็บความร้อนที่ประกอบด้วย ไอน้ำมากกว่า 95% โดยทั่วไปมักจะเป็น แหล่งที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิด กับหินหลอมเหลวร้อนที่อยู่ตื้นๆ อุณหภูมิของไอน้ำร้อนจะสูงกว่า 240 °C ขึ้นไป แหล่งที่เป็นไอน้ำส่วนใหญ่นี้ จะพบน้อยมากในโลกเรา แต่สามารถนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด เช่น The Geyser Field ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Larderello ในประเทศอิตาลี เป็นต้น

2. *แหล่งที่เป็นน้ำร้อนส่วนใหญ่ (Hot Water Dominated)* เป็นแหล่งกักเก็บสะสมความร้อน ที่ประกอบไปด้วย น้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ อุณหภูมิน้ำร้อนจะมีตั้งแต่ 100 °C ขึ้นไป ระบบนี้จะพบมากที่สุดในโลก เช่นที่ Cerro Prieto ในประเทศเม็กซิโก และ Hatchobaru ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

3. *แหล่งหินร้อนแห้ง (Hot Dry Rock)* เป็นแหล่งสะสมความร้อน ที่เป็นหินเนื้อแน่น แต่ไม่มีน้ำร้อนหรือไอน้ำ ไหลหมุนเวียนอยู่ ดังนั้นถ้าจะนำมาใช้จำเป็นต้องอัดน้ำเย็นลงไปทางหลุมเจาะ ให้น้ำได้รับความร้อนจากหินร้อน โดยไหล หมุนเวียนภายในรอยแตกที่กระทำขึ้น จากนั้นก็ทำการสูบน้ำร้อนนี้ ขึ้นมาทางหลุมเจาะอีกหลุมหนึ่ง ซึ่งเจาะลงไป ให้ตัดกับรอยแตกดังกล่าว แหล่งหินร้อนแห้งนี้ กำลังทดลองผลิตไฟฟ้า ที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และที่ Oita Prefecture ประเทศญี่ปุ่น

ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติในลักษณะน้ำพุร้อนกว่าหกสิบแห่งตามแนวเหนือ-ใต้แถบชายแดนตะวันตกของประเทศไทย(แนวเทือกเขาตะนาวศรี) สันนิษฐานว่าจะเป็นแหล่งประเภทเดียวกันกับที่แคว้นยูนานในประเทศจีนตอนใต้ เนื่องจากอยู่ในแนวซ้อนของแผ่นทวีปคู่เดียวกัน (Indian Plate ซึ่งมุดลงใต้ Chinese Plate และเกิดแรงดันในลักษณะ Back Arch) จัดอยู่ในแหล่งขนาดเล็กถึงปานกลาง และคาดว่าสามารถให้พลังงานกับโรงไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 50 เมกะวัตต์

การสำรวจภาคพื้นดิน(Reconnaissance Survey) ซึ่งเริ่มมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2527 สรุปได้ว่าจาก 5 แห่งแรก (อยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย) 2 แห่ง คือ ที่ อำเภอฝาง และอำเภอ สันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ควรได้รับการสำรวจโดยละเอียดต่อไป และขณะนี้กำลังดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์(รวมถึงการเจาะสำรวจ) ที่แหล่งทั้งสองไปพร้อมๆกัน คาดว่าจะเป็นแหล่งกักเก็บอุณหภูมิปานกลาง (100-200 องศาเซลเซียส) คล้ายคลึงกับแหล่ง ของประเทศจีนที่แคว้นยูนาน ซึ่งได้ติดตั้งโรงไฟฟ้าขนาด 2 x 5 เมกะวัตต์แล้ว ประมาณการไว้ว่าจะสามารถสรุปผลการสำรวจได้ภายในปี พ.ศ. 2531 - 2532

การสำรวจดังกล่าวแล้วนี้ระบุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ของรัฐบาลด้วย

พลังงานจากชีวมวล

ชีวมวล หมายถึง อินทรีย์วัตถุซึ่งสะสมพลังงานจากดวงอาทิตย์เอาไว้ในรูปของพลังงานเคมี สิ่งที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ อ้อย มันสำปะหลัง ถ่านฟืน แกลบ วัชพืชต่างๆ หรือแม้กระทั่งขยะและมูลสัตว์ เมื่อเผาแล้วพลังงานเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาในรูปของความร้อน ดังเช่น ถ้าเราใช้เตาถ่าน ถ่านที่เราใช้เผาก็คือเชื้อเพลิงชีวมวลนั่นเอง ตัวอย่างของเชื้อเพลิงชีวมวลที่สำคัญ เช่น เราสกัดน้ำตาลจากอ้อย โดยการคั้นน้ำตาลจากอ้อยออกมา และกากอ้อยที่เหลือ ซึ่งเราเรียกว่าชานอ้อย (bagasse) และเมื่อเราเผาชานอ้อยสามารถให้ความร้อนแก่เรา **เอธานอล** เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งจากพลังงานชีวมวล กระบวนการหมักชีวภาพเพื่อผลิตเอธานอลซึ่งเป็นเอลกอฮอล์ประเภทหนึ่ง เป็นกระบวนการชีวภาพซึ่งไม่ใช้ออกซิเจนโดยมียีสต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กระบวนการนี้เปลี่ยนรูปน้ำตาลในชีวมวลให้เป็นแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ดิบที่ได้จะกลั่นตัวเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แอลกอฮอล์ดิบที่ได้จะนำไปกลั่นเพื่อผลิตเอธานอล เอธานอลที่ผลิตจากกระบวนการนี้ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบจุดระเบิด (เครื่องยนต์เบนซิน) เอธานอลสามารถผลิตได้จากชีวมวลที่มีน้ำตาลสูง เช่น อ้อย ชีวมวลประเภทแป้ง เช่น ข้าวโพด และชีวมวลที่เป็นเยื่อไม้ โดยชีวมวลประเภทแป้งหรือเยื่อไม้จะต้องนำไปเปลี่ยนรูป ให้เป็นน้ำตาลสียก่อน นอกจากนี้ ยังมีการผลิตเชื้อเพลิงอัดก้อนโดยการนำเศษพืช หรือวัชพืชที่มีอยู่ทั่วไปเช่น แกลบ ชานอ้อย มันสำปะหลัง ผักตบชวา มาใส่เครื่องสับ เพื่อสับให้ละเอียดผสมคลุกเคล้ากันให้ได้สัดส่วนและความชื้นที่พอเหมาะ นำไปอัดเป็นแท่งจากนั้นนำไปตากแดด หรือเข้าตู้อบให้แห้ง ก้อนอัดชีวมวลที่ได้จะมีรูพรุนมาก จึงมีพื้นผิวสำหรับให้เผาไหม้มาก ทำให้จุดไฟติดง่าย และให้ความร้อนสูง.

โดยเหตุที่ประเทศไทยทำการเกษตรอย่างกว้างขวางวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ฯ ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก (เทียบได้น้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) ก็ควรจะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ในกรณีของโรงเลื่อย โรงสี โรงน้ำตาล ฯ ขนาดใหญ่ อาจจะยินยอมให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าต่างๆในประเทศ ในลักษณะของการผลิตร่วม (Co-generation) ซึ่งมีใช้อยู่แล้วหลายแห่งในต่างประเทศ โดยวิธีดังกล่าวแล้วจะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศสำหรับส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะรวมถึงการใช้ไม้ฟืนจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่นับล้านไร่ในกรณีที่รัฐบาลจำเป็นต้องลดปริมาณการปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ฯ เพื่อแก้ปัญหาระยะยาวทางด้านการตลาดของพืชทั้งสองชนิด

อนึ่ง สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์ จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากฟืน (Gasifier) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือจากการเกษตร(Bio Gas) ขยะ ฯ หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน

พลังงานจากพืชน้ำมัน

การใช้พลังงานจากพืชควรจะเป็นข้อดีหรือได้เปรียบที่สำคัญอันหนึ่งของประเทศเรา เรามีพืชน้ำมันที่สามารถใช้แทนเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลได้ และเรามีพืชที่ให้แป้งหรือน้ำตาลที่สามารถนำไปผลิตเป็นแอลกอฮอล์ที่ใช้กับเครื่องยนต์เบนซินได้ พืชทั้งสองพวกไม่ว่าที่ให้น้ำมันพืชและและที่ให้แอลกอฮอร์จะต้องเป็นพลังงานของเราในยามขาดแคลน เพราะจะเป็นพลังงานที่ทำให้เราขับเคลื่อนยานพาหนะและเครื่องยนต์ต่างๆ ต่อไปได้ และถ้าเราจะเร่งพัฒนาขึ้นไปอีกก็ไม่ต้องกลัวว่าจะเปลืองเวลาหรือเปลืองทรัพยากรไป เพราะพืชเหล่านี้เป็นอาหารของคนที่เรายังผลิตได้ไม่พอ และถ้าผลิตเกินก็ส่งไปจะหน่ายในตลาดโลกได้

การค้นคว้าวิจัย การทดลองต่างๆ ที่กำลังทำกันตลอดเวลา แต่ที่น่าเป็นห่วงคือเราไปมุ่งแต่จะใช้น้ำมันที่เราผลิตได้แล้วอย่างเดียว แต่ไม่ได้ลงไปค้นคว้าวิจัยพืชที่จะให้น้ำมันให้มากขึ้น หมายถึงว่าเราจะต้องค้นคว้าวิจัยทั้งด้านพืชน้ำมัน การเพิ่มผลผลิตน้ำมันจากพืช การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช ด้วยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมีการสูญเสียน้อยและใช้พลังงานน้อยด้วย และการใช้น้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ให้ได้อย่างดีที่สุด การค้นคว้าวิจัยด้านพืชน้ำมัน อาจต้องทำกับพืชน้ำมันทุกชนิดที่ให้เมล็ดที่มีน้ำมัน ให้ได้พืชที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง เหมาะสมกับการปลูกในภูมิภาคต่างๆ ในฤดูกาลต่างๆ ทนแล้ง ทนต่อโรคและแมลง และแม้กระทั่งอาจล้ำหน้าไปถึงการดัดแปลงพันธุกรรมของพืชน้ำมัน เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำมันสูงและคุณภาพตามที่ต้องการด้วย

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชน้ำมันก็ต้องทำพร้อมกันไป ไม่ต้องรอผลการวิจัยด้านพืชน้ำมัน เราจะตั้งสมมุติฐานว่าเราได้เมล็ดพืชน้ำมันชนิดหนึ่งมา เราก็ทำการค้นคว้าวิจัยหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงมาใช้สกัดเอาน้ำมัน ถ้ามีเมล็ดพืชอีกชนิหนึ่งที่มีลักษณะอีกอย่างหนึ่งเราก็หาวิธีที่เหมาะสมที่จะสกัดเอาน้ำมันจากเมล็ดพืชชนั้น โดยกระบวนการทำนองนี้ การวิจัยจะทำกันพร้อมกันและต่อเนื่องกันได้ ไม่ต้องเสียเวลารอกันเป็นปีๆ นักวิจัยของเราก็จะมีงานที่ท้าทายเต็มมือ และแม้จะสิ้นเปลืองมากก็ต้องถือว่าเป็นการเร่งสร้างผลงานวิจัยเพื่อความอยู่รอดของส่วนรวมในด้านพลังงาน

ในด้านการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำมันจากพืชกับเครื่องยนต์ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องยนต์เบนซินหรือเครื่องยนต์ดีเซลก็ตาม เราจะไม่ค้นคว้าเพื่อใช้เครื่องยนต์ประสิทธิภาพสูงอย่างในปัจจุบันนี้เท่านั้น แต่เราต้องคำนึงถึงเครื่องยนต์ที่เราจะใช้ต้องใช้ในอนาคตด้วย เช่นเครื่องยนต์อาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้น้ำมันพืช หรือเชื้อเพลิงอื่น ๆ เครื่องยนต์แบบเก่าอาจถูกแทนด้วยเครื่องที่ให้ต้นกำลังแตกต่างออกไป เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป การค้นคว้าวิจัยของเราในการใช้น้ำมันพืชกับเครื่องยนต์ต้องทำพร้อม ๆ กันอย่างต่อเนื่อง พืชน้ำมันเป็นพืชที่เรามีข้อได้เปรียบหลายอย่าง การปลูกพืชสามารถทำได้ทุกสถานที่ทั่วทุกภาค ใช้เวลาสั้น ที่ใดเป็นที่ไม่ได้ใช้งานสามารถนำมาใช้ปลูกพืชน้ำมันได้ ชั่วระยะเวลา 2-3 เดือนก็ได้ผลผลิต และด้วยเทคนิคที่เหมาะสม เราสามารถใช้น้ำอย่างประหยัดให้เหมาะสมกับความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด

ชีวมวลอีกอย่างหนึ่งที่อาจรวมเป็นชีวมวลที่นำมาใช้เป็นพลังงานได้ คือขยะแห้ง ที่ผ่านการคัดแยกจากกระบวนการรีไซเคิลแล้ว สามารถนำมาเป็นชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานได้ แทนที่จะนำไปฝังกลบหรือเผาทิ้งอย่างเดียว ชีวมวลจากขยะแห้งนี้จะมีพลาสติกปนอยู่ด้วย ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการใช้ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากพลังงานที่อยู่ในขยะแห้งนั้น

พลังงานจากแก๊สชีวภาพ

แก๊สธรรมชาติที่เราพบและกำลังนำขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรม และยานยนต์ เป็นแก๊สที่ได้จากพลังงานฟอสซิลเช่นเดียวกับถ่านหินและน้ำมันดิบ เป็นพลังงานที่สะสมไว้ในโลกเมื่อหลายพันล้านปีมาแล้ว และสำหรับประเทศไทยแก๊สธรรมชาตินี้จะเป็นพลังงานสำคัญของประเทศไปนานทีเดียว แก๊สธรรมชาตินี้มีแก๊สมีเทน (Methane gas, CH_4) เป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นเป็นแก๊สอื่นที่อาจแยกไปใช้ได้ อย่างไรก็ตามแก๊สธรรมชาตินี้เมื่อใช้มากเข้าก็ต้องหมดไปสักวันหนึ่ง และก่อนที่แก๊สธรรมชาติและพลังงานฟอสซิลจะหมดไปหรือเหลือน้อยลง ราคาพลังงานจะสูงขึ้นจนกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

แก๊สมีเทนจากธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งที่เกิดขึ้นตลอดเวลา และเราสามารถผลิตขึ้นได้บนดิน คือแก๊สชีวภาพ ซึ่งเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุให้กลายเป็นแก๊สมีเทนได้ แก๊สมีเทนนี้เกิดขึ้นได้ทั่วไปจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซากพืช ขยะที่เป็นอินทรียวัตถุ มูลสัตว์ เศษอาหาร หรือแม้แต่พืชสดที่ย่อยสลาย

ได้ง่าย ก็นำไปหมักด้วยจุลินทรีย์เอาแก๊สมีเทนออกมาได้ เราเคยได้ยินว่าขยะที่เราเอาไปฝังกลบนั้นสามารถไปกักเอาแก๊สมีเทนออกมาได้ ดอกเลี้ยงสัตว์ เช่นหมู ไก่ วัว ควาย เป็นแหล่งผลิตแก๊สมีเทนได้ และทำกันอยู่แล้วในชนบท ที่ผลิตแก๊สขึ้นมาใช้ในครัวเรือน หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กใช้ในหมู่บ้าน ในท้องนาที่มีหญ้าฟางเน่าเปื่อยผุพัง จะมีแก๊สมีเทนขึ้นมา บางแห่งสามารถเห็นได้ในเวลากลางคืนเป็นแสงวูบวาบที่ผู้ใหญ่บอกเราว่าเป็นผีพรายน้ำ

แก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นบนดินนี้ เมื่อลอยขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศ จะไปทำลายชั้นโอโซนที่ทำหน้าที่ป้องกันรังสีไวโอเลตไม่ให้ลงมาถึงพื้นโลกมากเกินไป ดังนั้นถ้าเราสามารถนำแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นทุกวันบนพื้นโลกมาใช้เป็นพลังงานแล้ว นอกจากจะเป็นการประหยัดหรือสงวนพลังงานฟอสซิลไว้บ้างแล้วยังช่วยปกป้องสิ่งแวดล้อมโลกด้วย

การผลิตแก๊สมีเทนหรือแก๊สชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์นี้ ได้มีการทดลองและพัฒนาไปมากแต่ไม่แพร่หลายเท่าใดนัก ทั้ง ๆ ที่เป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยาก และเมื่อผลิตได้แล้วก็ยังไม่นำไปใช้ประโยชน์เต็มที่ ทั้งนี้อาจเพราะยังไม่ได้รับการสนับสนุนหรือส่งเสริมเพียงพอ เรามัวไปส่งเสริมเทคโนโลยีที่ชาวบ้านไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเอง การผลิตแก๊สชีวภาพจึงไม่กว้างขวางทั่วไป

ถ้าชนบททุกแห่งได้รับการส่งเสริมให้ผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อใช้ในชุมชน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม ใช้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดที่เหมาะสม หรือใช้ทำความร้อนในการอบแห้งผลิตผลเกษตร เราก็จะประหยัดพลังงานฟอสซิลไปได้มาก ขยะ,เศษอาหารจากครัวเรือนและซากหรือกากพืชจากไร่ก็สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบผลิตแก๊สมีเทนได้ทั้งนั้น แม้แต่น้ำเสียในท่อระบายน้ำก็มีแก๊สมีเทนเกิดตลอดเวลา ถ้าเรามีการทดลอง ตรวจสอบกันให้ละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น และให้การ

สนับสนุนทั้งในการค้นคว้า และการพัฒนานำไปใช้ประโยชน์ เราน่าจะเบาใจเรื่องพลังงานขาดแคลนลงไปได้มาก

อีกสิ่งหนึ่งที่คำนึงคือการนำเอาอินทรีย์วัตถุทุกชนิดที่ย่อยสลายได้มาทำแก๊สมีเทนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง แทนการนำไปเผาเอาความร้อนมาใช้ จะเป็นการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม เพราะกากของอินทรียวัตถุที่ผ่านการทำแก๊สแล้วสามารถนำกลับไปสู่แผ่นดินเป็นอาหารแก่พืชที่ต้องการเจริญเติบโตต่อไป

เซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นเทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้า ที่อาศัยขบวนการทางไฟฟ้าเคมี ระหว่างไฮโดรเจนและออกซิเจน ซึ่งให้ไฟฟ้าและน้ำร้อน ไฮโดรเจนได้มาจากต้นพลังงานหลายชนิด เช่น ก๊าซธรรมชาติ เมธานอล และก๊าซที่ได้จากถ่านหิน ส่วนออกซิเจนนั้นได้มาจากอากาศ

เซลล์เชื้อเพลิงแบ่งตามชนิดของสารพาประจุไฟฟ้า (Electrolyte) เป็น 4 ประเภท คือ

1. เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริค (Phosphoric Acid Fuel Cell- PAFC) เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิ ในการงานของเซลล์อยู่ในระดับต่ำประมาณ 200 องศาเซลเซียส และเป็นรูปแบบที่ได้รับการพัฒนาในเชิงพาณิชย์ก้าวไกลกว่ารูปแบบอื่น

2. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอเนตหลอมเหลว (Molten Carbonate Fuel Cell- MCFC) สามารถใช้ต้นพลังงานทั้งจากถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ โดยอุณหภูมิในการทำงานของเซลล์อยู่ระหว่าง 600-650 องศาเซลเซียส คาดว่าจะเป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงถึงกว่าร้อยละ 50

3. เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็ง (Solid Oxide Fuel Cell-SOFC) มีลักษณะคล้าย MCFC แต่อุณหภูมิในการทำงานสูงกว่าคือ ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส จะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อน ความเสื่อมของแคโทดหรือของแผ่นสารพาประจุไฟฟ้า เพราะใช้สารพาประจุไฟฟ้าชนิดของแข็ง คาดว่าอายุการใช้งานจะนานกว่าประเภทอื่น

4. เซลล์เชื้อเพลิงแบบต่างๆ (Alkaline Fuel Cell-AFC) ใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารพาประจุไฟฟ้า และใช้ไฮโดรเจนและออกซิเจนบริสุทธิ์เป็นต้นพลังงาน ข้อดีของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้คือ สามารถปฏิบัติการได้ภายใต้อุณหภูมิปกติระดับอุณหภูมิห้องมีราคาถูก และสามารถพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานที่พกพาสะดวก

การผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์เชื้อเพลิง

ประเทศที่มีความก้าวหน้ามากในการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงในปัจจุบัน คือ สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น หลายบริษัทในสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริค โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง เพื่อที่จะให้สามารถใช้ได้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคตอันใกล้นี้ การทดสอบได้กระทำในขนาดกำลังผลิต 40 และ 200 กิโลวัตต์ โดยได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากรัฐบาลและสถาบันทางการศึกษาหลายแห่ง

บริษัทไฟฟ้ารายใหญ่ทุกแห่งของญี่ปุ่นขณะนี้ ล้วนเร่งการค้นคว้าพัฒนาและทดลองใช้งานโรงไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงอย่างจริงจัง จนนับว่าประสบผลสำเร็จน่าพอใจ เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงที่วิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบครั้งแรกเริ่มขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2524 โดยกระทรวงการค้าและอุตสาหกรรมระหว่าประเทศ(Ministry of International Trade and Industry - MITI) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน (Moonlight Project) ปัจจุบัน MITI ได้ให้การสนับสนุนโครงการเซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริคไปแล้วประมาณ 20 โครงการ ในจำนวนนี้มี 6 โครงการที่

ผ่านองค์การเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมและพลังงานใหม่ (New Energy and Industrial Technology Development Organization-NEDO)

โครงการโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งทดสอบเสร็จสิ้นในญี่ปุ่นและได้ผลน่าพอใจ คือการใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริคมาใช้ในลักษณะผลิตร่วม ขนาด 200 กิโลวัตต์ ณ โรงแรมพลาซ่า ในเมืองโอซากา และขนาด 200 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้เมธานอลเป็นต้นพลังงาน ณ เกาะโตกาชิกิโน ในโอกินาวา

สำหรับโรงไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริคที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือขนาด 11,000 กิโลวัตต์ กำลังอยู่ในระหว่างการทดสอบ การผลิตไฟฟ้ามีลักษณะผลิตร่วมโดยใช้ประโยชน์จากน้ำร้อนที่ได้มาจากการทำความเย็นในระบบดูดละลายของโรงไฟฟ้าโกอิ ประเทศญี่ปุ่น โรงไฟฟ้านี้ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นต้นพลังงาน เริ่มเดินเครื่องเมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2534

ประเทศสหรัฐอเมริกาได้สนับสนุนการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอเนต หลอมเหลว เป็นลำดับถัดไป มีการวางแผนการพัฒนาเป็นโรงไฟฟ้าในอนาคต โดยคาดว่าจะสามารถพัฒนาในเชิงพาณิชย์ได้ ภายหลังจากที่เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริคประสบผลสำเร็จมาแล้วประมาณ 5 ปี

ส่วนการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็งนั้น เนื่องจากอุณหภูมิที่เซลล์จะทำงานอยู่ในระดับสูงมากคือประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นปัญหาที่ยังต้องแก้ไขและใช้เวลาเพื่อจะพัฒนาอีกระยะหนึ่ง ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการศึกษาขั้นพื้นฐานและพัฒนาเซลล์ขนาดเล็ก เพื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นส่วนใหญ่

7.4 พลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ

พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear energy) หมายถึงพลังงานซึ่งเกิดจากการปลดปล่อยออกมาเมื่อมีการแยก รวมหรือแปลงนิวเคลียส (หรือแกน) ของปรมาณู คำที่ใช้แทนกันได้คือ พลังงานปรมาณู (Atomic energy) เป็นคำที่เกิดขึ้นก่อนและใช้กันมาจนติดปาก อาจเป็นเพราะมนุษย์เรียนรู้ถึงเรื่องของปรมาณู (Atom) มานานก่อนที่จะเจาะลึกลงไปถึงระดับนิวเคลียส แต่การใช้ศัพท์ที่ถูกต้องควรใช้คำว่า พลังงานนิวเคลียร์ อย่างไรก็ดี คำว่า Atomic energy ยังเป็นคำที่ใช้กันอยู่ในกฎหมายของหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยได้กำหนดความหมายของคำว่าพลังงานปรมาณู ไว้ในมาตรา 3 แห่ง พ.ร.บ. พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ.2504 ในความหมายที่ตรงกับคำว่า "พลังงานนิวเคลียร์" และต่อมาได้บัญญัติไว้ในมาตรา3 ให้ครอบคลุมไปถึงพลังงานรังสีเอกซ์ด้วย การที่ยังรักษาคำ "พลังงานปรมาณู" ไว้ในกฎหมายโดยไม่เปลี่ยนไปใช้คำว่า "พลังงานนิวเคลียร์" แทนเพราะในวิชาการถือว่าพลังงานเอกซ์ไม่ใช่พลังงานนิวเคลียร์ การกล่าวถึงพลังงานนิวเคลียร์ในเชิงปริมาณ ต้องใช้หน่วยที่เป็นหน่วยของพลังงาน ส่วนมากนิยมใช้หน่วย eV, KeV (เท่ากับ 1,000 eV) และ MeV (เท่ากับ 1,000,000 eV) เมื่อกล่าวถึงพลังงานนิวเคลียร์ปริมาณน้อยนิยมใช้หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ เมกะวัตต์-วัน ส่วนพลังงานปริมาณมากๆ ใช้หน่วยเป็น 1MWd = เมกะวัตต์-วัน = 24,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และ 1MeV = 1.854×10^{-24} MWd

กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) คือปรากฏการณ์ที่นิวไคลด์กัมมันตรังสี สลายตัวและมีการปล่อยรังสีออกมาด้วย โดยทั่วไปการสลายตัวจะให้นิวไคลด์ใหม่ ปรากฏการณ์นี้ค้นพบโดย อองรี เบ็กเคอเรล ในปี พ.ศ. 2439 เป็นคุณสมบัติของธาตุและไอโซโทปบางส่วนที่สามารถเปลี่ยนแปลงตัวเองเป็นธาตุ หรือ ไอโซโทปอื่น

รังสี (Radiation) มาจาก การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ปะปนในสิ่งแวดล้อมทั่วไปหรือมาจากรังสีที่มีต้นกำเนิดจากภายนอกโลกของเรา รังสีคือพลังงานที่แผ่

ออกมาจากต้นกำเนิดในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ แสงสว่าง รังสีเอกซ์ และรังสีคอสมิกเป็นต้น และ/หรือ ในลักษณะของอนุภาคที่มีความเร็วสูง เช่น แอลฟา และ เบตา เป็นต้น

รังสีแอลฟา (α) แอลฟาเป็นอนุภาคที่มีคุณสมบัติเหมือนนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม (^4_2He)ในแต่ละอนุภาคแอลฟาจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกสอง หน่วย (ประกอบด้วยโปรตอน 2 อนุภาค และ นิวตรอน 2 อนุภาค) รังสีแอลฟาที่ประกอบด้วยอนุภาคแอลฟา ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีมวล 4 amu อนุภาคชนิดนี้จะถูกกั้นไว้ด้วย แผ่น กระดาษหรือเพียงแค่ผิวหนังชั้นนอกของคนเราเท่านั้น

การสลายตัวให้รังสีแอลฟา ; $_{90}Th^{232} \rightarrow {}_{88}Ra^{228} + {}_{2}\alpha^{4}$

รังสีเบตา (β) เป็นอนุภาคที่มีมวลและค่าประจุไฟฟ้าเท่ากับอิเล็กตรอน ในแต่ละอนุภาคมีประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วย ถ้าประจุเป็นบวก เรียกว่า อนุภาคเบตาบวก (β^+) หรือโพสิตรอน หากประจุเป็นลบ เรียกว่าอนุภาคเบตาลบ (β^-) โดยทั่วๆไป เบตา หมายถึงอนุภาคเบตาลบ ทำให้เกิดรังสีในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เรียกว่า Bremsstrahlung หรือ Braking Radiation ซึ่งมีพลังงานตั้งแต่ 0 ถึงพลังงานสูงสุดของรังสีเบตา และมีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีแอลฟา (วัตถุที่ขวางกั้นรังสีเบตาที่มี Atomic number ต่ำกว่า) สามารถทะลุผ่านน้ำที่ลึกประมาณ 1 นิ้วหรือประมาณความหนาของผิวเนื้อที่ฝ่ามือได้ รังสีเบตาจะถูกกั้นได้โดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมชนิดบาง

การสลายตัวให้รังสีเบตา ; $_{79}Au^{198} \rightarrow {}_{80}Hg^{198} + {}_{-1}\beta^{0}$

$_{7}N^{13} \rightarrow {}_{6}C^{13} + {}_{+1}\beta^{0}$

รังสีแกมมา (γ) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากนิวเคลียส มีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 10^{18} ถึง 10^{21} Hz และมีพลังงานสูง รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟ

ฟ้าพลังงานสูง มีคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับรังสีเอกซ์ที่สามารถทะลุผ่านร่างกายได้ การกำบังรังสีแกมมาต้องใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ตะกั่ว หรือ ยูเรเนียม เป็นต้น

การสลายตัวให้รังสีแกมมา ; $_{27}Co^{60} \longrightarrow {}_{-1}\beta^{0} + {}_{28}Ni^{60} \longrightarrow {}_{28}Ni^{60} + \gamma$

รังสีเอกซ์ (x-rays) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับรังสีแกมมา แต่แผ่ออกมาจากวงโคจรของอิเล็กตรอน รังสีเอ็กซ์ มีพลังงานต่ำกว่า รังสีแกมมา และมีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 10^{15} ถึง 10^{22} Hz รังสีเอกซ์มีอยู่สองชนิด ได้แก่ Continuous X-rays หรือ Bremsstrahlung และ Characteristic X-rays

รังสีนิวตรอน (n) เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง นิวตรอนไม่อาจอยู่อย่างอิสระ จะสลายตัวไปเป็นโปรตอน อิเล็กตรอน และแอนตินิวตริโน ภายในเวลาประมาณสิบสองนาที

พลังงานนิวเคลียร์ จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อนิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นมี 3 แบบ

แบบที่ 1. เกิดจากการทำให้ นิวเคลียสของธาตุหนักแตกตัว

เช่น $_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3({}_{0}n^{1}) +$ พลังงาน

แบบที่ 2 เกิดจากการทำให้นิวเคลียสของธาตุเบารวมตัวเข้าด้วย

เช่น $_{1}H^{2} + {}_{1}H^{2} \longrightarrow {}_{2}He^{4} +$ พลังงาน

แบบที่ 3 เกิดจากการสลายของสารกัมมันตรังสีที่มีโครงสร้างของนิวเคลียสไม่คงตัว

พลังงานนิวเคลียร์ที่ถูกปล่อยออกมาจากนิวเคลียสนั้น มีหลายรูปแบบ ได้แก่ พลังงานความร้อน รังสีแกมมา อนุภาคเบตา อนุภาคแอลฟา และอนุภาคนิวตรอน ซึ่งอาจจะ ถูกปลดปล่อยออกมาเพียงบางอย่าง หรือหลายๆ อย่างพร้อมกันก็ได้ กล่าวโดยสรุปอย่างง่ายๆ พลังงานนิวเคลียร์ก็คือ รังสีและอนุภาคต่างๆ ที่ออกมาจากนิวเคลียสของอะตอมดังนั้นการนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์ ก็เป็นการนำเอารังสี และอนุภาคต่าง ๆ ไปใช้นั่นเอง

การเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ หมายถึง การทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อเนื่องตลอดเวลาทำงานและควบคุมได้ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ในกรณีของการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์คือปฏิกิริยา นิวเคลียร์ฟิชชัน คือ การที่นิวเคลียสของ ยูเรเนียม-235 ถูกทำให้แตกตัวเกิดพลังงานความร้อน และ อนุภาคนิวเคลียร์ออกมา พลังความร้อนนั้นเกิดจากการที่มวลสารของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์หายไปจึงเกิดพลังงานตามสมการของไอน์สไตน์เมื่อปี ค.ศ. 1905 ได้ค้นพบทฤษฎี Einstein's Theory of Relativity

$$E = mc^2$$

E คือ พลังงานมีหน่วยเป็นเอิร์ก

m คือมวลสารมีหน่วยเป็นกรัม c คือความเร็วแสงมีค่าเท่ากับ $3x10^{10}$cm/s

ส่วนอนุภาคนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นมีได้หลายอย่างที่สำคัญคือนิวตรอน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาฟิชชันโดยตรง แต่จะเกิดมีอนุภาคแอลฟา บีตา และแกมมา ในเครื่องปฏิกรณ์ด้วยจากปฏิกิริยาข้างเคียง ตัวอย่างเช่น เกิดจากการที่นิวตรอนที่เกิดขึ้นวิ่งไปชนวัตถุอื่นๆ ต่อไป หรือเกิดจากการที่ไอโซโทปรังสีที่มาจากการแตกตัวของยูเรเนียมสลายตัวให้รังสีออกมาการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันชนิดต่อเนื่อง (Chain Reaction) จะเกิดขึ้นเฉพาะที่แกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงถูกจัดเรียงรวมมัดอยู่อย่างเป็นระเบียบที่ดีเท่านั้นเพราะปฏิกิริยาฟิชชันจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีเชื้อเพลิงถึงเกณฑ์วงจรวิกฤต "Critical Mass"

วัสดุต้นกำเนิด และ วัสดุต้นกำลัง (Fertile material and source material)

ไอโซโทปซึ่งโดยธรรมชาติมิใช่ไอโซโทปแตกตัวได้ แต่อาจเปลี่ยนให้เป็นวัสดุแตกตัวได้ ซึ่งมีชื่อเฉพาะเรียกว่า fertile isotopes ในที่นี้จะเรียกว่า "ไอโซโทปต้นกำเนิด" และเท่าที่ปรากฏ ไอโซโทปต้นกำเนิดก็มีอยู่เพียง 2 ชนิด กล่าวคือ ยูเรเนียม-238 และทอเรียม-232 (หรือทอเรียมธรรมชาติ) ส่วนคำ fertile material หรือ วัสดุต้น กำเนิด นั้น เป็นคำที่ใช้ กล่าวถึง ยูเรเนียม-238 และทอเรียมรวมๆกันไป โดยไม่เจาะจงถึงชนิดของไอไซโทป ในด้านภาษากฎหมายมีคำศัพท์ที่มีความหมายใกล้เคียงกับ วัสดุต้นกำเนิดอยู่คำหนึ่งกล่าวคือ วัสดุต้น กำลัง ซึ่งมาตรา 3 แห่ง พ.ร.บ. พลังงานปรมาณูเพื่อ สันติ พ.ศ.2504 ได้กำหนดความหมายไว้ดังต่อไปนี้

วัสดุต้นกำลัง หมายความว่า

1. ยูเรเนียม ทอเรียม สารประกอบของยูเรเนียมหรือทอเรียม หรือวัสดุอื่นใดที่มีคุณสมบัติเป็น วัสดุต้น กำลัง ตามที่กำหนด โดยกฎกระทรวงกระทรวง

2. แร่หรือสินแร่ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุตามที่ระบุไว้ใน (1) อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างตามอัตราความเข้มข้น ซึ่งกำหนโดย กฎกระทรวง

วัสดุต้นกำลัง นี้ได้ถูกกำหนดขึ้นให้ตรงกับความหมายของคำ source material แต่นัก เทคโนโลยีส่วนมากจะแปลคำว่า source ในภาษาอังกฤษมาเป็นศัพท์วิชาการในภาษาไทยว่า ต้นกำเนิด จึง เข้าใจเป็นส่วนใหญ่ว่าคำว่า วัสดุต้นกำเนิด ที่ผู้วิจัยนำมาจากคำว่า fertile material นั้น มาจากคำว่า source material แม้ว่าโดยทั่วไปคำว่า วัสดุต้นกำลัง (source material) และวัสดุต้นกำเนิด (fertile material) จะมี ความหมายที่เกือบจะเหมือนกัน แต่ในด้านกฎหมายนั้นคำว่า วัสดุต้นกำลังมี ความหมายกว้างกว่า ความ หมายทางเทคโนโลยีของวัสดุต้นกำเนิดเล็กน้อย กล่าวคือ วัสดุต้นกำลัง มีความหมายคลุมรวมไปถึงสารประกอบของวัสดุต้นกำเนิดด้วย ตามการนิยามของทบวงการพลังงานปรมาณู

ระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นองค์การชำนัญพิเศษของสหประชาชาติทางด้านพลังงานปรมาณู นั้นคำว่า source material ได้ ถูกกำหนดไว้โดยมีความมายตรงกับคำว่า วัสดุต้นกำลัง ตามกฎหมายไทยเฉพาะตามข้อ (1) ส่วนแร่ หรือ สินแร่ (ore) ของยูเรเนียม, ทอเรียม และกากแร่ (ore residue) นั้น ได้มีคำชี้แจงประกอบบ่งไว้ว่าไม่ถือเป็น source material ทั้งนี้ตามเอกสาร INFCIRC/153 ข้อ 112 และ ตามมาตรา 98 ของข้อตกลงระหว่างประเทศไทย กับทบวงการ พลังงานปรมาณู ระหว่างประเทศ ว่าด้วยการพิทักษ์ความปลอดภัยวัสดุนิวเคลียร์ ฉบับลงวันที่ 16 พฤษภาคม 2517 หรืออาจกล่าวได้ว่า ตามการนิยามของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศนั้น แร่ยูเรเนียมและทอเรียมยังมิใช่ source material จนกว่าจะได้ผ่านกระบวนการแยกสกัดให้ กลายเป็นหัวแร่บริสุทธิ์ (ในรูปออกไซด์ของยูเรเนียมหรือทอเรียม) แล้วจึงกลายเป็น source material การแปลความหมายดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งในแง่ของการควบคุมการซื้อขายและขนส่งแร่ยูเรเนียมและทอเรียมระหว่างประเทศ

กากกัมมันตรังสี คือ ของเสีย ไม่ว่าในรูปของๆแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซที่ประกอบ หรือ ปนเปื้อน ด้วยสารกัมมันตรังสีในระดับความแรงรังสีสูงกว่าเกณฑ์กำหนดว่าเป็นอันตรายและวัสดุนั้นๆไม่เป็นประโยชน์อีกต่อไปแล้ว เมื่อได้ชื่อว่า กากกัมมันตรังสี กากหรือของเสียเหล่านั้นจะต้องได้รับการบำบัดและจัดการอย่างมีระบบและผ่านการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด

ประเภทของกากกัมมันตรังสี

1. กากกัมมันตรังสีระดับสูง ได้แก่กากกัมมันตรังสีที่เป็นของแข็งและของเหลวที่ได้จากการฟอกกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และกากกัมมันตรังสีอื่นๆ ที่มีระดับรังสีสูงเทียบเท่า

2. กากกัมมันตรังสีระดับรังสีปานกลาง เป็นกากกัมมันตรังสีที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี อาทิเช่น เศษโลหะ กากตะกอนที่ได้จากการบำบัดกากกัมมันตรังสีที่เป็นของเหลว สารแลกเปลี่ยนไอออน และต้นกำเนิด รังสีใช้แล้ว

3. กากกัมมันตรังสีระดับต่ำ เป็นกากกัมมันตรังสีที่เกิดจากการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี อาทิเช่น ถุงมือ เสื้อผ้า อุปกรณ์ที่ทำจากกระดาษ

การใช้พลังงานนิวเคลียร์

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ในกิจการต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งพอสรุปได้เป็น 3 ด้าน คือ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม

1. ด้านการแพทย์

มีการนำ เอาสารกัมมันตรังสี และรังสีมาใช้ในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรค ทำให้การวินิจฉัย และรักษาโรคของแพทย์ เป็นไปอย่างถูกต้อง รวดเร็ว สามารถบรรเทาความเจ็บปวดและช่วยชีวิต ของผู้ป่วยได้มากขึ้น ประโยชน์ในการใช้ สารกัมมันตรังสีทางการแพทย์มีหลายด้านเช่น ด้านการตรวจวินิจฉัย ด้านการบำบัดโรค จะเห็นว่าการนำสารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ควบคู่ไปกับ การตรวจวินิจฉัย และการรักษาแบบอื่น ก่อประโยชน์ ต่อคนไข้อย่างยิ่ง และนับวันศาสตร์ ด้านนี้จะก้าวหน้าขึ้นเรื่อง ๆ จนเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

2. ด้านอุตสาหกรรม

มีการนำเอาพลังงานนิวเคลียร์ ไปใช้กันอย่างกว้างขวางเช่นกัน ในที่นี้จะขอกล่าวพอสังเขป 2 ตัวอย่าง คือ การปลอดเชื้อผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และการตรวจสอบโครงสร้างภายใน นอกจากนี้ ยังมีการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกมาก เช่น

- ใช้ในการสำรวจหาแหล่งน้ำมันใต้ดิน ความชื้นในดิน ด้วยรังสีนิวตรอน

- ควบคุมการไหลผ่านของส่วนผสมในการผลิตปูนซีเมนต์

- ใช้วัดระดับของของไหล สารเคมีต่าง ๆ ในขบวนการผลิตในโรงงานเส้นใยสังเคราะห์ด้วยรังสี แกมมา

- วัดความหนาแน่นในการดูดสินแร่ในทะเล เพื่อคำนวณปาปริมาณแร่ที่ดูด

- ควบคุมความหนาแน่นของเนื้อยางที่เคลือบบนแผ่นผ้าใบในขบวนการผลิตยางรถยนต์

- ควบคุมกระบวนการผลิตกระจกและกระดาษให้มีความหนาสม่ำเสมอ

- ใช้เป็นเครื่องกำจัดประจุไฟฟ้าสถิตบนแผ่นฟิล์ม ฟิล์มภาพยนต์ เวชภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น

3. ด้านการเกษตร

ประเทศไทยจัดว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม เพราะประชากรกว่าร้อยละ 60 ยังคงยึดการเกษตรเป็นอาชีพหลัก ดังนั้นการค้นคว้าวิจัยทางการเกษตรเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเกษตรกร เพราะหมายถึงรายได้และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของเกษตรกร ในปัจจุบันได้มีการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อส่งเสริมกิจกรรมเกษตรในหลายๆ ด้าน เช่น การกำจัดศัตรูพืช การปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มผลผลิต การเก็บถนอม รักษาผลผลิต ไม่ให้เสียหาย นอกจากนั้นก็ยังมีการทำหมันแมลงด้วยรังสี และ การทำน้ำมันยางวัลคาไนซ์ด้วยรังสี นอกจากตัวอย่างทั้งสองที่กล่าวแล้ว ยังได้มีการใช้ เทคโนโลยีนิวเคลียร์ในกิจการเกษตรอื่น ๆ อีก เช่น

- การถนอมผลผลิตทางการเกษตร เช่น พวกพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ โดยการฉายรังสีเพื่อให้เก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ในการขนส่งทางไกล
- การใช้รังสีฉายพันธุ์พืช เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมให้ได้พันธุ์พืชที่มีผลผลิตสูงกว่า โตเร็วกว่า
- การวิเคราะห์ดินโดยเทคนิคทางนิวเคลียร์ เพื่อการจำแนกพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ทราบว่าพื้นที่ที่ศึกษาเหมาะสมต่อการปลูกพืชชนิดใด ควรเพิ่มปุ๋ยชนิดใดลงไป เป็นต้น

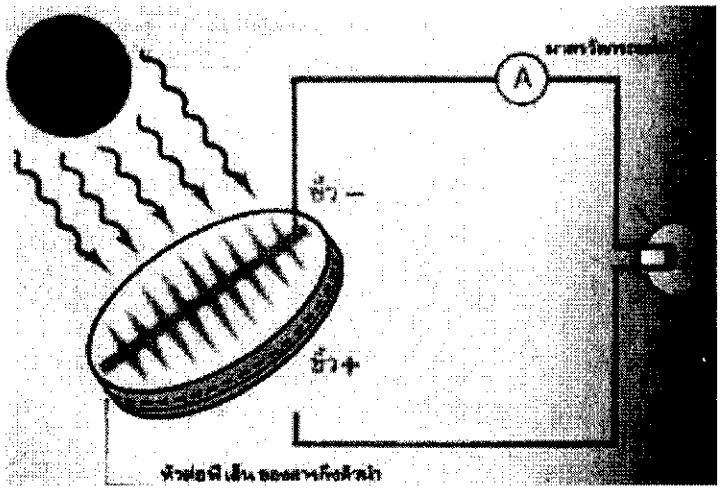
7.5 พลังงานแสงอาทิตย์

การดำรงชีพของพืชและสัตว์ในโลก จำเป็นต้องใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุด พลังงานที่โลกได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรง คือ พลังงานความร้อน และพลังงานแสงสว่าง พลังงานความร้อนจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ และน้ำเป็นผลทำให้เกิด ลม คลื่น ฝน ซึ่งกลายเป็นแหล่งพลังงานที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ สำหรับพลังงานแสงสว่างนั้นสิ่งที่มีชีวิตจำพวกพืชสีเขียว จะได้รับประโยชน์ในการสังเคราะห์แสง ทำให้พืชเจริญเติบโต โดยพลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีและสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อตามส่วนต่าง ๆ ของพืชนั่นเองในลักษณะของห่วงโซ่อาหาร และเมื่อพืชและสัตว์ตายลงก็จะเกิดการเน่าเปื่อยผุพังทับถมกันนับเป็นเวลาล้าน ๆ ปี จนกลายเป็นแหล่งพลังงาน ซากสัตว์ คือ ฟอสซิล อันได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติต่าง ๆ เดิมเราใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ตามสภาพธรรมชาติ เช่น ใช้ในการทำเกลือนอกจากนั้นก็ใช้ในการอบหรือตากผลิตผลทางการเกษตร เช่น การทำเนื้อแห้ง ปลาแห้ง ผลไม้แห้ง และการตากข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อที่จะพัฒนาเอาพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ โดยการสร้างแผงสำหรับความร้อนหรือเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า (เซลล์แสง

อาทิตย์) เพื่อนำไปใช้ในการสูบน้ำ ไฟฟ้าแสงสว่าง โทรทัศน์ เป็นต้น สำหรับชนบทและที่อื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ยังอยู่ในการทดลอง ทั้งนี้เพื่อหาทางทดแทนพลังงานประเภทที่ใช้แล้วหมดไปในอนาคต

กำลังงานของดวงอาทิตย์มีอยู่ประมาณ $4x10^{26}$ วัตต์ ในรูปของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ที่หลอมนิวเคลียสของไฮโดรเจนเข้าด้วยกันจนกลายเป็นธาตุที่หนักขึ้น คือ ฮีเลียม ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกประมาณ 93 ล้านไมล์ โลกสามารถรับพลังงานได้เพียง 1 ใน 2000 ล้านของปริมาณพลังงานทั้งหมดของดวงอาทิตย์ และยังถูกดูดกลืนในชั้นบรรยากาศอีก 86%

เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์ (Solar Cells) เป็นสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ทำจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้าพาหะนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแสงอาทิตย์นี้จะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบด้วยโครงสร้างหัวต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อต่อขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์กับโหลด เช่น หลอดไฟฟ้าหรือมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลสู่โหลดเหล่านั้น และทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นทำงานได้



เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใด นอกจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่า ไม่มี ของเสียที่จะทำให้เกิดมลพิษในขณะใช้งาน เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่มีการเคลื่อนไหวใด ๆ ขณะทำงาน จึงไม่มีปัญหาด้านความสึกหรอ หรือต้องการการบำรุงรักษาเหมือนอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบอื่น ๆ เช่น เครื่องปั่นไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซล นอกจากนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีน้ำหนักเบา จึงให้อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อน้ำหนักได้ดีที่สุด

เซลล์แสงอาทิตย์มีข้อเสียในเรื่องประสิทธิภาพ เพราะให้กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่หนึ่งหน่วยไม่มากนัก จึงใช้พื้นที่รับแสงอาทิตย์ค่อนข้างมาก เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าเพียงพอต่อการใช้งาน ประกอบกับราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ทำให้ยังไม่เป็นที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวางนัก

เซลล์แสงอาทิตย์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับโครงการอวกาศมาโดยตลอด ดาวเทียมทุกดวงที่ส่งขึ้นใช้งานด้านสื่อสาร ตลอดจนยานอวกาศที่ใช้สำรวจจักรวาล ล้วนแล้วแต่ต้องมีเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าทั้งสิ้น เพราะไม่มีอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าใด ๆ ที่จะเหมาะสมเทียบเท่าเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกำลังไฟฟ้าที่ผ่านมาต้องใช้พลังงานน้ำ โดยการสร้างเขื่อน ต้องใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น โรงไฟฟ้าที่ผลิตด้วยน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ต้องใช้พลังงานจากถ่านหิน เช่น โรงไฟฟ้าที่ผลิตด้วยถ่านลิกไนต์ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้นอีกทั้งราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ขยับตัวสูงขึ้น และปริมาณเชื้อเพลิงเหล่านี้ก็มีน้อยลงตามลำดับ และอาจจะหมดไปในอนาคตพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง เพื่อเป็นพลังงานนอกรูปแบบสำหรับทดแทนต่อไป การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าบนพื้นโลก จึงได้รับความสนใจมากขึ้น ตั้งแต่เกิดวิกฤติพลังงาน เมื่อประเทศกลุ่มโอเปคขึ้นราคาน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2516 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ และดำเนินการทดลองมีอยู่หลายแห่งบนพื้นโลก รวมทั้งในประเทศไทยด้วย

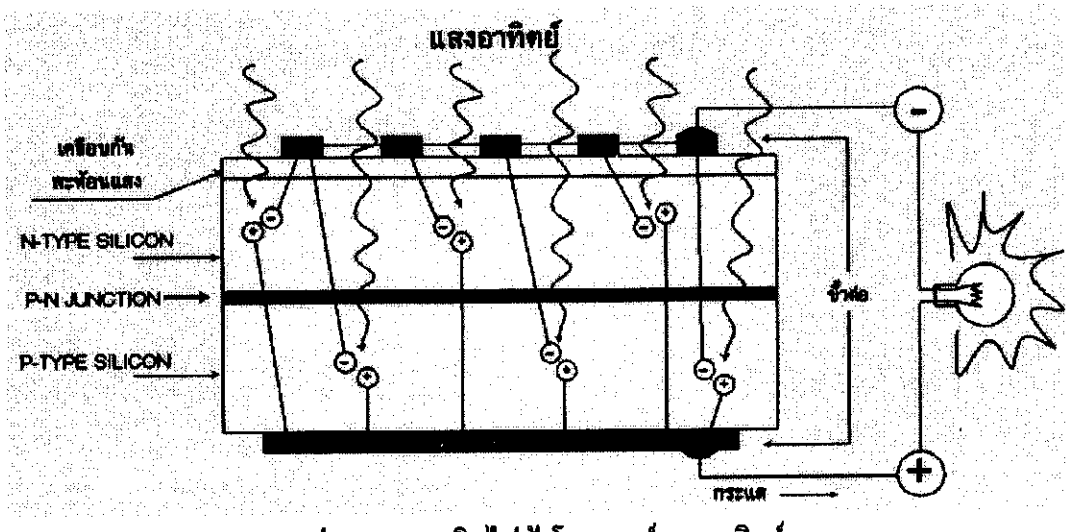
เซลล์แสงอาทิตย์ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน มีทั้งที่เป็นผลึกเดี่ยว (Single Crystal) ผลึกย่อย (Poly Crystal) และไม่เป็นผลึกหรือเป็นสารอะมอร์ฟัส (Amorphous) ซิลิคอนเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีราคาถูกที่สุด เพราะซิลิคอนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง สามารถถลุงได้จากหินและทราย และมีใช้งานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ทำทรานซิสเตอร์ และวงจรไอซี ที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากผลึกซิลิคอน ทั้งผลึกเดี่ยวและผลึกย่อย มีการผลิตออกใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน เพราะมีประสิทธิภาพสูงประมาณ 12-15% ซึ่งเพียงพอต่อการประยุกต์แม้จะมีราคาแพงเมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าในระบบสายส่งการใช้งานจึงจำกัดอยู่ในพื้นที่เฉพาะ เช่น ในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้เป็นหลัก

*เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน*จะมีราคาถูกที่สุด เพราะซิลิคอนที่ไม่เป็นผลึกหรือเป็นสารอะมอร์ฟัสนั้นจะมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ไม่สิ้นเปลืองเนื้อวัสดุ เตรียมได้ที่อุณหภูมิต่ำและผลิตได้ง่าย แต่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนนี้มีประสิทธิภาพการแปรพลังงานไม่สูงนัก คือ เพียง 5-10% จึงเหมาะที่จะประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินไฟฟ้าน้อย เราจึงเห็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ใช้งานกับเครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ วิทยุทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

นอกจากซิลิคอนแล้ว วัสดุสารกึ่งตัวนำอื่น ๆ ก็ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ได้เช่นเดียวกัน เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs : Gallium Arsenide) แคดเมียมซัลไฟด์ (CdS : Cadmium Sulphide) ทองแดงอินเดียมไดเซเลไนด์ (CuInSe(,๒) : Copper Indium Diselenide) ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสารประกอบกึ่งตัวนำทั้งสิ้น เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากวัสดุแกลเลียมอาร์เซไนด์จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง 20-25% ใช้งานกับแสงความเข้มสูงได้ดีทนทานกับรังสีอนุภาคที่มีพลังงานสูง จึงเหมาะกับงานด้านอวกาศ แม้จะมีราคาแพงกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนถึง 50 เท่า

*ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์และทองแดงอินเดียมไดเซเลไนด์*นั้น จะมีราคาถูกพอ ๆ กับซิลิคอน เพราะมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง และเตรียมได้ง่าย

วัสดุสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดี ต้องมีความสามารถในการดูดกลืนแสงจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขนาดของแถบพลังงานที่เหมาะสมกับสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ และสามารถประดิษฐ์โครงสร้างหัวต่อพีเอ็น เพื่อใช้ในการแยกพาหะที่มีประจุไฟฟ้าต่างกันออกไปยังขั้วไฟฟ้าบวกและลบได้



รูปแสดงการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์

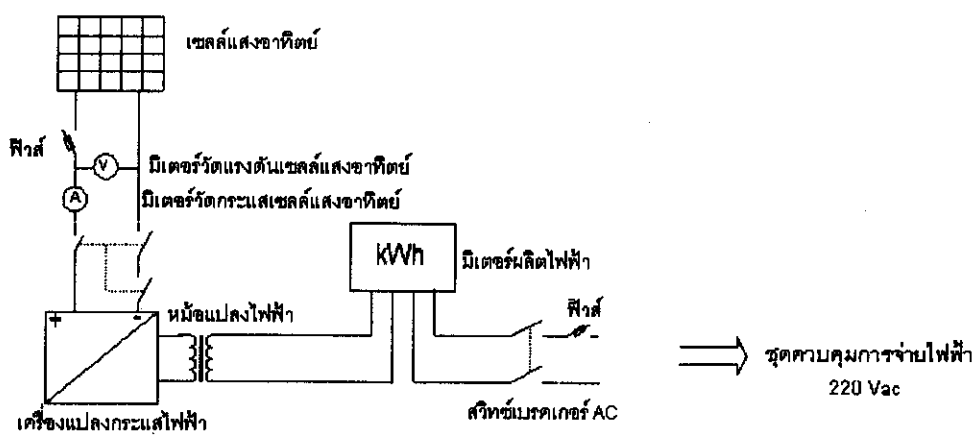
โครงสร้างหลักโดยทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่หัวต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Si) เมื่อมีการเติมสารเจือฟอสฟอรัส (P) จะมีสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบและเมื่อซิลิคอนเติมด้วยสารเจือโบรอน (B) จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก ดังนั้นเมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมาต่อกัน ก็จะเกิดหัวต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน จึงทำจากผลึกซิลิคอนเป็นฐานหนาประมาณ 300 ไมครอน (หรือประมาณ 0.3 มิลลิเมตร) ด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึม (Diffused Layer) ที่มีการนำไฟฟ้าตรงข้ามกับ

ฐานซึ่งหนาเพียง 0.5 ไมครอน การออกแบบให้หัวต่อพีเอ็นตื้นนี้เป็นสิ่งจำเป็น เพราะต้องการให้แสงที่ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ทะลุทะลวงถึงหัวต่อให้ได้มากที่สุด หากหัวต่อพีเอ็นอยู่ลึกเกินไป จะทำให้จำนวนพาหะไฟฟ้าที่เกิดจากการดูดกลืนแสงแพร่ซึมถึงหัวต่อพีเอ็นได้น้อยลงส่งผลให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้มีจำนวนน้อยลงไปด้วย ขั้วไฟฟ้าที่อยู่ด้านรับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์จะมีลักษณะเป็นก้างปลา หรือรูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ในขณะเดียวกันสามารถรวบรวมพาหะนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้มากที่สุดด้วย ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นขั้วโลหะเต็มหน้า ผิวด้านรับแสงที่นอกเหนือจากขั้วไฟฟ้าแบบก้างปลาแล้ว ยังมีชั้นต้านการสะท้อนแสง (AR : Anti Reflection Coating) ปิดทับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดกลืนแสงให้มากขึ้นโดยมิให้แสงสะท้อนกลับ เราจึงเห็นเซลล์แสงอาทิตย์เป็นสีเงินเข้ม เพราะมีชั้นโลหะออกไซด์เป็นชั้นต้านการสะท้องแสงนั่นเอง

เมื่อแสงตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดกระแสและแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ ปกติผลึกฐานที่ใช้มักเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี ดังนั้นขั้วไฟฟ้าด้านหลังมักเป็นขั้วบวก (+) ในขณะที่สารกึ่งตัวนำด้านรับแสงมักเป็นชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าทางด้านรับแสงจึงเป็นขั้วลบ (-) เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น ปริมาณของกระแสไฟฟ้าจะขึ้นกับความเข้มแสง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว เมื่อถูกแสงอาทิตย์ที่ความเข้มแสงปกติ จะให้กระแสไฟฟ้าได้สูงประมาณ 2-3 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน จะมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ ซึ่งกำหนดได้จากชนิดของสารกึ่งตัวนำเพราะเป็นค่าคงที่ ดังนั้นลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งกระแสและแรงดันไฟฟ้า จึงสามารถแสดงได้ในรูปลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

บนเส้นลักษณะสมบัติกระแส-แรงดันไฟฟ้านี้จะมีจุดทำงาน ซึ่งหมายถึงจุดที่จะให้ทั้งกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงสุด ผลคูณของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่จุดทำงานนี้คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ ตัวอย่างของเซลล์แสง

อาทิตย์ชนิดซิลิคอนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ที่ยกมานี้ จึงมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 0.5x2 = 1 วัตต์ ปกติแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ต่ออนุกรมกัน 30-50 ตัว เพื่อให้ได้แรงดันสูงขึ้นเหมาะสมกับการประยุกต์ และมีกำลังไฟฟ้าประมาณ 30-50 วัตต์ต่อแผงไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เช่นเดียวกับแบตเตอรี่ไฟฟ้า หรือถ่านไฟฉาย การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์จึงมีลักษณะเช่นเดียวกับแบตเตอรี่หรือถ่านไฟฉาย ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ เพราะเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงอาทิตย์ และเก็บสะสมพลังงานนั้นไว้ในแบตเตอรี่ไฟฟ้า เพื่อใช้งานในยามที่ไม่มีแสงอาทิตย์ได้ เซลล์แสงอาทิตย์จึงใช้เป็นตัวอัดประจุให้แก่แบตเตอรี่ หรือถ่านไฟฉายได้ เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปมักใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับจึงไม่สามารถใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์ได้โดยตรง ต้องเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับก่อนโดยใช้อินเวอร์เตอร์ (Inverter)



108 วิธีประหยัดพลังงาน

วิธีประหยัดน้ำมัน

1. ตรวจตราลมยางเป็นประจำ เพราะยางที่อ่อนเกินไปนั้น ทำให้ สิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่ายางที่มีปริมาณลมยางตามที่มาตรฐาน กำหนด
2. สับเปลี่ยนยาง ตรวจตั้งศูนย์ล้อตามกำหนด จะช่วยประหยัด น้ำมันเพิ่มขึ้นอีกมาก
3. ดับเครื่องยนต์ทุกครั้งเมื่อต้องจอดรถนานๆ แค่จอดรถติดเครื่อง ทิ้งไว้ 10 นาที ก็เสียน้ำมันฟรีๆ 200 ซีซี
4. ไม่ควรติดเครื่องทิ้งไว้เมื่อจอดรถ ให้ดับเครื่องยนต์ทุกครั้งที่ ขึ้นของ ลงของ หรือคอยคน เพราะการติดเครื่องทิ้งไว้ เปลืองน้ำมัน และสร้างมลพิษอีกด้วย
5. ไม่ออกรถกระชากดังเอี๊ยด การออกรถกระชาก 10 ครั้ง สูญเสีย น้ำมันไปเปล่าๆ ถึง 100 ซีซี น้ำมันจำนวนนี้รถสามารถวิ่งได้ไกล 700 เมตร
6. ไม่เร่งเครื่องยนต์ตอนเกียร์ว่างอย่างที่เราเรียกกันติดปากว่า เบิ้ลเครื่องยนต์ การกระทำดังกล่าว 10 ครั้ง สูญเสียน้ำมันถึง 50 ซีซี ปริมาณ น้ำมันขนาดนี้รถวิ่งไปได้ตั้ง 350 เมตร
7. ตรวจตั้งเครื่องยนต์ตามกำหนด ควรตรวจเช็คเครื่องยนต์ สม่ำเสมอ เช่น ทำความสะอาดระบบไฟจุดระเบิด เปลี่ยนหัว คอนเดนเซอร์ ตั้งไฟแก่อ่อนให้พอดี จะช่วยประหยัดน้ำมันได้ถึง 10%
8. ไม่ต้องอุ่นเครื่อง หากออกรถและขับช้าๆ สัก 1-2 กม. แรก เครื่องยนต์จะอุ่นเอง ไม่ต้องเปลืองน้ำมันไปกับการอุ่นเครื่อง
9. ไม่ควรบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัด เพราะเครื่องยนต์จะทำงาน ตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น หากบรรทุกหนักมาก จะทำให้เปลืองน้ำมัน และสึกหรอสูง
10. ใช้ระบบการใช้รถร่วมกัน หรือคาร์พูล (Car pool) ไปไหน มาไหน ที่หมายเดียวกัน ทางผ่านหรือใกล้เคียงกัน ควรใช้รถคัน เดียวกัน

11. เดินทางเท่าที่จำเป็นจริงๆ เพื่อประหยัดน้ำมัน บางครั้ง เรื่องบางเรื่องอาจจะติดต่อกันทางโทรศัพท์ก็ได้ ประหยัดน้ำมัน ประหยัดเวลา
12. ไปซื้อของหรือไปธุระใกล้บ้านหรือใกล้ๆ ที่ทำงาน อาจจะเดิน หรือใช้จักรยานบ้าง ไม่จำเป็นต้องใช้รถยนต์ทุกครั้ง เป็นการ ออกกำลังกายและประหยัดน้ำมันด้วย
13. ก่อนไปพบใคร ควรโทรศัพท์ไปถามก่อนว่าเขาอยู่หรือไม่ จะได้ ไม่เสียเที่ยว ไม่เสียเวลา ไม่เสียน้ำมันไปโดยเปล่าประโยชน์
14. สอบถามเส้นทางที่จะไปให้แน่ชัด หรือศึกษาแผนที่ให้ดี จะได้ไม่หลง ไม่เสียเวลา ไม่เปลืองน้ำมันในการวนหา
15. ควรใช้โทรศัพท์ โทรสาร ไปรษณีย์ อินเตอร์เนท หรือใช้ บริการส่งเอกสาร แทนการเดินทางด้วยตัวเอง เพื่อประหยัดน้ำมัน
16. ไม่ควรเดินทางโดยไม่ได้วางแผนการเดินทาง ควรกำหนด เส้นทาง และช่วงเวลาการเดินทางที่เหมาะสมเพื่อประหยัดน้ำมัน
17. หมั่นศึกษาเส้นทางลัดเข้าไว้ ช่วยให้ไม่ต้องเดินทางยาวนาน ไม่ต้องเผชิญปัญหาจราจร ช่วยประหยัดทั้งเวลาและประหยัดน้ำมัน
18. ควรขับรถด้วยความเร็วคงที่ เลือกขับที่ความเร็ว 70-80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงที่ 2,000-2,500 รอบเครื่องยนต์ ความเร็วระดับ นี้ ประหยัดน้ำมันได้มากกว่า
19. ไม่ควรขับรถลากเกียร์ เพราการลากเกียร์ต่ำนานๆ จะทำให้ เครื่องยนต์หมุนรอบสูงกินน้ำมันมาก และเครื่องยนต์ร้อนจัด สึกหรอง่าย
20. ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ตกแต่งที่จะทำให้เครื่องยนต์ทำงานหนักขึ้น เช่น การทำให้เกิดการต้านลมขณะวิ่ง หรือทำให้เครื่องยนต์ ไม่ สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี
21. ไม่ควรใช้น้ำมันเบนซินที่ออกเทนสูงเกินความจำเป็นของ เครื่องยนต์ เพราะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์
22. หมั่นเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ไส้กรองอากาศ ตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อประหยัดน้ำมัน

23. สำหรับเครื่องยนต์แบบเบนซิน ควรเลือกเติมน้ำมันเบนซิน ให้ถูกชนิด ถูกประเภท โดยเลือกตามค่าออกเทนที่เหมาะสมกับ รถแต่ละยี่ห้อ (สังเกตจากฝาปิดถังน้ำมันด้านใน หรือรับคู่มือที่ปั๊มน้ำมันใกล้บ้าน
24. ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศตลอดเวลา ยามเช้าๆ เปิดกระจกรับความเย็นจากลมธรรมชาติบ้างก็สดชื่นดี ประหยัด น้ำมันได้ด้วย
25. ไม่ควรเร่งเครื่องปรับอากาศในรถอย่างเต็มที่จนเกินความจำเป็น ไม่เปิดแอร์แรงๆ จนรู้สึกหนาวเกินไป เพราะสิ้นเปลืองพลังงาน

วิธีประหยัดไฟฟ้า

26. ปิดสวิตช์ไฟ และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกใช้งาน สร้าง ให้เป็นนิสัยในการดับไฟทุกครั้งที่ออกจากห้อง
27. เลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน ดูฉลากแสดงประสิทธิภาพ ให้แน่ใจทุกครั้งก่อนตัดสินใจซื้อ หากมีอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5 ต้อง เลือกใช้เบอร์ 5
28. ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่จะไม่อยู่ในห้องเกิน 1 ชั่วโมง สำหรับเครื่องปรับอากาศทั่วไป และ 30 นาที สำหรับเครื่องปรับ อากาศเบอร์ 5
29. หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศ บ่อยๆ เพื่อลดการเปลืองไฟในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
30. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็น อุณหภูมิที่กำลังสบาย อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศา ต้องใช้พลังงาน เพิ่มขึ้นร้อยละ 5-10
31. ไม่ควรปล่อยให้มีความเย็นรั่วไหลจากห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับ อากาศ ตรวจสอบและอุดรอยรั่วตามผนัง ฝ้าเพดาน ประตู ช่องแสง และปิดประตูห้องทุกครั้งที่เปิดเครื่องปรับอากาศ
32. ลดและหลีกเลี่ยงการเก็บเอกสาร หรือวัสดุอื่นใดที่ไม่จำเป็น ต้องใช้งานในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ เพื่อลดการสูญเสีย และ ใช้พลังงานในการปรับอากาศภายในอาคาร

33. ติดตั้งฉนวนกันความร้อนโดยรอบห้องที่มีการปรับอากาศ เพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากการถ่ายเทความร้อนเข้าภายใน อาคาร
34. ใช้มูลี่กันสาดป้องกันแสงแดดส่องกระทบตัวอาคาร และ บุฉนวนกันความร้อนตามหลังคาและฝาผนังเพื่อไม่ให้เครื่องปรับ อากาศทำงานหนักเกินไป
35. หลีกเลี่ยงการสูญเสียพลังงานจากการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ ห้องปรับอากาศ ติดตั้งและใช้อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดประตู ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
36. ควรปลูกต้นไม้รอบๆ อาคาร เพราะต้นไม้ขนาดใหญ่ 1 ต้น ให้ความเย็นเท่ากับเครื่องปรับอากาศ 1 ตัน หรือให้ความเย็น ประมาณ 12,000 บีทียู
37. ควรปลูกต้นไม้เพื่อช่วยบังแดดข้างบ้านหรือเหนือหลังคา เพื่อ เครื่องปรับอากาศจะไม่ต้องทำงานหนักเกินไป
38. ปลูกพืชคลุมดิน เพื่อช่วยลดความร้อนและเพิ่มความชื้นให้กับ ดิน จะทำให้บ้านเย็น ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศเย็น จนเกินไป
39. ในสำนักงาน ให้ปิดไฟ ปิดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. จะสามารถประหยัด ค่าไฟฟ้าได้
40. ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเริ่มงาน และควร ปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกใช้งานเล็กน้อย เพื่อประหยัดไฟ
41. เลือกซื้อพัดลมที่มีเครื่องหมายมาตรฐานรับรอง เพราะพัดลม ที่ไม่ได้คุณภาพ มักเสียง่าย ทำให้สิ้นเปลือง
42. หากอากาศไม่ร้อนเกินไป ควรเปิดพัดลมแทนเครื่องปรับ อากาศ จะช่วยประหยัดไฟ ประหยัดเงินได้มากทีเดียว
43. ใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน ใช้หลอดผอมจอมประหยัด แทนหลอดอ้วน ใช้หลอดตะเกียบแทนหลอดไส้ หรือใช้หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์
44. ควรใช้บัลลาสต์ประหยัดไฟ หรือบัลลาสต์อิเล็กโทรนิกคู่กับ หลอดผอมจอมประหยัด จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัด ไฟได้อีกมาก

45. ควรใช้โคมไฟแบบมีแผ่นสะท้อนแสงในห้องต่างๆ เพื่อช่วยให้ แสงสว่างจากหลอดไฟ กระจายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้ ไม่จำเป็นต้องใช้หลอดไฟฟ้าวัตต์สูง ช่วยประหยัดพลังงาน
46. หมั่นทำความสะอาดหลอดไฟที่บ้าน เพราะจะช่วยเพิ่มแสงสว่าง โดยไม่ต้องใช้พลังงานมากขึ้น ควรทำอย่างน้อย 4 ครั้งต่อปี
47. ใช้หลอดไฟที่มีวัตต์ต่ำ สำหรับบริเวณที่จำเป็นต้องเปิดทิ้งไว้ ทั้งคืน ไม่ว่าจะเป็นในบ้านหรือข้างนอก เพื่อประหยัดค่าไฟฟ้า
48. ควรตั้งโคมไฟที่โต๊ะทำงาน หรือติดตั้งไฟเฉพาะจุด แทนการ เปิดไฟทั้งห้องเพื่อทำงาน จะประหยัดไฟลงไปได้มาก
49. ควรใช้สีอ่อนตกแต่งอาคาร ทาผนังนอกอาคารเพื่อการสะท้อน แสงที่ดี และทาภายในอาคารเพื่อทำให้ห้องสว่างได้มากกว่า
50. ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติให้มากที่สุด เช่น ติดตั้งกระจก หรือติดฟิล์มที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อน แต่ยอมให้แสงผ่าน เข้าได้เพื่อลดการใช้พลังงานเพื่อแสงสว่างภายในอาคาร
51. ถอดหลอดไฟออกครึ่งหนึ่งในบริเวณที่มีความต้องการใช้ แสงสว่างน้อย หรือบริเวณที่มีแสงสว่างพอเพียงแล้ว
52. ปิดตู้เย็นให้สนิท ทำความสะอาดภายในตู้เย็น และแผ่นระบาย ความร้อนหลังตู้เย็นสม่ำเสมอ เพื่อให้ตู้เย็นไม่ต้องทำงานหนักและ เปลืองไฟ
53. อย่าเปิดตู้เย็นบ่อย อย่านำของร้อนเข้าแช่ในตู้เย็น เพราะจะ ทำให้ตู้เย็นทำงานเพิ่มขึ้น กินไฟมากขึ้น
54. ตรวจสอบขอบยางประตูของตู้เย็นไม่ให้เสื่อมสภาพ เพราะจะ ทำให้ความเย็นรั่วออกมาได้ ทำให้สิ้นเปลืองไฟมากกว่าที่จำเป็น
55. เลือกขนาดตู้เย็นให้เหมาะสมกับขนาดครอบครัว อย่าใช้ตู้เย็น ใหญ่เกินความจำเป็นเพราะกินไฟมากเกินไป และควรตั้งตู้เย็นไว้ ห่างจากผนังบ้าน 15 ซม.

56. ควรละลายน้ำแข็งในตู้เย็นสม่ำเสมอ การปล่อยให้น้ำแข็งจับ หนาเกินไป จะทำให้เครื่องต้องทำงานหนัก ทำให้กินไฟมาก
57. เลือกซื้อตู้เย็นประตูเดียว เนื่องจากตู้เย็น 2 ประตู จะกินไฟ มากกว่าตู้เย็นประตูเดียวที่มีขนาดเท่ากัน เพราะต้องใช้ท่อน้ำยา ทำความเย็นที่ยาวกว่า และใช้คอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่กว่า
58. ควรตั้งสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิของตู้เย็นให้เหมาะสม การตั้ง ที่ตัวเลขต่ำเกินไป อุณหภูมิจะเย็นน้อย ถ้าตั้งที่ตัวเลขสูงเกินไปจะเย็นมาก เพื่อให้ประหยัดพลังงาน ควรตั้งที่เลขต่ำที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ
59. ไม่ควรพรมน้ำจนแฉะเวลารีดผ้า เพราะต้องใช้ความร้อนใน การรีดมากขึ้น เสียพลังงานมากขึ้น เสียค่าไฟเพิ่มขึ้น
60. ดึงปลั๊กออกก่อนการรีดเสื้อผ้าเสร็จ เพราะความร้อนที่เหลือ ในเตารีด ยังสามารถรีดต่อได้จนกระทั่งเสร็จ ช่วยประหยัดไฟฟ้า
61. เสียบปลั๊กครั้งเดียว ต้องรีดเสื้อให้เสร็จ ไม่ควรเสียบและ ถอดปลั๊กเตารีดบ่อยๆ เพราะการทำให้เตารีดร้อนแต่ละครั้ง กินไฟมาก
62. ลด ละ เลี่ยง การใส่เสื้อสูท เพราะไม่เหมาะสมกับสภาพอากาศ เมืองร้อน สิ้นเปลืองการตัด ซัก รีด และความจำเป็นในการเปิด เครื่องปรับอากาศ
63. ซักผ้าด้วยเครื่อง ควรใส่ผ้าให้เต็มกำลังของเครื่อง เพราะซัก 1 ตัวกับซัก 20 ตัว ก็ต้องใช้น้ำในปริมาณเท่าๆ กัน
64. ไม่ควรอบผ้าด้วยเครื่อง เมื่อใช้เครื่องซักผ้า เพราะเปลืองไฟ มาก ควรตากเสื้อผ้ากับแสงแดดหรือแสงธรรมชาติจะดีกว่า ทั้งยัง ช่วยประหยัดไฟได้มากกว่า
65. ปิดโทรทัศน์ทันทีเมื่อไม่มีคนดู เพราะการเปิดทิ้งไว้โดยไม่มี คนดู เป็นการสิ้นเปลืองไฟฟ้าโดยใช่เหตุ แถมยังต้องซ่อมเร็วอีกด้วย
66. ไม่ควรปรับจอโทรทัศน์ให้สว่างเกินไป และอย่าเปิดโทรทัศน์ให้ เสียงดังเกินความจำเป็น เพราเปลืองไฟ ทำให้อายุเครื่องสั้นลงด้วย

67. อยู่บ้านเดียวกัน ดูโทรทัศน์รายการเดียวกัน ก็ควรจะดู เครื่องเดียวกัน ไม่ใช่ดูคนละเครื่อง คนละห้อง เพราะจะทำให้ สิ้นเปลืองพลังงาน
68. เช็ดผมให้แห้งก่อนเป่าผมทุกครั้ง ใช้เครื่องเป่าผมสำหรับ แต่งทรงผม ไม่ควรใช้ทำให้ผมแห้ง เพราะต้องเป่านาน เปลืองไฟฟ้า
69. ใช้เตาแก๊สหุงต้มอาหาร ประหยัดกว่าใช้เตาไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้า และควรติดตั้งวาล์วนิรภัย (Safety Value) เพื่อความปลอดภัยด้วย
70. เวลาหุงต้มอาหารด้วยเตาไฟฟ้า ควรจะปิดเตาก่อนอาหารสุก 5 นาที เพราะความร้อนที่เตาจะร้อนต่ออีกอย่างน้อย 5 นาที เพียงพอที่จะทำให้อาหารสุกได้
71. อย่าเสียบปลั๊กหม้อหุงข้าวไว้ เพราะระบบอุ่นจะทำงาน ตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองไฟเกินความจำเป็น
72. กาต้มน้ำไฟฟ้า ต้องดึงปลั๊กออกทันทีเมื่อน้ำเดือด อย่าเสียบไฟ ไว้เมื่อไม่มีคนอยู่ เพราะนอกจากจะไม่ประหยัดพลังงานแล้ว ยังอาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้
73. แยกสวิตช์ไฟออกจากกัน ให้สามารถเปิดปิดได้เฉพาะจุด ไม่ ใช้ปุ่มเดียวเปิดปิดทั้งชั้น ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและสูญเปล่า
74. หลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต้องมีการปล่อยความร้อน เช่น กาต้มน้ำ หม้อหุงต้ม ไว้ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
75. ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และหมั่นทำ ความสะอาดเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่เสมอ จะทำให้ลดการสิ้นเปลืองไฟได้
76. อย่าเปิดคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้ถ้าไม่ใช้งาน ติดตั้งระบบลดกระแส ไฟฟ้าเข้าเครื่องเมื่อพักการทำงาน จะประหยัดไฟได้ร้อยละ 35-40 และถ้าหากปิดหน้าจอทันทีเมื่อไม่ใช้งาน จะประหยัดไฟได้ร้อยละ 60
77. ดูสัญลักษณ์ Energy Star ก่อนเลือกซื้ออุปกรณ์สำนักงาน (เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร เครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร ฯลฯ) ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงาน ลดการใช้ กำลังไฟฟ้า เพราะจะมีระบบประหยัดไฟฟ้าอัตโนมัติ

วิธีประหยัดน้ำ

78. ใช้น้ำอย่างประหยัด หมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ เพื่อลด การสูญเสียน้ำอย่างเปล่าประโยชน์
79. ไม่ควรปล่อยให้น้ำไหลตลอดเวลาตอนล้างหน้า แปรงฟัน โกน หนวด และถูสบู่ตอนอาบน้ำ เพราะจะสูญน้ำไปโดยเปล่า ประโยชน์ นาทีละหลายๆ ลิตร
80. ใช้สบู่เหลวแทนสบู่ก้อนเวลาล้างมือ เพราะการใช้สบู่ก้อน ล้างมือจะใช้เวลามากกว่าการใช้สบู่เหลว และการใช้สบู่เหลว ที่ไม่เข้มข้น จะใช้น้ำน้อยกว่าการล้างมือด้วยสบู่เหลวเข้มข้น
81. ซักผ้าด้วยมือ ควรรองน้ำใส่กาละมังแค่พอใช้ อย่าเปิดน้ำไหล ทิ้งไว้ตลอดเวลาซัก เพราะสิ้นเปลืองกว่าการซักโดยวิธีการขัง น้ำไว้ในกาละมัง
82. ใช้ Sprinkler หรือฝักบัวรดน้ำต้นไม้แทนการฉีดน้ำด้วย สายยาง จะประหยัดน้ำได้มากกว่า
83. ไม่ควรใช้สายยางและเปิดน้ำไหลตลอดเวลาในขณะที่ล้างรถ เพราะจะใช้น้ำมากถึง 400 ลิตร แต่ถ้าล้างด้วยน้ำและฟองน้ำใน กระป๋องหรือภาชนะบรรจุน้ำ จะลดการใช้น้ำได้มากถึง 300 ลิตร ต่อการล้างหนึ่งครั้ง
84. ไม่ควรล้างรถบ่อยครั้งจนเกินไป เพราะนอกจากจะมีความ สิ้นเปลืองน้ำแล้ว ยังทำให้เกิดสนิมที่ตัวถังได้ด้วย
85. ตรวจสอบท่อน้ำรั่วภายในบ้าน ด้วยการปิดก๊อกน้ำทุกตัว ภายในบ้าน หลังจากทีทุกคนเข้านอน (หรือเวลาที่แน่ใจว่า ไม่มี ใครใช้น้ำระยะหนึ่ง จดหมายเลขวัดน้ำไว้ ถ้าตอนเช้ามาตรเคลื่อนที่ โดยที่ยังไม่มีใครเปิดน้ำใช้ ก็เรียกช่างมาตรวจซ่อมได้เลย)
86. ควรล้างพืชผักและผลไม้ในอ่างหรือภาชนะที่มีการกักเก็บน้ำ ไว้เพียงพอ เพราะการล้างด้วยน้ำที่ไหลจากก๊อกน้ำโดยตรง จะใช้ น้ำมากกว่า การล้างด้วยน้ำที่บรรจุไว้ในภาชนะถึงร้อยละ 50

87. ตรวจสอบชักโครกว่ามีจุดรั่วซึมหรือไม่ ให้ลองหยดสีผสมอาหาร ลงในถังพักน้ำ แล้วสังเกตดูที่คอห่าน หากมีน้ำสีลงมาโดยที่ไม่ได้กด ชักโครก ให้รีบจัดการซ่อมได้เลย
88. ไม่ใช้ชักโครกเป็นที่ทิ้งเศษอาหาร กระดาษ สารเคมีทุกชนิด เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำจากการชักโครก เพื่อไล่สิ่งของลงท่อ
89. ใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ เช่น ชักโครกประหยัดน้ำ ฝักบัว ประหยัดน้ำ ก๊อกประหยัดน้ำ หัวฉีดประหยัดน้ำ เป็นต้น
90. ติด Areator หรือ อุปกรณ์เติมอากาศที่หัวก๊อก เพื่อช่วย เพิ่มอากาศให้แก่น้ำที่ไหลออกจากหัวก๊อก ลดปริมาณการไหลของ น้ำ ช่วยประหยัดน้ำ
91. ไม่ควรรดน้ำต้นไม้ตอนแดดจัด เพราะน้ำจะระเหยหมดไป เปล่าๆ ให้รดตอนเช้าที่อากาศยังเย็นอยู่ การระเหยจะต่ำกว่า ช่วยให้ประหยัดน้ำ
92. อย่าทิ้งน้ำดื่มที่เหลือในแก้วโดยไม่เกิดประโยชน์อันใด ใช้รดน้ำ ต้นไม้ ใช้ชำระพื้นผิว ใช้ชำระความสะอาดสิ่งต่างๆ ได้อีกมาก
93. ควรใช้เหยือกน้ำกับแก้วเปล่าในการบริการน้ำดื่ม และให้ ผู้ที่ต้องการดื่มรินน้ำดื่มเอง และควรดื่มให้หมดทุกครั้ง
94. ล้างจานในภาชนะที่ขังน้ำไว้ จะประหยัดน้ำได้มากกว่าการ ล้างจานด้วยวิธีที่ปล่อยให้น้ำไหลจากก๊อกน้ำตลอดเวลา
95. ติดตั้งระบบน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์จากการเก็บและจ่ายน้ำ ตามแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไปสูบและ จ่ายน้ำภายในอาคาร

วิธีประหยัดพลังงานอื่นๆ

96. อย่าใช้กระดาษหน้าเดียวทิ้ง ให้ใช้กระดาษอย่างคุ้มค่าใช้ทั้ง สองหน้า ให้นึกเสมอว่า กระดาษแต่ละแผ่นย่อมหมายถึงต้นไม้ หนึ่งต้นที่ต้องเสียไป
97. ในสำนักงานให้ใช้การส่งเอกสารต่อๆ กัน แทนการสำเนาเอกสารหลายๆ ชุด เพื่อประหยัดกระดาษ ประหยัดพลังงาน

98. ลดการสูญเสียกระดาษเพิ่มมากขึ้น ด้วยการหลีกเลี่ยงการใช้กระดาษปะหน้าโทรสาร ชนิดเต็มแผ่น และหันมาใช้กระดาษขนาดเล็ก ที่สามารถตัดพับบนโทรสารได้ง่าย
99. ใช้การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารต่างๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยโมเด็ม หรือแผ่นดิสก์ แทนการส่งข่าวสารข้อมูลโดยเอกสาร ช่วยลดขั้นตอนการทำงาน ลดการใช้พลังงานได้มาก
100. หลีกเลี่ยงการใช้จานกระดาษ แก้วน้ำกระดาษ เวลาจัดงานสังสรรค์ต่างๆ เพราะสิ้นเปลืองพลังงานในการผลิต
101. รู้จักแยกแยะประเภทขยะ เพื่อช่วยลดขั้นตอน และลดพลังงานในการทำลายขยะ และทำให้ขยะทั้งหลายง่ายต่อการกำจัด
102. หนังสือพิมพ์อ่านเสร็จแล้วอย่าทิ้ง ให้เก็บไว้ขาย หรือพับถุง เก็บไว้ทำอะไรอย่าง อื่น ใช้ซ้ำทุกครั้งถ้าทำได้ ช่วยลดการใช้พลังงานในการผลิต
103. ขึ้นลงชั้นเดียวหรือสองชั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ลิฟท์ จำไว้เสมอว่าการกดลิฟท์แต่ละ ครั้ง สูญเสียพลังงานถึง 7 บาท
104. งด เลิก บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้งเลย เพราะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในการ ผลิต ใช้ทรัพยากรธรรมชาติสิ้นเปลือง เพิ่มปริมาณขยะ เปลืองพลังงานในการกำจัดขยะ
105. ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ ที่มีบรรจุภัณฑ์ที่ยากต่อการทำลาย เช่น โฟม หรือพลาสติก ควรเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reuse) หรือนำไปผ่านกระบวนการผลิต มาใช้ใหม่ได้ (Recycle)
106. สนับสนุนสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์ เป็นวัสดุที่สามารถนำมาผ่านกระบวนการนำมาใช้ ใหม่ (Recycle) เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติกบางประเภท โดยจัดให้มีการแยกขยะ ในครัวเรือนและในสำนักงาน
107. ให้ความร่วมมือ สนับสนุน หรือเข้าร่วมกิจกรรมกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ และ เอกชน ที่รณรงค์ส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงาน

108. กระตุ้นเตือนให้ผู้อื่นช่วยกันประหยัดพลังงาน โดยการติดสัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายให้ช่วยประหยัดไฟ ตรงบริเวณใกล้สวิทช์ไฟ เพื่อเตือนให้ปิดเมื่อเลิกใช้แล้ว

เรื่องของพลังงานที่ใช้กันอยู่บนโลก พอสรุปได้ดังแผนผังด้านล่าง