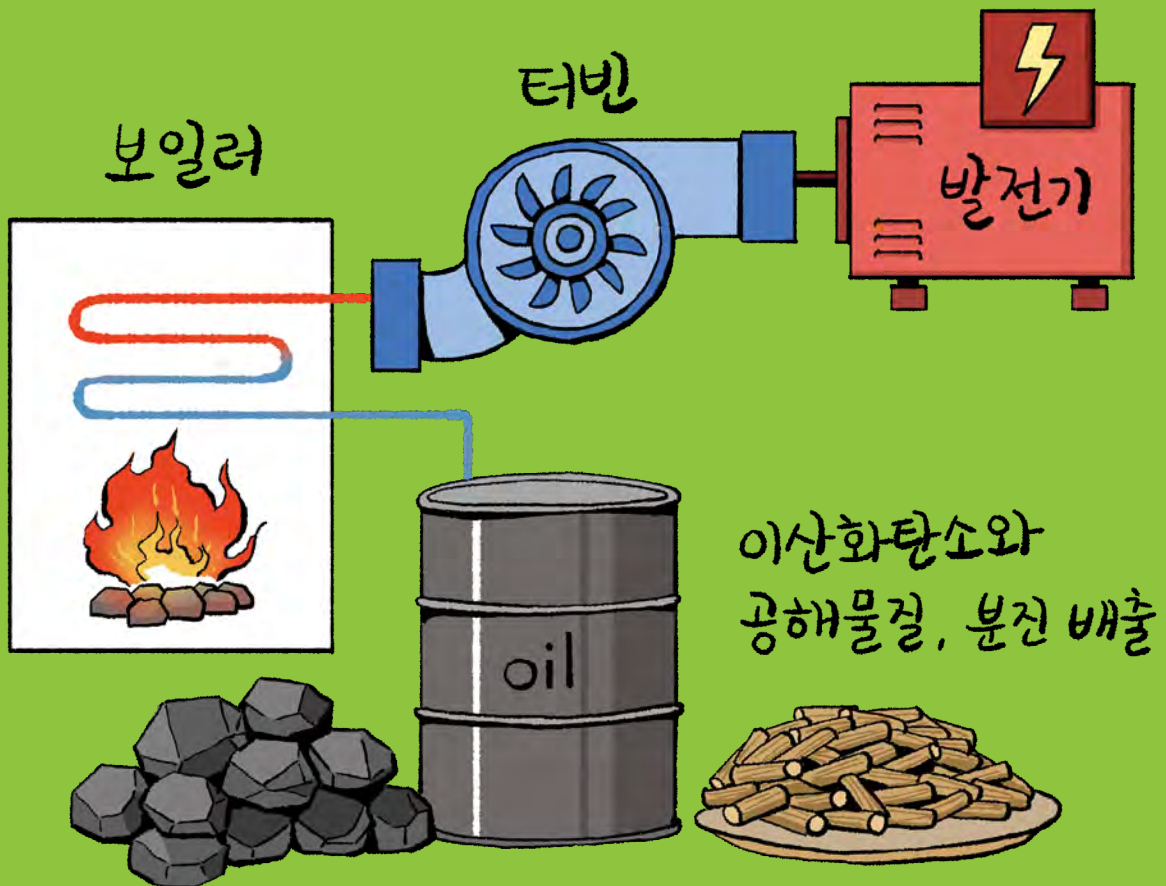


전기를 만드는 다양한 방법 ①

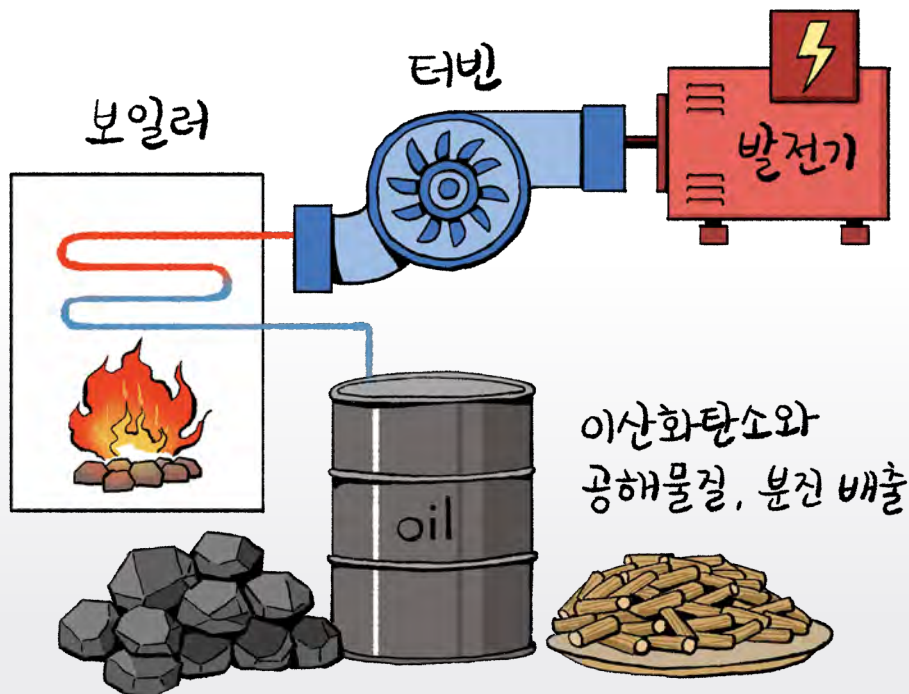
발전기의 원리와 가장 널리 사용되는 발전방법





전기를 만드는 다양한 방법 ①

발전기의 원리와 가장 널리 사용되는 발전방법



다양한 에너지를 전기로 만드는 마법, 전자기 유도

이번 시간부터는 전기를 만드는 다양한 방법을 알아보려 해요. 전기는 물, 바람, 원자력, 파도 등 정말 다양한 것들로부터 만들 수 있습니다. 이러한 1차 에너지를 전기라는 하나의 형태로 만들기 위해선 특별한 마법을 부려야 하는데, 그 이름은 '전자기 유도'입니다.

전자기 유도를 발견한 사람은 1791년 태어난 마이클 패러데이라는 과학자입니다. 화학, 물리, 대중 강연 등 다양한 분야에서 큰 업적을 세운 사람인데, 흔히 '전자기학'이라는 학문의 아버지로 많이 불립니다.

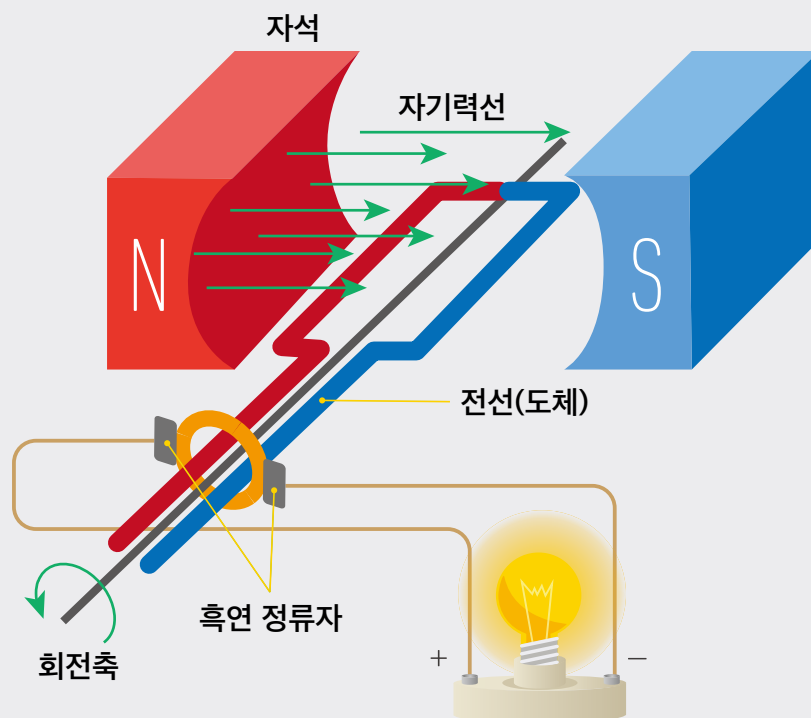
전자기학이라니까 너무 어렵게 들리나요? 좀 쉽게 설명해보면, 전자기학이라는 이름은 ‘전기’와 ‘자기’를 다루는 학문이라는 뜻입니다. 여기서 자기(磁氣)란 자석의 힘을 말하는 거예요. 그러니까 패러데이의 전기와 자기가 어떤 관계에 있는지를 밝혀낸 거죠.

이 둘(전기, 자기)의 관계를 연구하던 패러데이는 자석으로 전기를 만들기 위해 여러 가지 실험을 해봤습니다. 그 중에는 전선을 고리 모양으로 감은 후, 그 고리에 막대자석을 넣었다 빼다하는 실험도 있었어요. 그러자 진짜로 전기가 만들어지는 게 아니겠어요? ‘전자기 유도’라는 현상을 통해 전기가 만들어진다는 사실을 증명한 최초의 순간이었습니다. ‘전자기 유도’란 것은 아주 쉽게 표현해 ‘자기장’, 즉 ‘자석의 힘이 미치는 영역’이 변하면 전기의 힘이 발생한다는 뜻이에요.

왜 원운동일까? 빙빙 돌아가는 터빈이 필요한 이유

전자기 유도를 실험으로 증명한 패러데이는 U자 모양의 자석과 동그란 구리 원판을 합친 최초의 발전기를 만들어냈어요. U자 모양 자석 사이로 구리 원판이 돌아가면서 전자기 유도를 발생시키는 것이죠. 비교적 간단한 구조의 발전기지만, 화력, 원자력, 수력 등 현대의 수많은 발전소 역시 똑같은 원리로 전기를 만든답니다. 핵심은 강력한 자석 주위에 자기장을 변화시킬 물체(전자석)를 끊임없이 움직이는 거예요.

여기서 중요한 것 중 하나가 멈추는 동작 없이 전자석을 일정하게 움직여주는 것이에요. 만약 중간에 움직임이 변화하거나 멈췄다 움직였다는 반복하면 그렇게 만들어진 전기를 우리가 사용하기 어렵습니다. 발전 과정에서 전기는 운동에 비례해서 발생하니, 이렇게 만든 전기는 전압이 불안정해지니까요. 그래서 학자들이 이 문제를 해결하기 위해 고민한 결과, 원운동이 그 해결책이라는 사실을 알아냈답니다.



마치 선풍기 날개마냥 회전체만 제자리에서 돌리는 것입니다. 일정한 속도로 돌아가는 회전체는 늘 일정한 속도로 한 자리에서 움직이게 할 수 있으니, 일정한 양의 전기를 꾸준히 만들 수 있지요.

이러한 원리는 오늘날까지 이어져서 지금 널리 사용하는 화력발전, 원자력발전과 같은 발전방식은 ‘원운동을 통한 전자기 유도’로 전기를 만들어 냅니다. 앞에 붙은 화력, 원자력, 수력, 풍력이란 단어는 이 원운동, 즉 회전을 만들기 위한 연료의 종류를 나타내는 것일 뿐 전기를 만드는 원리는 모두 똑같아요.

그런데 여기서 잠깐, 석탄을 태우거나 원자를 쪼개 에너지를 얻는 것까진 좋은데, 이 에너지를 갖고 어떻게 원운동을 만들까요? 여기서 필요한 것이 바로 ‘증기’입니다. 네, 집에서 물을 끓이면 피어오르는 그 증기가 맞습니다.

실제로 화력이든 원자력이든 연료로부터 얻는 에너지는 보일러를 통해 물을 끓이는 데 사용합니다. 물이 끓으면 당연히 증기가 발생하겠죠? 이 증기가 가진 높은 압력으로 터빈이라는 회전기관을 돌려 원운동을 만드는 것이랍니다.

이 터빈이라는 것은 상당히 복잡하고 정교하게 만든 핵심 부품인데요, 간단하게 바람에 돌아가는 바람개비나 물에 의해 돌아가는 물레방아를 생각하면 이해가 쉬울 것 같아요. 한 마디로 흐르는 무언가(유체)에서 날개를 통해 에너지를 얻어 회전운동을 하는 부품이죠. 날개에 다양한 덮개를 씌워 흐르는 물체를 적절히 조절합니다.

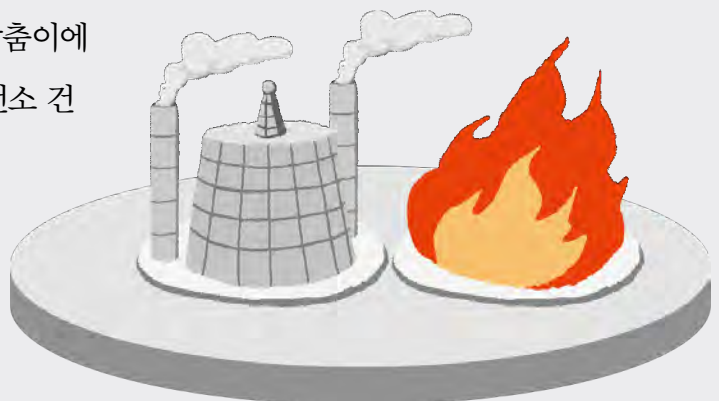
화력발전 대표주자 석탄발전, 이제는 보내줘야 할 때

이처럼 증기의 에너지로 터빈을 돌리는 발전 방식을 ‘기력발전’이라고 합니다. 처음 보는 표현일 텐데, 발전에 사용하는 에너지원이 아니라 전기를 만드는 방식을 기준으로 나눈 분류법이라서 그래요. 연료로 물을 끓여서 증기를 만들고 이를 이용해 터빈을 돌리면 연료를 계속 공급하는 한 발전을 계속할 수 있기에 대표적인 발전방식으로 자리잡았지요. 석탄을 주로 사용하는 화력발전이 대표적입니다.

화력발전은 인류가 최초로 사용해 온 발전 방식입니다. 오래 사용한 만큼 기술적으로도 많이 발전해서 장점도 많은데요, 먼저 발전 효율이 높아요. 에너지가 ‘석탄→열→증기→회전 운동(터빈)→전기’로 바뀌는 과정에서 낭비되는 에너지가 다른 발전 방식에 비해 상대적으로 적다는 뜻입니다. 또 요새는 터빈 기술이 발달해 1분에 수 만 번이나 회전운동을 할 수 있

기 때문에 전기를 많이 생산하는 데도 안정맞춤이예요. 원자력, 수력같은 다른 발전소에 비해 발전소 건설 비용이 저렴하다는 장점도 있어요.

이러한 장점 덕분에 석탄화력발전은 여전히 가장 많은 전력을 생산하고 있어요. 우리나라 역시 지난 2020년 기준 44%의 전기가 석탄으로 만들어졌지요.



하지만 최근에는 이런 화력발전의 장점보단 단점이 더 많이 이야기되고 있어요. 석탄을 태우면 나오는 이산화 탄소가 우리 지구를 뜨겁게 만든다는 사실이 밝혀졌기 때문이죠. 이에 전 세계 사람들은 화력 발전을 줄이고 이산화 탄소를 배출하지 않는 재생에너지를 늘리기 위해 서로 약속하고, 실제로 석탄 발전소를 줄여나가고 있습니다.

그런데 증기로 전기를 만들어 내면서도 이산화 탄소를 훨씬 적게 배출하는 발전 방식도 있어요. 바로 원자력 발전인데요, 이에 대해서는 따로 자세히 살펴볼게요.



전기를 만드는 다양한 방법 ①

발전기의 원리와 가장 널리 사용되는 발전방법

전기를 만드는 여러 방법 중 지금의 우리가 주로 사용하는 방법은 증기의 힘을 이용하는 것입니다. 증기를 이용해서 전기를 만드는 원리는 무엇일까요? 그리고 어떤 장점이 있기에 우리는 증기를 이용해서 발전하는 것일까요?



전기를 만들 때는 '전자기 유도'라는 원리를 이용합니다. 전선 주위에서 자석을 움직이면 전선에 전기가 흐르는 현상을 말하는데, 따라서 전기를 만들려면 자석이 움직일 수 있는 공간과 전선이 필요하지요. 자석의 움직임은 한 방향으로 계속해서 움직이는 경우, 일정한 거리를 왔다갔다하며 왕복하는 경우, 한 곳에서 빙글빙글 돌아가는 경우, 세 가지를 생각할 수 있습니다. 이러한 움직임 중 어느 것이 전기를 끊임없이 계속 만들기에 좋을지 생각해볼까요?

우리 주변에서 한 방향으로 일정하게 계속 움직이는 것을 본 적이 있나요?
있다면 무엇인가요?
그리고 본 적이 없다면 왜 그럴까요?

일정한 거리라면 그렇게 움직이는 것도 있겠지만 영원히 움직이는 것 중에는 없습니다. 한 방향으로 계속해서 움직일 수 있는 공간이 없기 때문입니다.

우리 주변에서 일정한 거리를 계속 왔다갔다하며 움직이는 것을 본 적이 있나요? 있다면 무엇인가요?
그리고 본 적이 없다면 왜 그럴까요?

진자가 한 자리에서 계속 왔다갔다 움직입니다.

우리 주변에서 한 곳에서 빙글빙글 돌아가며 움직이는 것을 본 적이 있나요? 있다면 무엇인가요? 그리고 본 적이 없다면 왜 그럴까요?

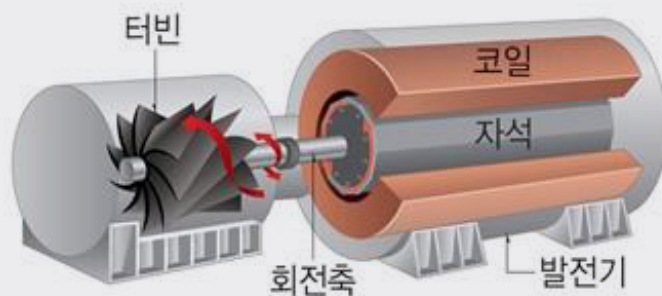
줄에 매단 공을 돌리면 원형으로 계속 움직이게 할 수 있습니다.

위에서 살펴본 세 가지 경우 중 끊임없이 계속 움직이게 하기에 좋은 방법은 무엇인지 다른 사람들과 토의하고 결과를 적어봅시다.

방향 변화 없이 일정하게 계속 똑같이 움직이므로 원운동이 제일 좋습니다.



다음은 전기를 만들기 위해 필요한 장치를 전기를 만드는 것부터 순서대로 나열한 것입니다. 각 단계의 장치들의 역할은 무엇이라고 생각하는지 자신의 생각을 적어보세요.



▲ 터빈과 발전기의 구조

전기를 만드는 데 필요한 장치	장치의 역할
발전기	전자기유도를 이용해서 전기를 만듭니다
회전축	터빈과 자석을 연결합니다
터빈	힘을 받아 회전운동을 일으킵니다



위와 같은 발전장치가 여러분에게 있을 때, 여러분이 계속 신경쓰지 않아도 터빈을 돌릴 수 있는 방법을 생각하고 이를 그림과 함께 설명해보세요. 어떤 방법이라도 좋지만 여러분이 자는 동안에도, 기계를 살펴보지 않는 동안에도 일정하게 터빈이 돌아가야 합니다.

선풍기를 켜서 일정한 속도의 바람을 만들고 여기에 바람개비를 연결합니다

선풍기를 켜서 일정한 속도의 바람을 만들고 여기에 바람개비를 연결합니다



전기를 만드는 다양한 방법 ①

발전기의 원리와 가장 널리 사용되는 발전방법

전기를 만드는 방법은 다양합니다. 그중 가장 널리 이용되는 방식이 회전형 발전기를 돌려 전기를 만드는 방법입니다. 터빈과 발전기를 연결하고 터빈을 증기로 돌려서 전기를 생산하는 방법은 19세기 말 출현한 이후 발전을 거듭하여 지금은 세계 곳곳에서 널리 이용되고 있습니다. 탄소감축과 관련된 이야기를 할 때, 이처럼 널리 사용되는 발전방식을 굳이 포기해야 한다는 사실이 잘 와닿지 않을 수 있습니다. 따라서 화력발전이 왜 널리 이용됐는지, 그리고 화력발전이 왜 지금은 문제로 여겨지는지 이해하려면 화력발전의 원리를 충분히 숙지해야 합니다. 일반적으로 학부모나 전공분야가 다른 교사가 발전의 원리를 설명하기가 쉽지 않습니다. 특히 에너지원에 따라 분류하는 일반적인 방식을 따를 경우, 화력발전이 왜 그토록 널리 이용되고 여전히 많이 건설되는지 받아들이기 어렵습니다. 따라서 전기를 만드는 과정 자체에 초점을 맞춰서 화력발전을 이해하고 장단점을 파악할 필요가 있습니다.



생각해 볼 문제

패러데이의 전자기유도와 원운동

발전방식은 영국의 과학자 마이클 패러데이가 전자기 유도 현상을 발견하면서 본격적으로 개발됐습니다. 마이클 패러데이가 발전기로 만든 전기를 빅토리아 여왕에게 선보였을 때, 전기를 어디에 사용하는지 묻는 여왕의 질문에 패러데이가 ‘언젠가는 세금을 물릴 수 있을 것입니다’라고 답한 일화는 유명하지요.

전자기유도는 중학교 3학년 과정에서나 등장하는 데다 다분히 추상적인 개념이기에 교과서적으로 설명하면 어려움을 느낄 수 있습니다. 따라서 에너지와 관련하여 전자기유도를 소개할 때는 전자기유도의 상세 내용을 다루기보다 발전에 필요한 기초 개념만 다루는 것이 좋습니다.

전자기유도는 전선에 전류가 흐르면 자기가 발생하고, 반대로 자석을 전선 주위에서 움직이면 전류가 발생하는 현상입니다. 따라서 자석의 N극과 S극 사이에 전선을 두고 자석이나 전선 둘 중 하나를 움직이면 전선에 전류가 발생합니다.

여기서 핵심은 ‘움직이면 전기를 만들 수 있다’입니다. 그런데 자기장 안에서 전선을 움직이면 마찰이 없더라도 언젠가는 정지합니다. 전자기유도는 전선의 운동에너지가 전기에너지로 바뀌는 과정이므로 전기가 발생하는 만큼 전선의 속도는 줄어드는 것입니다. 따라서 전기를 끊임없이 만들어내게 하려면 전선이 계속 움직일 수 있도록 잃어버린 속도만큼 가속도, 즉 힘을 가해야 합니다. 이처럼 한 자리에서 지속적으로 가속도를 줄 수 있는 가장 간단한 방법이 바로 원운동이지요.

이러한 관점으로 설명하면 대량으로 전기를 계속 만드는 상업용 발전에 터빈이 왜 필요한지도 쉽게 이해할 수 있습니다. 발전기에는 계속 힘을 가해야 전기를 만들 수 있습니다. 발전소라는 한 장소에서 끊임없이 힘을 가하려면 원운동이 가장 합리적입니다. 그렇다면 어딘가 다른 곳에서 얻은 힘을 원운동으로 바꿔주는 장치가 필요하고, 그것이 바로 액체나 기체의 흐름을 이용해 원운동하는 터빈입니다. 이처럼 발전기와 터빈을 연결한 장치가 발전에 필요한 기본 단위입니다.



생각해 볼 문제

발전방식의 매개체, 증기

터빈의 필요성을 이해했다면 다음 단계는 터빈을 돌리는 방법을 생각해 보는 것입니다. 터빈은 기체나 액체의 흐름을 회전운동으로 바꿔주는 장치입니다. 따라서 어떤 방법이든 기체나 액체의 흐름을 만들어낼 수 있다면 터빈을 가동할 수 있습니다.

가장 먼저 생각할 수 있는 방법은 자연적인 액체와 기체의 흐름, 즉 흐르는 물과 바람의 힘을 이용하는 것입니다. 이는 수력발전과 풍력발전에서 설명하는 부분이니 여기서는 생략합니다. 다음으로 생각할 수 있는 방법은 기체나 액체 흐름을 일부러 만들어내는 것입니다. 그리고 이렇게 인위적으로 유체의 흐름을 만들어 발전하는 방법이 바로 기력발전, 즉 증기를 이용하여 터빈을 돌리는 발전방식입니다.

기력발전은 에너지를 이용해서 유체의 흐름을 만들고, 이를 이용하여 다시 발전기를 가동하는 방식입니다. 전기화에서 살펴본 것과 마찬가지로 에너지를 전달하는 단계가 많아질수록 효율은 떨어지지요. 그렇다면 왜 굳이 에너지로 유체 흐름을 만들어내는 단계를 거치는지 의문이 들 수 있습니다. 전기화에서 설명한 것과 같이 에너지원의 ‘유연성’으로 설명할 수도 있겠지만, 그보다는 ‘모듈화’를 언급할 필요가 있습니다.



기력발전의 핵심 메커니즘은 다음과 같이 정리할 수 있습니다. 우선 연료를 태워 열을 만듭니다. 그리고 이 열을 이용해 냉각재를 끓입니다. 끓어서 부피가 늘어난 냉각재가 증기압으로 터빈을 돌립니다. 터빈에 연결된 발전기가 가동하여 전기를 생성합니다. 이 때 전체 과정을 모듈화하면 ① 연료를 태워 열을 만드는 부분 ② 냉각재가 순환하는 부분 ③ 터빈과 발전기로 이루어집니다. 각 부분은 기능적으

