

문과도 물리할 수 있어! 5편. by 엘컴이

1. 서론

글을 쓰기에 앞서, 이번 콘텐츠는 물리를 접해보지 못한 문과분들, 혹은 생지선 택자분들을 위한 글이니 배움의 깊이가 물리 선택자들보단 깊진 않습니다. 이 점은 많은 분들께 양해 부탁드립니다. 또한, 이해를 돕기 위해 약간의 왜곡이 들어가 있을 수 있습니다.

2. 시간여행은 가능할까요?

누구나 살면서 '과거로 돌아가고 싶어요', 혹은 '미래의 배우자를 미리 만나보고 싶어요' 등등 소원을 빌어본 적이 있을 것입니다. 또는, 미래에서 시간여행한 사람이 있다는 사진을 보신 적이 있으시겠죠. 과연 이것은 가능한 이야기일까요? 오늘은 시간여행과 관련된 내용 중 일부를 잠깐 이야기해볼까 합니다.

3. 온도와 열

열을 배우기 전에 온도부터 알아봅시다. 우리나라에서는 섭씨 온도를 사용합니다. 미국은 화씨 온도를 사용하죠. 하지만 과학에서는 K(켈빈)이라는 단위를 가진 '절대 온도'를 따로 사용합니다. 분자의 운동에너지가 0이 되는(분자가 움직이지 않는) 순간이 절대 온도가 0인 순간이며, 온도의 간격은 섭씨온도와 같습니다. 이 건 참고로 알아두시면 좋지만, 0°C는 절대 온도로 273.15K에 해당합니다. 반대로 절대 온도가 0K인 순간은 섭씨온도가 -273.15°C겠죠!

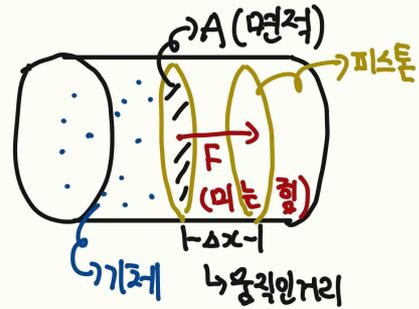
물리학에서 열이란 계의 주변 온도 차이로 인해 고온체에서 저온체로 이동하는 에너지를 의미합니다. 한마디로, 그냥 뜨거운 물체에 있는 열이 차가운 물체로 이동한다고 생각하시면 될 것 같습니다. 만약 50°C의 물과 20°C의 물을 서로 섞는다면 온도는 어떻게 될까요? 냐, 맞습니다. 물의 양에 따라 다르겠지만, 20°C와 50°C 사이 적절한 온도로 맞춰지겠죠. 50°C의 물은 열을 빼앗기고, 20°C의 물은 열을 받을겁니다. 이때 이동한 열의 양을 열량이라 부르며, 이렇게 적절한 온도로 맞춰지면 우린 이 상태를 열평형 상태라 부릅니다.

4. 이상기체와 하는 일

우선, 이상기체란 무엇일까요? 이상한 기체? 비슷하지만 약간은 다릅니다 ㅎㅎ 이상기체란 실제로 존재하지 않는 이상적인 기체를 의미합니다. 크기나 분자간 인력 등을 무시하여서 변수를 최대한 제거한 상태인 기체죠. 오늘 배우는 열역학에

서 나오는 모든 기체는 이 이상기체라고 생각하시면 될 것 같습니다.

우리는 저번 시간에서 물체가 하는 일은 힘과 거리의 곱이라 배웠습니다. 이상기체가 하는 일도 같은 공식으로 구할 수 있겠죠! 압력 (P)은 단위면적당 누르는 힘의 크기로 생각하시면 좋을 것 같습니다. 전체 힘의 크기를 면적으로 나눈 값이죠 ($P = \frac{F}{A}$).



기체가 하는 일 = 힘 × 거리

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$= (PA) \cdot \Delta x$$

$$= P \cdot (A \cdot \Delta x)$$

$$= P \Delta V$$

오른쪽 사진은 기체의 압력이 P 로 일정할 때, 기체가 피스톤을 미는 상황입니다.

이때 기체가 한 일은 미는 힘에 거리를 곱한 값이니 $F\Delta x$ 가 되겠죠. 위 압력식에서 힘을 구하여 대입하면 결국 기체가 하는 일은 압력에다가 부피의 변화량을 곱한 값이 나옵니다.

만약 기체의 압력이 P 로 일정할 때, 그 기체의 부피가 V 에서 $3V$ 로 바뀌었다면 이 기체가 한 일은 얼마일까요? 넵 맞습니다. 부피의 변화량은 $2V$ 이니 압력을 곱한 $2PV$ 만큼 일했다고 말할 수 있습니다. 부피가 반대로 $3V$ 에서 V 만큼 줄어들었다면요? 그때 기체는 $2PV$ 만큼 일을 받았다 라고 이야기합니다.

5. 기체의 내부에너지

기체의 내부에너지는 기체 분자의 운동에너지와 퍼텐셜에너지의 총합입니다. 하지만 이상기체의 경우, 퍼텐셜 에너지를 정의하지 않고 생각하기 때문에 이상기체의 내부 에너지는 기체 분자의 운동에너지에 비례합니다. 엇 그러면 기체 분자는 언제 운동에너지가 높을까요? 여러분이 만약 불길과 눈길을 각각 걷는다고 가정해 봅시다. 언제 여러분들 발이 가장 빠를까요? 네! 맞습니다 ㅎㅎ 불길을 걸을 때는 죽을 힘을 다해 달리겠죠..! 기체도 마찬가지입니다. 온도가 높을수록 기체 분자는 가장 활발히 운동합니다. 따라서 기체의 내부에너지는 온도에 비례한다고 얘기할 수도 있습니다.

6. 열역학 법칙

인류 문명은 무엇의 발견으로 시작되었나요? 아마 많은 분들이 “불의 발견으로부터 시작되었다.”라고 하실겁니다. 이렇듯, 열에너지는 우리 주변에서 찾고 사용하기 쉬우며, 여전히 그리고 앞으로도 많은 기관들의 원동력이 될 소재이기 때문에 열과 일에 대하여 배울 필요가 있습니다. 열역학은 그 열에너지를 배우는 학문입니다. 뉴턴의 고전역학 이후, 만들어진 두 개의 영역인 전자기학과 열역학. 오늘은 열역학에 대해 알아보시다.

(1) 열역학 제 0법칙(열역학적 평형)

: 두 계가 다른 한 계와 열적 평형을 이룬다면, 그 두 계는 서로 열적 평형을 이룬다.

즉, '물체 A와 B가 열평형을 이루고 물체 A와 C가 열평형을 이루면 물체 B와 C도 열평형을 이룬다.'라는 뜻입니다. 열역학 제 0법칙은 어찌보면 너무나도 당연한 이야기입니다. $a=b$ 이고 $b=c$ 이면 $a=c$ 다. 누구나 아는 내용이잖아요! 하지만, 이후 알려드릴 열역학법칙이 확정되고 위 내용의 중요성이 부각이 되면서, 새로만 들어졌습니다. 이 법칙으로 온도를 정의할 수 있죠.

(2) 열역학 제 1법칙(에너지 보존의 법칙)

: 어떤 계의 내부에너지의 변화량은 계에 들어온 열 에너지에서 계가 외부에 해준 일을 뺀 양과 같다.

여전히 말이 어렵죠 ㅎㅎ. 간단히 말해서 '받은만큼 준다.'라고 생각하시면 될 것 같습니다. 만약 외부에서 500만큼의 열량을 가한다면, 이 기체는 그 중 일부를 가지고 외부에 일을 하고 나머지는 본인의 온도를 높이는데(내부에너지가 변화하는데) 쓴다는 이야기입니다. 수식으로 풀어쓰면 $Q = \Delta U + W$ 로 표현할 수 있습니다. 여기서 Q 는 열량, ΔU 는 내부에너지 변화량, W 는 기체가 외부에 하는 일입니다. 위에서 배운 $W = P\Delta V$ 를 사용하면, 받은 열량만큼 기체의 온도와 부피가 변한다. 라고 이야기할 수 있겠네요!

예를 들어, 어느 이상기체가 100J만큼의 열에너지를 받았더니 외부에 40J만큼의 일을 하였다고 해봅시다. 일을 하고 난 후의 이상기체의 내부 에너지 변화량은 그러면 60J이 되겠죠! 이런식으로 받은만큼 준다!가 열역학 제 1법칙의 내용입니다.

(3) 열역학 제 2법칙(엔트로피 증대 원리)

: 고립계 내부의 엔트로피 총량은 언제나 증가한다.

많은 사람들이 제일 헷갈리기 쉬운 법칙입니다. 이 법칙을 배우기전에 우선 가역과정과 비가역과정을 배워봅시다.

-가역과정과 비가역과정

가역과정이란 처음으로 돌아갈 수 있는 과정을 이야기합니다. 그럼 비가역과정은요? 그쵸! 스스로 원상태로 돌아갈 수 없는 과정이겠죠. 여러분 방에 방향제를 두었다고 해봅시다. 그럼 이 방향제에서 나온 분자들이 방 이곳저곳으로 퍼지면서 방에 향기가 가득하겠죠. 근데 이 향기들이 다시 스스로 방향제 안으로 되돌아갈 수 있나요? 아뇨, 없습니다. 시간이 지나면 지날수록 더 방 안에 퍼지겠죠. 이것이 바로 비가역과정입니다.

-엔트로피

그러면 엔트로피는 무엇인가요? 사실 이 용어는 한국어로 번역하기 힘든 용어 중

하나입니다. 그래도 번역하자면, 입자들의 무질서도로 번역할 수 있겠네요.
우리가 살고 있는 세상은 이 엔트로피가 증가하는, 즉 세상이 무질서해지는 쪽으로 변하려고 합니다. 뭔가 직관적으로 와닿지 않으니깐 한번 예시를 들어볼까요?
여러분 손에는 잘 정돈된 트럼프카드가 있습니다. 손에 힘을 풀면 이 카드들은 바닥으로 떨어지며 정돈이 되었지 않은, 즉 무질서한 상태로 바닥에 흩뿌려지겠죠. 하지만 이 카드들을 다시 정돈시키려면 힘을 들여야(즉, 외부에서 에너지를 넣어야) 합니다. 즉, 무질서해지는 방향이 이 우주에서는 가장 자연스러운 현상이라는 내용입니다. 만약 우리가 카드들을 정리한다면 카드의 무질서도는 감소하겠지만, 우리가 힘을 썼으므로 우리의 무질서도는 증가하여 '나와 카드'라는 계의 전체 무질서도는 증가할 것입니다. 어떤 일이든, 자연 현상은 항상 엔트로피(무질서도)가 증가하는 방향으로만 일어난다는 법칙이 바로 열역학 제 2법칙입니다.

이 법칙을 통해 항상 열은 고온에서 저온으로 이동한다는 것을 알 수 있습니다. '왜 반대는 안되지?'라고 생각하실 필요가 없습니다. 그게 이 우주에선 너무나 자연스러운 현상이니까요.

이 내용으로 또한, 과거로의 시간여행이 불가능하다는 것을 알았습니다. 시간의 흐름은 지금이 가장 자연스러운 현상입니다. 만약 과거로 돌아가고 싶다면, 엔트로피를 역전시켜야겠죠..즉, 기를 쓰고 엔트로피를 감소시키면 과거로 돌아갈 수 있을지도 모릅니다 ㅎㅎ. 오늘 전체 내용이 끝난 후에 이 내용과 관련된 영화를 소개하고자 합니다.

7. 열역학 과정

열역학 과정을 한눈에 보기 쉽게 하는 그래프가 있습니다. 바로 $P-V$ 그래프로 압력과 부피의 관계를 나타낸 그래프입니다. 압력과 부피에는 무슨 관계가 있는지 이제 알아보겠습니다.

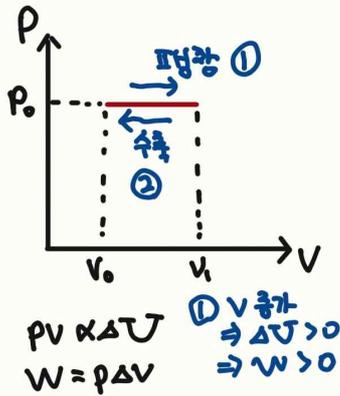
-이상 기체 상태 방정식

아마 주변에 이과 친구분이 계시다면, 한번쯤 들어봤을 수도 있는 용어입니다. 자세한 설명은 넘어가고 결론만 이야기하자면 압력과 부피의 곱은 온도에 비례한다는 내용입니다. 수식으로 쓰면 $PV=nRT$ 로 나옵니다. 여기서 n 은 기체 분자수, R 은 기체상수를 의미하지만 여러분들이 깊게 아실 필요는 없는 내용입니다. 그냥, 부피와 압력의 곱은 온도에 비례하는구나!만 알아주세요. 밑에 표로 정리해뒀으니 이해 안가시는 분들은 읽어주세요.

	Q (열량)	ΔU (내부 변화량)	W (일)
(+)	흡수(흡열)	U 증가 $\rightarrow T$ 상승	일을 했다 \rightarrow 팽창
(-)	방출(발열)	U 감소 $\rightarrow T$ 하강	일을 받았다 \rightarrow 압축

$PV \propto T, W = P\Delta V$ 위 표는 각각 음, 양의 값일 때 표현하는 방법을 정리한 것입니다.

이제 관계들을 알았으니 대표적인 몇몇 과정만 배워봅시다.

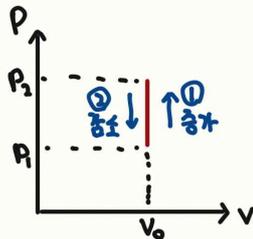


① V 증가 $\Rightarrow \Delta U > 0$
 $\Rightarrow W > 0$
 $Q = \Delta U + W$
 (+) (+) (+)
 ② V 감소 $\Rightarrow \Delta U < 0$
 $W < 0$
 $Q = \Delta U + W$
 (-) (-) (-)

(1) 등압과정($\Delta P = 0$)

말 그대로 압력이 일정한 과정을 이야기합니다. 왼쪽 그림에 나오는 그래프(P-V 그래프)를 보시면 압력은 P_0 로 일정하고 부피만 변하는 것을 보실 수 있습니다. $PV \propto T$, $W = P\Delta V$ 에 의해 팽창할 때에는 부피가 증가하니 외부로 일을 하였으며, 온도가 올라간 과정임을 알 수 있습니다. $Q = \Delta U + W$ 식에 의해 따라서 열량도 양의 값을 가지는 것을 알 수 있네요. 즉, 외부로부터 열을 받아 온도도 증가하고 외부로 일을 하고있는 과정입니다.

②번인 수축하는 과정은 정확히 반대로 일어나는 것을 확인하실 수 있습니다.



$PV \propto T$
 $W = P\Delta V$

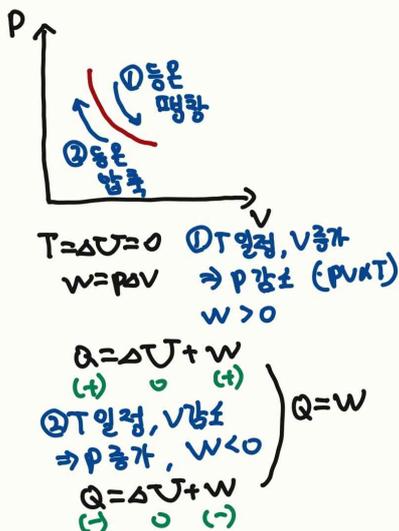
① P 증가 V 일정 $\Rightarrow PV \uparrow \Rightarrow T \uparrow$
 $W = P\Delta V = 0$
 $Q = \Delta U + P\Delta V$
 (+) (+) 0
 ② P 감소 V 일정 $\Rightarrow PV \downarrow \Rightarrow T \downarrow$
 $W = 0$
 $Q = \Delta U + P\Delta V$
 (-) (-) 0

(2) 등적과정($\Delta V = 0$)

이번엔 부피가 일정한 과정입니다. 부피의 변화량은 0이니 일의 양도 0입니다.

우선 ①번인 압력이 증가하는 과정에서는 부피가 일정하고 압력이 증가하였으니 온도도 비례하여 올라감을 알 수 있습니다. 반대로 압력이 감소한 과정인 ②번에서는 온도가 내려가는 것을 확인할 수 있네요.

이 과정에서 중요한 것은 기체가 받은(혹은 내준) 열량은 모두 내부에너지 변화량에 쓰인다는 것입니다. 즉, 온도의 변화에만 영향을 준다는 뜻이죠.

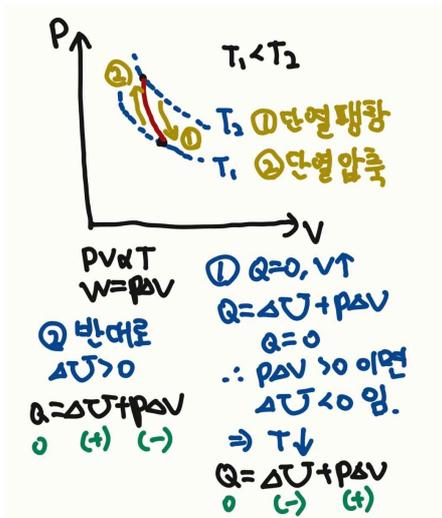


$T = \Delta U = 0$
 $W = P\Delta V$

① T 일정, V 증가 $\Rightarrow P$ 감소 ($PV \propto T$)
 $W > 0$
 $Q = \Delta U + W$
 (+) 0 (+)
 ② T 일정, V 감소 $\Rightarrow P$ 증가, $W < 0$
 $Q = \Delta U + W$
 (-) 0 (-)

(3) 등온과정($\Delta T = 0$)

압력과 부피가 변하지 않는 과정을 배웠으니 이번엔 온도가 변하지 않는 과정이겠죠. $\Delta T = 0$ 이니 내부에너지 변화량도 0입니다. 팽창하는 과정인 ①번은 부피가 증가하니 외부로 일을 하였으며 $Q = \Delta U + W$ 에 의해 열량도 양의 값을 가지는 것을 알 수 있네요. 반대인 ②번 과정은 일과 열량 모두 음의 값을 가집니다. 두 과정 모두 내부에너지 변화량은 0이므로 열을 받은 만큼 일을 하고, 열을 잃은 만큼 일을 받는 과정입니다. 즉, 열의 양=일의 양이네요.



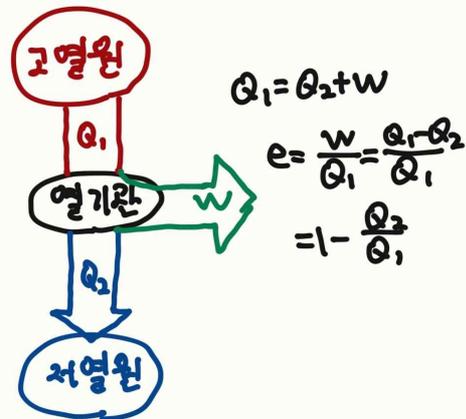
(4) 단열과정(Q=0)

이제 마지막 과정인 열출일이 없을 경우인 단열과정에 대하여 살펴보겠습니다. 열출일이 없을 때 팽창한다면 단열팽창, 반대는 단열압축이라 합니다. 단열과정에 경우 $Q = \Delta U + W$ 에서 $Q=0$ 이므로 일이 양의 값일 경우 온도변화가 음의 값, 일이 음의 값일 경우엔 반대값이 나옵니다. 따라서 단열팽창할 경우 기체가 외부에 일을 한만큼 기체의 온도는 줄어들게되고, 외부로부터 일을 받으면(단열압축) 기체의 온도는 증가하게 됩니다.

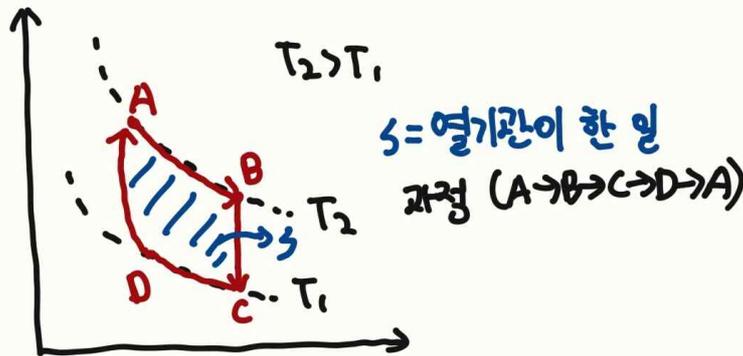
8. 열기관과 열효율

이 과정들이 과연 현실에서는 어떻게 적용될까요? 우선 열기관이란 외부로부터 받은 열에너지를 유용한 에너지로 전환하는 기관입니다. 여러분이 어느정도 들어보셨을 증기기관이나 디젤기관 스텔링 엔진 등등이 있죠.

오른쪽 그림은 열기관의 모식도를 엄청 단순화 시킨거라 보시면 될 것 같습니다. 열기관은 고열원에서 열 Q_1 을 받아 W 만큼 일을 하고 남은 열인 Q_2 를 저열원에 방출하여 원래상태로 돌아옵니다. 이 과정을 계속 반복하며 이것을 열기관의 순환과정이라 부릅니다. 자 근데, 원래 상태로 돌아온다고 하였죠? 그러면 순환과정을 한번 거칠 때 열기관의 내부에너지 변화량은 어떻게 되나요? 네! 맞습니다. 원래 상태로 돌아오니 순환과정을 한번 거칠때마다 내부에너지 변화량은 0이 됩니다.



이를 P-V 그래프로 그려내면 다음과 같습니다. 물론 열기관마다 그래프 모양은



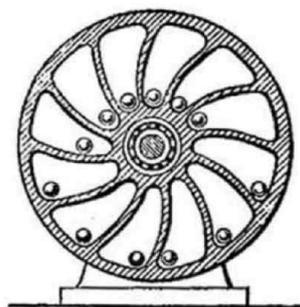
다릅니다! 그냥 제가 임의로 그린 열기관 그래프니까요 그냥 아 이렇게 한 사이클(순환과정)이 구나를 봐주시면 될 것 같습니다. 또한 그래프 밑넓이는 열기관이 한 일과 같습니다.

근데 모식도 사진을 보시면 처음 보는 알파벳 e 가 있습니다. 이는 열효율이라 하며, 열기관의 효율을 나타낸 것이라 보시면 될 것 같습니다. 즉, 들인 열에 비해 얼마만큼의 일을 하나!를 나타낸 것입니다. 당연히 열효율이 높으면 높을수록 좋겠죠. 열효율은 열기관이 한 일(W)을 흡수한 열(Q_1)로 나눈 값입니다. 근데 $Q_1 = W + Q_2$ 라는 식에서 일은 흡수한 열과 방출한 열의 차이로 둘 수 있으므로 이를 적용하면 열효율 $e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ 으로 나타낼 수 있습니다.

만약 어느 열기관이 한번의 순환과정에서 1000J만큼의 열을 받아 400J만큼 방출하였다면 이 열기관은 600J만큼 일했다고 말할 수 있습니다. 따라서 열효율은 $\frac{600}{1000} = 0.6$ 이 되겠네요. 추가적으로, 열효율이 가장 높은 이상적인 열기관을 우리는 카르노 기관이라 부릅니다.

그러면 열효율이 1일 수 있을까요? 이는 온도가 0K인 저열원은 존재할 수 없기 때문에 열역학 법칙에 위배되는 기관이라 현실에서 존재할 수 없습니다. 이해안가신다면 아 그냥 그렇구나!하고 넘어가셔도 될 것 같아요!

9. 영구기관과 무한동력



뭔가 많이 본 사진이죠. 저 구슬들에 작용하는 중력으로 인해 바퀴가 회전하고, 이 회전 때문에 쇠구슬이 원래 위치로 돌아오면서 영구적으로 회전한다는 무한동력장치. 오늘 이 글을 읽은 분이라면 말도 안되는 사진인 것을 아실 수 있을 겁니다. 열역학 제 1법칙에 따르면 외부에서 에너지를 받지 않는데 스스로 일을 하고 에너지를 새로 생산할 수 없기 때문이죠.

위와 같은 기관은 열역학 제 1법칙에 위배되는 기관으로 이렇게 열역학법칙에 위배되는 기관을 영구기관이라 부릅니다. 인터넷에 엄청 떠도는 무한동력 사진들. 그거 모두 불가능한 것이니 실제로 따라하지 마세요..!

10. 질량 결손

이제부터 열역학이 아닌 핵반응에 대해 알아보려고 합니다. 이 파트는 사실 수능 물리에서 특수 상대성이론 뒤에 나오는 엄청 조그만 단원이라 제가 임의로 순서를 조금 바꿔놨습니다 ㅎㅎ. 열역학에서는 열을 받은만큼 일을 하고 방출합니다. 그러면 핵반응에서는 어떻게 될까요? 핵반응에서는 결손된 질량만큼 에너지가 생

기게 됩니다. 이 말을 이해하려면 아인슈타인이 이야기한 질량-에너지 등가의 법칙에 대해 알아야합니다. 여러 유도과정이나 사고과정은 배우기 어려우니 다 차치하고 이것만 기억하시면 됩니다. ‘질량과 에너지는 똑같은 본질의 다른 형태이다.’ 말이 조금 어렵나요? 좀 더 쉽게 이야기하자면 ‘질량과 에너지는 똑같은 것이다.’ 즉, 질량이 에너지로 바뀔 수 있다는 이야기입니다. 이는 아인슈타인이 알아낸 사실이며 물리학자들이 두 번째로 사랑하는 공식 $E=mc^2$ 과 관련된 공식이기도 합니다. 로런츠 불변성이나 도플러 효과 등등으로 위 식을 도출해내는 과정이 있지만, 이는 고등학교에서 전혀 배우지 않으니 ㅎㅎ..그냥 위 공식을 통해 질량과 에너지는 서로 바뀔 수 있구나!를 알아두시면 좋을 것 같습니다.

즉, 핵반응에서 질량이 결손된만큼 에너지가 생기면서 우린 그 에너지를 이용하여 먹고 사는 것이죠.

11. 핵반응

핵반응에 대해 배우기전에 우린 원자를 어떻게 표시하는지 한번 알아봅시다. 탄소가 C로 표기되는 것은 대부분 알고 계실겁니다. 모르셔도 상관없습니다! 지금 알아가면 되니까요 ㅎㅎ. 근데 물리에서는 좀 더 자세히 표기합니다. 탄소를 예를 들어 $^{12}_6\text{C}$ 으로 표시할 수 있습니다. 좌측 위에 표시된 수는 질량수, 좌측 아래에 표시된 수는 원자 번호를 의미하며 여기서 원자 번호는 양성자수입니다.

질량수는 뭐지, 원자번호? 양성자수? 이것들은 또 뭐지? 하면서 벌써 머리아프시죠. 간단하게 이야기하자면 양성자수는 원자가 가지고 있는 양성자의 개수입니다. 전자가 음의 값을 가진다는 것은 중학교때 배운 적이 있으실겁니다. 그래서 보통 마이너스로 표시했죠. 양성자는 전자와 반대로 양의 값을 가지는 아이입니다. 원자는 중성(음도 양도 아님)을 띠는 특성이 있기 때문에 원자에 전자가 있는 만큼 양성자도 있는 것이죠. 그래서 양성자수=전자수로 이야기할 수 있습니다.

그럼 이제 질량수는 무엇인가요? 질량수란 양성자수와 중성자수를 합친 값입니다. 어 중성자는 뭘까요? 자, 양성자는 뭘였죠? 양의 값을 띠는 입자입니다. 그럼 중성자는 뭘까요? 네! 중성을 띠는 입자를 의미합니다. 원자가 가지고 있는 양성자의 개수와 중성자의 개수를 합치면 그게 질량수가 되는 것이죠. 여기서 질량수는 질량과 다른 개념입니다. 질량수는 말 그대로 양성자의 개수와 중성자의 개수를 합한 개념이며 질량은 여러분이 알고 계신 개념입니다.

그럼 새로 예시를 들어 $^{13}_6\text{C}$ 인 탄소가 있습니다. 양성자수는 밑에 있는 원자번호와 같으므로 6이겠죠. 그럼 중성자수는요? 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이므로 중성자수는 13에서 6을 빼 7일겁니다. 원자에 대한 이야기는 추후 전자기편에서 자세히 다룰 예정이니 지금은 아 이렇구나! 하고 넘어가주세요.

(1) 핵분열

이제 핵분열에 대해 알아보시다. 핵분열이란 무거운 원자핵이 원래 원자핵보다 가벼운 두 개 이상의 원자핵으로 쪼개지거나 분열되는 핵반응을 이야기합니다. 간단히 말해 그냥 무거운 애가 가벼운 애 여러개로 쪼개진다고 생각하시면 될 것 같습니다. 이 핵분열은 원자력 발전소에서 주로 사용되는데요. 질량-에너지 동등성에서 손실된 질량만큼 에너지를 얻는걸 이용하여 우라늄에 느리게 움직이는 중성자를 충돌시켜 핵분열을 의도적으로 일으켜 에너지를 얻는 원리입니다. 이 충돌과정을 연쇄적으로 일으키면서 계속 에너지를 얻는 것이죠! 식은 밀과 같이 나옵니다. $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{56}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n} + \text{E}$. 여기서 U는 우라늄 n은 중성자라는 것만 아시면 됩니다. 우라늄과 중성자가 충돌하여 저런 원자들이 만들어지고 남은 질량은 에너지로 전환된다! 라는 것이 중요한 포인트입니다.

근데 한번 저 수들끼리 더해볼까요? 좌측 위에 있는 숫자들끼리 더하면 좌변은 236, 우변도 $92 + 141 + 3 = 236$ 이 나옵니다. 원자 앞에 숫자가 있다면 숫자 곱해서 더하시면 됩니다. 옛 질량수는 동일하네요? 밑에 양성자수도 실제로 더해보면 좌우변 모두 92로 동일하다는 것을 알 수 있습니다.

우리는 이를 통해 핵반응이 일어날 때, 질량은 결손되지만 질량수의 합과 양성자수의 합은 보존된다는 것을 알 수 있습니다. 입자들이 사라지진 않는다는 것이죠.

(2) 핵융합

핵분열이 무거운 원자핵에서 가벼운 원자핵으로 쪼개지는거였죠. 그렇다면 핵융합은요? 네! 맞습니다. 가벼운 원자핵들이 무거운 원자핵이 되는 핵반응을 핵융합이라 합니다. 핵융합은 핵분열보다 훨씬 더 많은 에너지를 만들어냅니다. 당장 우리주변에 예시가 있죠. 바로 태양입니다. 태양이 밝게 빛나는 원인은 핵융합반응을 통해 에너지를 만들어내기 때문이죠. 핵융합반응 예시를 한번 들어볼까요.

${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{E}$ 왼쪽 식은 수소 핵융합 반응식입니다. 여전히 질량수와 양성자수는 보존되며 결손된 질량은 에너지로 전환됩니다. 밑에 표로 정리를 해뒀으니까요! 이해가 잘 안가신 분들은 표도 같이 읽어주세요

	개념	그림
질량수	양성자수+중성자수	
양성자수	양성자의 개수	
중성자수	중성자의 개수	
양성자	양의 전하를 띠는 입자	
중성자	중성인 입자	
보존되는 것	질량수, 양성자수	
보존되지 않는 것	질량 → 에너지로 전환	

12. 마무리

오늘은 열역학부터 질량-에너지 동등성, 핵반응에 대해 배워봤습니다. 조금 더 깊게 들어가고자 하는 마음도 있었지만, 과학 베이스가 쌓이지 않은 분들이 따라가기에는 조금 무거울 것 같아 이 글을 여기서 끝내고자 합니다. 아무래도 오늘 새로운 개념들이 잔뜩 나와서 읽으면서 머리가 아프신 분들도 계셨을 것 같은데요. 그래도 개념 하나하나 설명드리려고 노력했으니까 천천히 읽어주시면 감사할 것 같습니다 ㅎㅎ. 혹여 이해 안가는 용어나 개념이 있다면 댓글로 남겨주세요! 언제든지 답변 남겨드리겠습니다.

또한 오늘 배운 핵분열과 엔트로피에 대해 더 알고 싶으신 분들을 위해 유튜브 링크를 가져왔습니다. <https://youtu.be/enK6TAPZ5T4> 왼쪽 링크는 핵분열에 대해 '안될과학'이라는 유튜브 채널에서 올린 내용입니다. 제가 정말 즐겨듣고 거의 매일 보는 유튜브 채널 중 하나입니다. 내용도 유익하고 듣기도 좋으니 꼭 한번 보시길 바랍니다.

<https://youtu.be/bUxFgtQgFpc> 왼쪽 링크는 김상욱 교수님께서 설명하시는 엔트로피에 대한 내용입니다. 제가 정말 좋아하는 교수님이십니다. 대중들이 쉽게 이해할 수 있도록 설명하시는 분이니까요. 좀 더 전문적인 내용을 알고 싶으시면 보시는걸 추천드립니다.

오늘은 분량상의 이유로 수능 물리학 문제를 푸는 컨텐츠는 없습니다. 가볍게 그리고 재밌게 읽으셨기를 바랍니다. 좋아요도 많이 눌러주세요 ㅎㅎ 감사합니다. 지금까지 엘کم이었습니다.

