

핵융합에너지에 대해 궁금하다면  
[www.kfe.re.kr](http://www.kfe.re.kr) 을 방문해주세요.



한국핵융합에너지연구원과  
 함께하는  
**핵융합  
 에너지가  
 궁금해요**



깨끗하고 편리한 세상, 인류가 꿈꾸는 미래

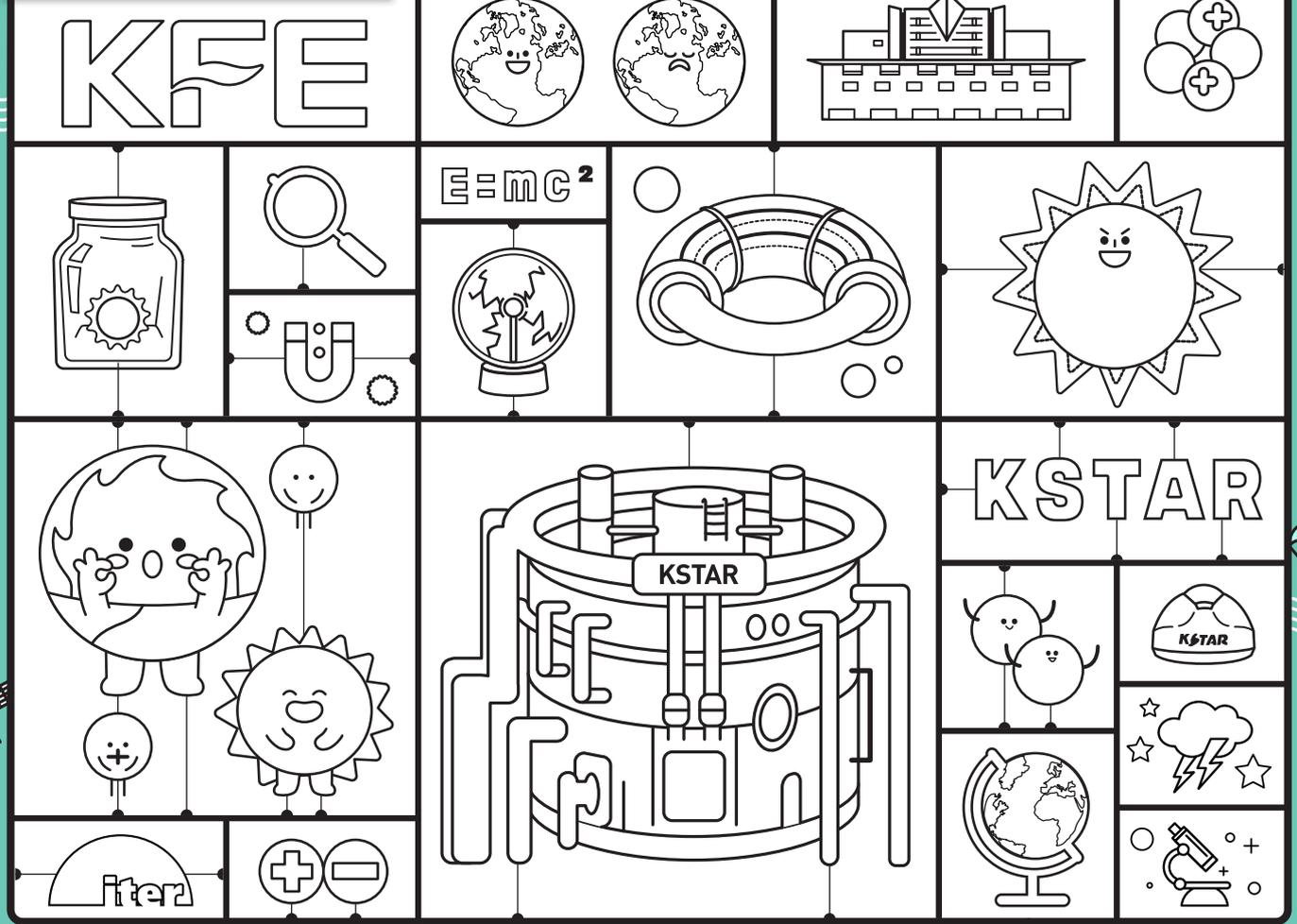
# 한국핵융합에너지연구원은 어떤 곳인가요?



태양에너지의 원리인 '핵융합에너지' 개발을 통해  
우리나라 미래에너지원 확보와 기후변화 등 환경문제 해결에 기여하는  
핵융합 전문 연구기관입니다.

우리 기술로 개발한 초전도핵융합연구장치 'KSTAR(케이스타)'의 운영과,  
7개 회원국이 공동으로 국제핵융합실험로(ITER)를 건설하고 운영하는  
ITER 사업 참여를 통해 핵융합발전소 건설을 위한  
기술 개발을 수행하고 있습니다.

또한 다양한 첨단 산업에 적용할 수 있는  
플라즈마 응용기술 개발에도 앞장서고 있습니다.





1

# 태양은 어떻게 에너지를 만들까요?

지구의 모든 생명체들이 살아 숨 쉴 수 있도록 만드는 엄청난 태양 에너지의 비밀은 태양의 중심에서 일어나는 '핵융합 반응'에 있습니다. 약 1500만°C의 고온과 높은 중력을 가진 태양의 중심에서는 플라즈마 상태인 수소 원자핵들이 서로 밀어내는 성질을 이겨 내고 융합하게 됩니다. 수소 원자핵들이 융합하는 과정에서

감소되는 질량은 아인슈타인의 질량

에너지 관계식( $E=mc^2$ )에

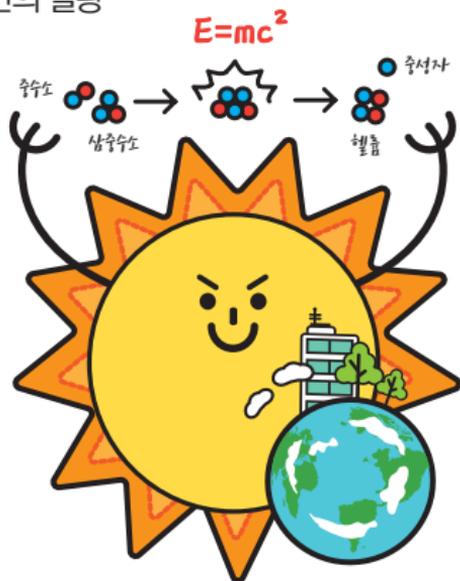
따라 엄청난 빛과

열에너지로 나타나는데,

이것이 태양에너지의

원리인 '핵융합에너지'

입니다.

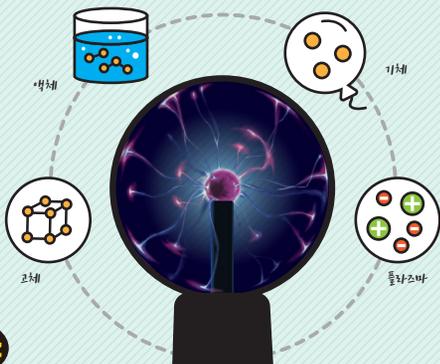


Quiz

태양에너지의 비밀은?

## 플라즈마란 무엇인가요?

핵융합 반응이 일어나는 태양은 고체, 액체, 기체의 상태가 아닌 **물질의 4번째 상태**인 플라즈마 상태입니다. 플라즈마는 기체를 더 높은 온도로 가열하여 원자핵과 전자가 떨어져 자유롭게 움직이는 상태로, 우주의 99% 이상은 플라즈마로 이루어져 있습니다. 우리가 볼 수 있는 자연 상태의 플라즈마로는 번개와 극지방에서 볼 수 있는 오로라가 있으며, 일상생활에서 사용하는 형광등이나 네온사인을 비롯해 반도체나 디스플레이의 제작 과정에도 **플라즈마**가 이용됩니다.



### Quiz

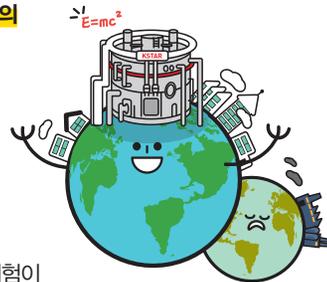
물질의 4번째 상태는?

## 지구에도 핵융합에너지가 필요한 이유는 무엇인가요?

우리가 사용하고 있는 **대부분의 에너지는 한정적**입니다.

그중 화석연료는 미세먼지를 발생시키고 온실가스를 배출하여 지구온난화와 같은 환경문제의 주범이 되기도 합니다. 또한 후쿠시마 원전 사고와 같은 심각한 사고의 위험이 없는 안전한 에너지가 필요합니다.

이러한 에너지 문제를 해결하기 위해 풍력이나 태양광 같은 신재생에너지의 개발이 활발하게 이루어지고 있습니다. 하지만, 대도시나 산업단지에서 필요로 하는 엄청난 에너지를 확보하기 위해서는 **핵융합에너지와 같은 대용량의 에너지**를 지속적으로 생산할 수 있는 발전소가 필요합니다.



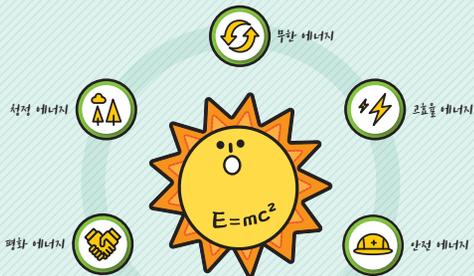
### Quiz

기후변화를 일으키는 것은 무엇인가?

4

## 핵융합에너지는 어떤 점이 좋을까요?

핵융합 연료로 쓰이는 중수소는 바닷물에 무한하게 들어있습니다. 또 다른 연료인 삼중수소는 자연상태에는 존재하지 않지만, 지표면과 바닷물에 풍부한 리튬을 핵융합 장치에서 변환하여 얻을 수 있어 핵융합 연료는 거의 무한합니다. 핵융합연료 1g은 석유 8톤과 같은 에너지 생산이 가능한 **고효율에너지**입니다. 또한 온실가스나 고준위방사성 폐기물이 발생하지 않는 **친환경에너지**이며, 폭발과 같은 심각한 사고의 위험이 없는 **안전에너지**입니다.



Quiz

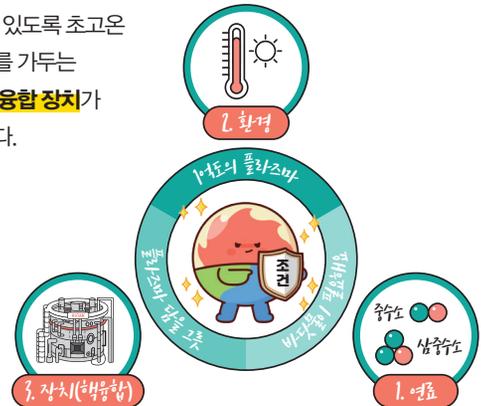
핵융합에너지의 연료는?

5

## 지구에서도 핵융합에너지를 만들 수 있을까요?

지구에서 핵융합 반응을 만들기 위해서는 인공적으로 태양과 같은 환경을 만들어야 합니다. 먼저 핵융합에 사용되는 연료인 중수소(바닷물)와 삼중수소(리튬)가 필요합니다. 지구는 태양보다 중력이 작기 때문에 핵융합 반응이 일어나려면 연료를 태양 보다 뜨거운 1억℃ 이상의 초고온 **플라즈마** 상태로 만들어야 합니다.

또한 핵융합 반응이 계속 일어날 수 있도록 초고온 플라즈마를 가두는 그릇인 **핵융합 장치**가 필요합니다.



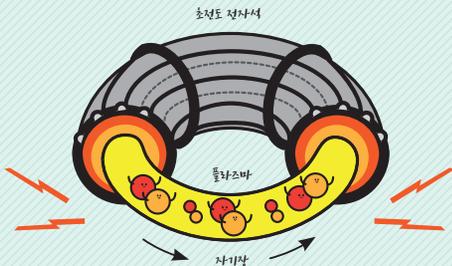
Quiz

핵융합에너지 발생에 필요한 3가지는?

6

## 1억 °C의 플라즈마를 가둘 수 있는 그릇이 있나요?

지구 상에 1억°C의 플라즈마를 직접 가둘 수 있는 그릇은 없습니다. 하지만 과학자들은 자기장의 영향을 받는 플라즈마의 특징을 이용해 초고온의 플라즈마를 가두는 방법을 찾았습니다. 플라즈마는 평소에 자유롭게 움직이지만, 전기적 특성을 가지고 있어 자기장을 만나면 그 방향을 따라서만 움직입니다. 도넛 모양의 용기에 강력한 자기장을 걸어주면 플라즈마는 밖으로 튀어나오지 못하고 용기 내부의 공중에 떠서 자기장을 따라 움직입니다. 이처럼 1억°C의 플라즈마에도 녹지 않는 자기장 그릇이 바로 인공태양이라 불리는 핵융합장치 '**토크막**'입니다.



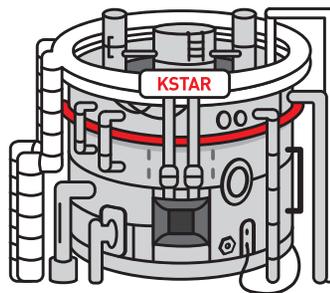
Quiz

1억°C의 플라즈마를 가두는 장치 이름은?

7

## 한국의 태양이라 불리는 KSTAR는 무엇인가요?

인공태양이라 불리는 핵융합장치 '토크막'은 핵융합에너지 개발 연구에 반드시 필요합니다. 우리나라는 **세계 최고 수준의 초전도 핵융합연구장치 KSTAR(케이스타)**를 개발하였습니다. 높이 약 9.6m 지름 약 9.4m, 무게 1,000톤에 해당하는 KSTAR 장치는 1995년 12월 개발을 시작하여 2007년 8월에 완공되었습니다. 2008년 7월 최초 플라즈마 발생에 성공한 후 본격적인 운영에 들어간 KSTAR는 매년 세계 핵융합연구자들을 놀라게 하는 우수한 연구성과를 달성하고 있습니다.



Quiz

우리나라에서 개발한 핵융합 장치 이름은?

## KSTAR가 다른 핵융합장치보다 우수한 점은 무엇인가요?

KSTAR는 기존의 다른 나라 핵융합장치와 달리 신소재 **초전도 자석**을 사용한 초전도 토카막장치입니다. 상전도 자석으로 만든 기존의 핵융합 장치는 자기장을 만들기 위해 강한 전류를 흘리면 저항 때문에 자석이 뜨거워져 오랫동안 가동할 수 없었지만, 저항이 없는 초전도 자석을 사용한 KSTAR 장치는 장시간 운전이 가능합니다. 초전도 자석은 보통 영하 268°C의 저온에서 운전되어야 하므로, KSTAR는 '**세상에서 가장 뜨거운 물질을 담은 가장 차가운 그릇**'이라고 할 수 있습니다.

KSTAR는 초전도 자석을 사용한 덕분에 오랫동안 초고온 플라즈마를 운전하는 연구에서 세계적인 기록을 달성하고 있습니다.

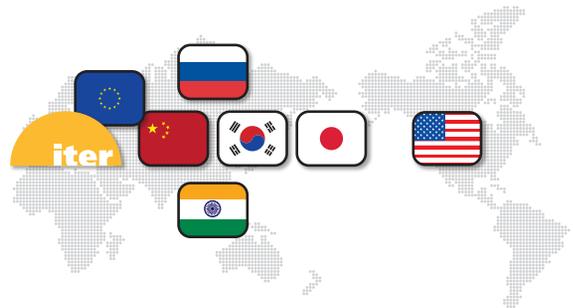


### Quiz

KSTAR는 어떤 자석을 활용 했는가?

## 국제핵융합실험로 ITER는 무엇인가요?

에너지 문제의 심각성을 깨달은 선진국들은 핵융합에너지 개발을 앞당기기 위해 힘을 모으기로 약속합니다. **우리나라**를 비롯한 **유럽 연합, 미국, 일본, 중국, 러시아, 인도** 등 7개 국가는 핵융합을 이용한 대용량 에너지 생산 가능성을 최종 확인하기 위해 국제 핵융합실험로(ITER)를 건설하고, 이를 활용한 연구를 공동으로 진행하게 됩니다. ITER는 인류 최대의 **과학기술 공동 프로젝트**로 우리나라는 KSTAR의 건설과 운영을 통해 확보한 핵융합 기술을 바탕으로 당연히 참여할 수 있게 되었습니다.

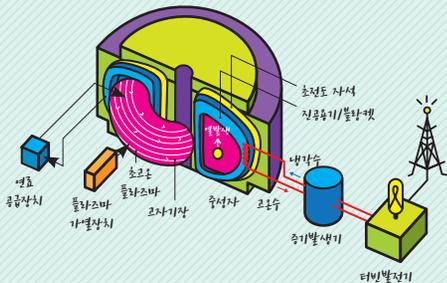


### Quiz

세계가 공동으로 개발하는 핵융합로의 이름은?

## 핵융합에너지로 어떻게 전기를 만드나요?

핵융합 장치의 중심인 진공용기 안에 핵융합 연료인 중수소와 삼중수소를 넣고, 플라즈마 상태로 가열합니다. 자기장을 이용해 플라즈마를 진공용기 안에 가두고 가열장치를 활용해 플라즈마 온도를 1억℃ 이상으로 높게 되면 핵융합 반응이 시작됩니다. 핵융합 반응의 결과로 나오는 중성자는 엄청난 운동에너지를 갖고 있습니다. 이 **중성자가 진공용기 내벽에 설치된 블랑켓이라는 부분에 부딪히면 냉각수를 가열하여 증기를 발생**시켜 대용량의 전기를 생산할 수 있습니다. 동시에 블랑켓에 부딪힌 중성자는 리튬과 반응하여 핵융합 연료인 삼중수소를 다시 만들어 냅니다.



Quiz

핵융합반응 과정에서 에너지는 어떤 형태로 나타나는가?

## 핵융합에너지는 언제쯤 사용할 수 있게 되나요?

핵융합에너지로 실제 우리 생활에 필요한 전기를 생산하기 위해서는 앞으로 약 20~30년이 더 필요합니다. 우리나라는 KSTAR를 활용하여 고온의 플라즈마를 제어 하고, 오랫동안 핵융합 반응이 유지 될 수 있는 방법을 연구하고 있습니다. 또한 국제 공동으로 건설하는 ITER를 활용해 핵융합을 이용한 대용량에너지 생산 방법을 연구할 예정입니다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 핵융합으로 전기 생산을 실증하는 핵융합 실증로(DEMO)의 건설을 추진 하여 **2050년대에는 핵융합을 통한 전기생산이** 가능해집니다. 이후 상용 핵융합 발전소 건설을 통해 실생활에서 핵융합 에너지를 사용할 수 있게 될 것입니다.



Quiz

핵융합 발전을 통해 전기를 사용할 수 있는 시기는?



## 핵융합연구로 얻은 기술은 또 어떻게 쓰이나요?

핵융합 연구는 고진공, 극저온, 초고온 등 극한기술을 모두 필요로 하는 첨단 기술들의 집합체입니다. 핵융합 연구 과정에서 얻은 기술들은 항공 우주, 의료, 국방 장비 등 다양한 **첨단 산업 분야**에 활용될 수



있습니다. 플라즈마 응용기술 역시 반도체, 디스플레이, 환경, 농식품 분야 등 대부분의 산업 분야에 적용 되고 있습니다. 이처럼 핵융합과 플라즈마 기술은 에너지 분야 뿐 아니라 첨단 기술을 고르게 발달시킬 수 있는 **미래형 종합 기술 분야**입니다.

### Quiz

핵융합 기술이 쓰이는 또 다른 분야는?