

색지수에 관한 기초이론

Basic Theory of Color Index

Daehyeon KANG(강대현),

E-mail : wind17320@naver.com

주소 - 전북 진안군 진안읍 상역로 29-6

초록

색지수를 뒷받침하는 이론은 플랑크복사분포공식이 널리 사용되고 있으나 이 방법은 별의 밝기인 사진등급이나 안시등급에 부적절하여 다른 공식을 도입한다.

Abstract

The theory that supports the color index is that the Planck radiation distribution formula is widely used, but this method is inappropriate for the brightness of stars, such as photographic or ophthalmic grades, and introduces other formulas.

본문

태양표면에서 나오는 빛을 흑체복사에 비교하여 보면 표면온도는 대략 5800K 정도로 산출되는 것으로 알려져 있다.

지구대기 밖에 위치한 인공위성에서 측정한 태양복사에너지 분포도를 보면 보라색 쪽에 최대치가 있는 것으로 나오는데, 이것은 태양이 주황색으로 관측되는 것과는 대조를 이룬다. 관측된 색지수(B-V)값이 0.65 정도로 태양복사분포공식에서 예측하는 색지수 값과는 명백한 차이가 있어보인다. 이러한 상황에서 플랑크복사분포공식을 사용하는 점은 오류라 할 수 있겠다.

태양과 같은 항성에서 오는 빛을 사진등급이나 안시등급으로 분석하는 것은 별의 밝기를 정해주는 작업인데 밝기를 빛의 에너지 양으로 오해한데서 비롯된 문제로 보인다. 밝기는 별에서 오는 빛알갱이의 개수에 의해 결정되는 것으로 보아야 마땅하다.

사진건판이나 사람의 눈은 빛알갱이 1개에 대해 1개의 반응을 하는 것이지 에너지양의 크고 작음에 따라 반응이 커지고 작아지는 것이 아니기 때문이다.

광전효과에서 빛알갱이(광자) 1개에 “전자 1개가 튀어나오거나 아무 반응이 없거나”인 경우와 같이 별의 밝기를 사진등급이나 안시등급으로 측정한다면 별의 복사에너지 양보다는 별에서 오는 광자의 진동수별 개수에 주목할 필요가 생긴다.

그렇다면 우리가 사용할 공식을 유도해본다.

우선 흑체에 대한 플랑크복사분포공식은 (1)식과 같다.

$$U(\nu) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (1)$$

(1)식은 일정온도 T에서 빛의 진동수별 단위부피당 복사에너지양을 나타낸다.

널리 알려진 것처럼 빛의 진동수별 에너지양 = “ $h\nu$ X 광자의 갯수” 이다.

플랑크복사분포공식에서 광자갯수를 알아내려면 $h\nu$ 로 나누면 되는 것이다.

$$N(\nu) = \frac{8\pi}{c^3} \frac{\nu^2}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (2)$$

(2)식 $N(\nu) = U(\nu) \div h\nu$ 인 것이다.

별의 밝기를 사진등급이나 안시등급에서 얻어낸 색지수를 이해를 할 때 (2)식을 이용하는 것이 더 설득력이 있다는 것이다.

(2)식을 보면 빛의 진동수 기준에서 최대치는 $h\nu \approx 1.6 kT$ 인 경우다.

태양과 같은 경우(5800켈빈) 최대치는 적외선 영역에 있으므로 빨간색 계열 광자가 파란색계열보다 더 많은 개수를 갖는다.

따라서 태양 색지수(B-V)는 플러스 값인 0.65가 자연스럽게 설명이 된다.

항성 중에 베가(Vega-직녀성)는 흰색에 표면온도가 10000K 정도라고 한다.

(1)식에 의해 분석해보면 10000K 근처에서 가시광선 파장별 복사량이 상당히 비슷해지므로 색깔이 흰색이고 온도가 1만켈빈이라 하는 것으로 보여진다.

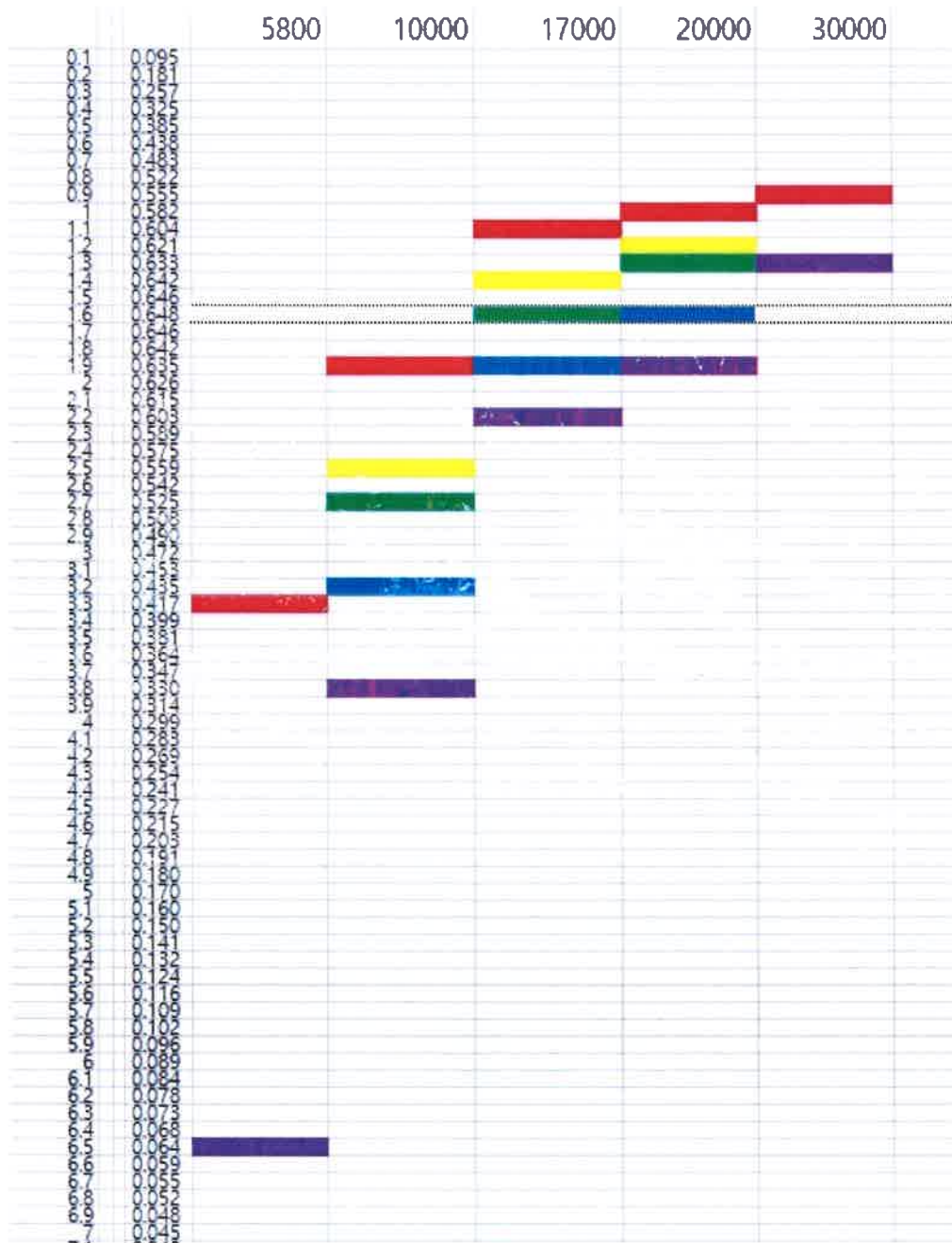
그러나 이건 아닌 것 같다.

(2)식에 의하면 흰색 별이 되려면 17000K 정도 되어야 한다. 이 온도가 돼야 보라색부터 빨간색까지 파장별 단위부피당 광자수가 비슷해진다.

결론

색지수가 별의 표면유효온도를 구하는 좋은 수단이라는 하나 실험방법에 따라 변동성이 있어서 어떤 기초이론이 없어 보이지만 최소한 별의 밝기를 나타내 고자 할 경우 플랑크복사에너지 공식보다는 (2)식인 진동수별 광자밀도공식을 사용하는 것이 더 논리적이고 합리적이라 보여져 제안하는 것이다.

<참고>



(그림) (진동수/온도)별 광자량의 상대적 크기 개략도

Daehyeon KANG(강대현),

E-mail : wind17320@naver.com

주소 - 전북 진안군 진안읍 상역로 29-6