

## 만유인력 상수의 미시적 의미

$$F=G*Mm/r^2$$

이 식은 이공계학생이라면 누구나 알고 있을 정도로 유명한 만유인력의 법칙이다. 이 법칙은 17C에 코페르니쿠스로부터 시작된 과학혁명을 거인의 어깨위에 선 뉴턴이 완성했다는 점에서 더 역사적인 의의를 가지기도 한다. 그래서 흔히들 고전역학의 완성은 뉴턴이 했다고 생각하고 상대성이론이나 양자역학 등으로 대표되는 현대물리와 비교해서 고전역학을 뉴턴역학이라고 부르기도 한다.

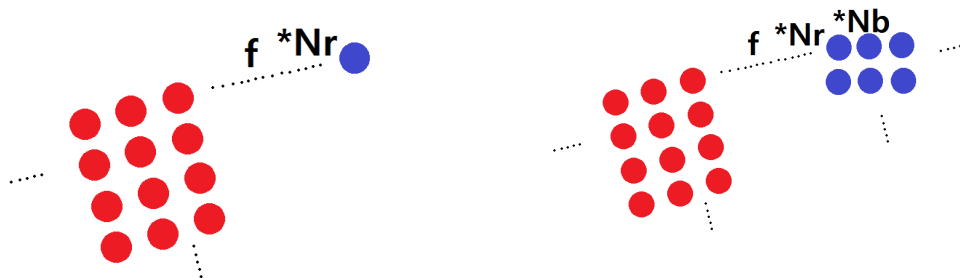
어쨌거나 뉴턴이 떨어지는 사과를 보며 생각해냈다는 일화로 유명한 이 법칙은 거시적 관점을 대표한다고 할 수 있다. 그러나 나노수업을 수강하는 것을 계기로 만유인력의 법칙을 미시적으로 해석해보려 한다.

$$G=6.673*10^{-11}Nm^2/kg^2$$

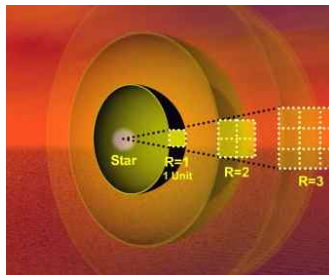
이 값은 만유인력상수의 값이다. 근데 과연 여기에서 G라는 상수는 왜 존재해야 하는가에 대해서 생각해보거나 알고 있는 사람은 많지 않을 것이다. 큰 질량을 가진 두 행성간에 작용하는 힘에 대해서 코페르니쿠스의 태양계 행성 궤도 관측결과를 이용해서 만유인력 법칙이 나오게 되었지만 이미 질량을 가진 모든 물체 사이에는 힘이 작용한다는 사실을 알고 있는 시점에서 역으로 작은 입자로부터 다시 출발해보자.



미소질량 혹은 단위 질량을 가지고 있는 두 입자에 대해서 생각해보자. 그러면 당연히 두 입자 사이에는 만유인력이 작용한다.(가정1) 그리고 이 만유인력이라는 것을 매개하는 가상의 존재 중력자를 가정해보자.(가정2) 마지막으로 이 중력자라는 것은 직진성을 가지고 있다고 생각한다면(가정3) 이때의 작용하는 힘을  $f$ 라고 하자.



이제 빨간입자(중력자 발신입자)를 기준으로 충분히 먼 거리에 떨어져 있어서 빨간 입자들 사이의 거리는 파란입자와의 거리에 비하면 무시할 수 있다고 하고(가정4) 질량M이 될 수 있는 빨간입자의 수를 Nr이라고 하면 f였던 힘은  $f * Nr$ 이라고 할 수 있다. 나아가서 파란입자(중력자 수신입자)가 질량 m이 될 수 있는 입자의 수를 Nb라고 하면 힘은  $f * Nr * Nb$ 로 바뀌게 된다.



$$f * Nr * Nb \propto 1/r^2$$

근데 이때 가정3에 의해서 공간상에서 직진을 하는 중력자는 거리의 제곱에 비례하여 줄어 들기 때문에 거리의 제곱에 반비례하게 된다. 따라서 질량 M과 m을 가지는 입자가 서로에게 작용하는 만유인력은 다음과 같다.

$$M = \text{단위질량} * Nr \quad m = \text{단위질량} * Nb \quad \text{이므로}$$

$$F = f * Nr * Nb / r^2 = f / \text{단위질량}^2 * M * m / r^2$$

거시적으로 도출된  $F = G * Mm / r^2$  식과 비교한다면 다음과 같은 사실을 알게 된다.

$$G = f / \text{단위질량}^2$$

이것은 무슨 의미인가? 만유인력상수가 단순히 단위를 보정하기 위해 나온 값이 아니라 광속이 300,000km/s라는 값을 우주가 생성될 때 가지게 된 것처럼 정확한 이유는 더 탐구해 보아야하지만 단위질량에 따라 f라는 힘을 가지는데 그때의 값과 관련된 값이 만유인력 상수의 값인  $G = 6.673 * 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$  과 관련이 있다는 것을 알 수 있다.

이처럼 관점의 스케일을 바꾸는 것만으로도 일견 재밌는 생각들을 해볼 수 있다. 따라서 앞으로의 나노와 관련된 수업에서 이러한 시야를 기를 수 있기를 기대한다.