

YILDIZLARDA ENERJİ TAŞINIM YOLLARI

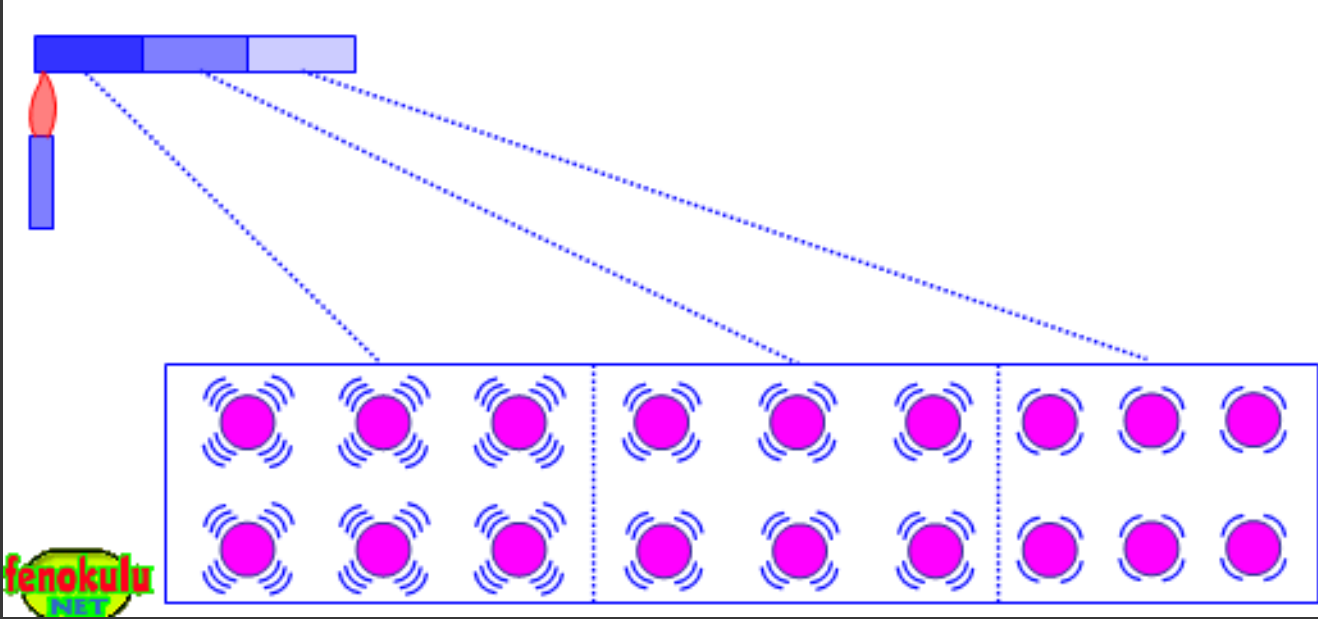
Yıldızların çekirdeklerindeki Termal (ısısal) enerjinin dışa doğru transferini sağlayan 3 temel mekanizma mevcuttur:

I-) Isı aktarımının iletim yolu ile gerçekleşmesi
(conduction)

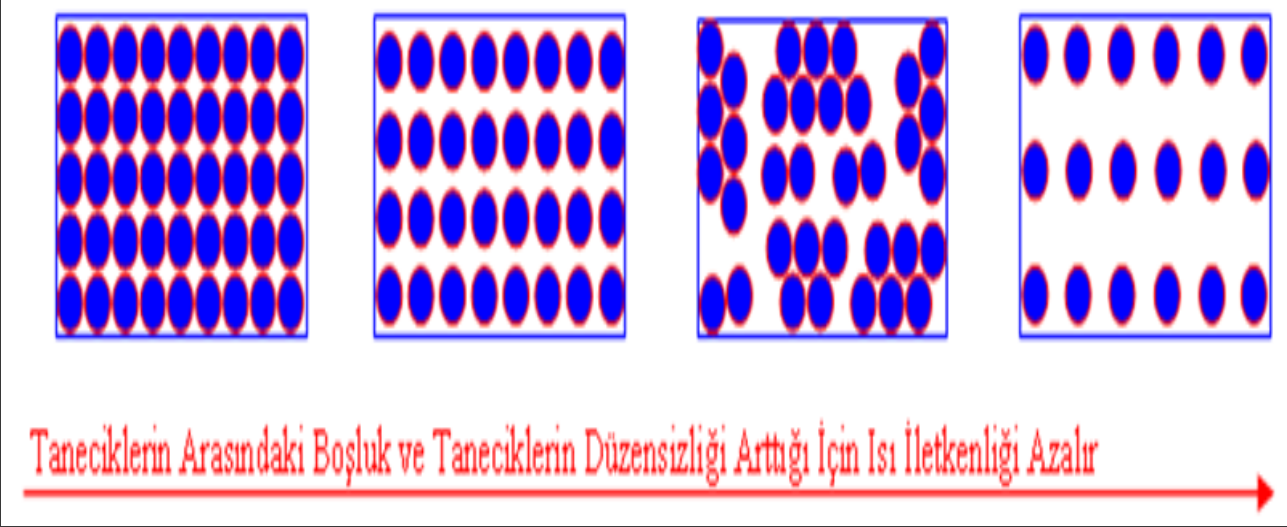
II-) Hava ve sıvı akımı ile ısının konveksiyonu
(convection)

III-) Radyoaktif ışınım yolu ile ısı iletimi (radiation)

İletim (Conduction) :



Yıldızlarda iletim yolu ile ısı (ısı enerjisi) transferi, metallerdeki ısı transferi ile aynıdır.



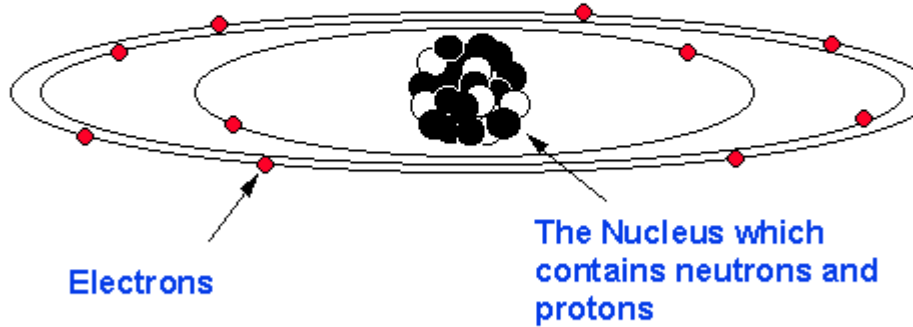
- Isıyı iyi ileten maddelere ısı iletkeni denir.
- Isıyı iyi iletemeyen maddelere ısı yalıtkanı denir.

(Elektrik enerjisini iletebilen maddelere iletken, iletemeyen maddelere yalıtkan denir. Elektrik enerjisini iyi iletebilen maddeler ısı iletkeni, iyi iletemeyen maddeler ise ısı yalıtkanıdır)

The Atom



Example - Neon-20

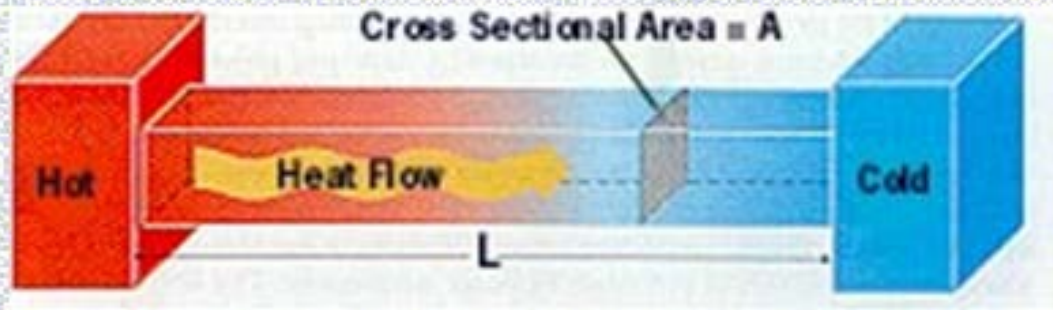


- İletim durumunda enerji çoğunlukla elektronlar ile taşınır. Sıcak bölgelerin enerjili elektronları daha soğuk bölgelerin daha az enerjili elektronları ile çarpışırlar ve bu çarpışma ile enerji aktarılır.
- Burada çarpışmadan kasıt nedir? Gerçek bir çarpışma yaşanmakta mıdır?

İletim yolu ile ısı transferi :

$$H = kA (T_2 - T_1)/L$$

(joules/second)

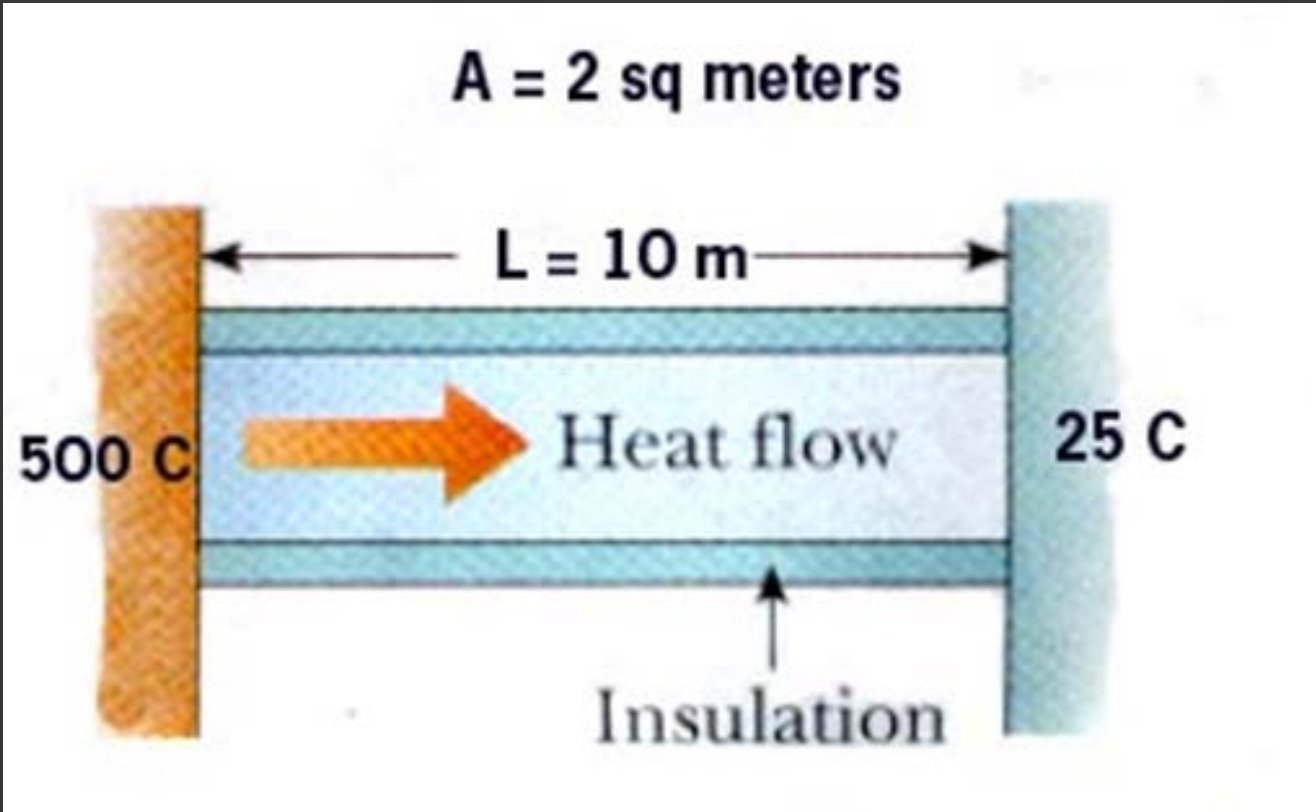


T_2

T_1

k = thermal conductivity [J/s-m-C]

Örnek:



Yukarıdaki şekilde, boyutlandırılmış olan metal levhanın 40 saniyedeki enerji iletimini hesaplayınız.

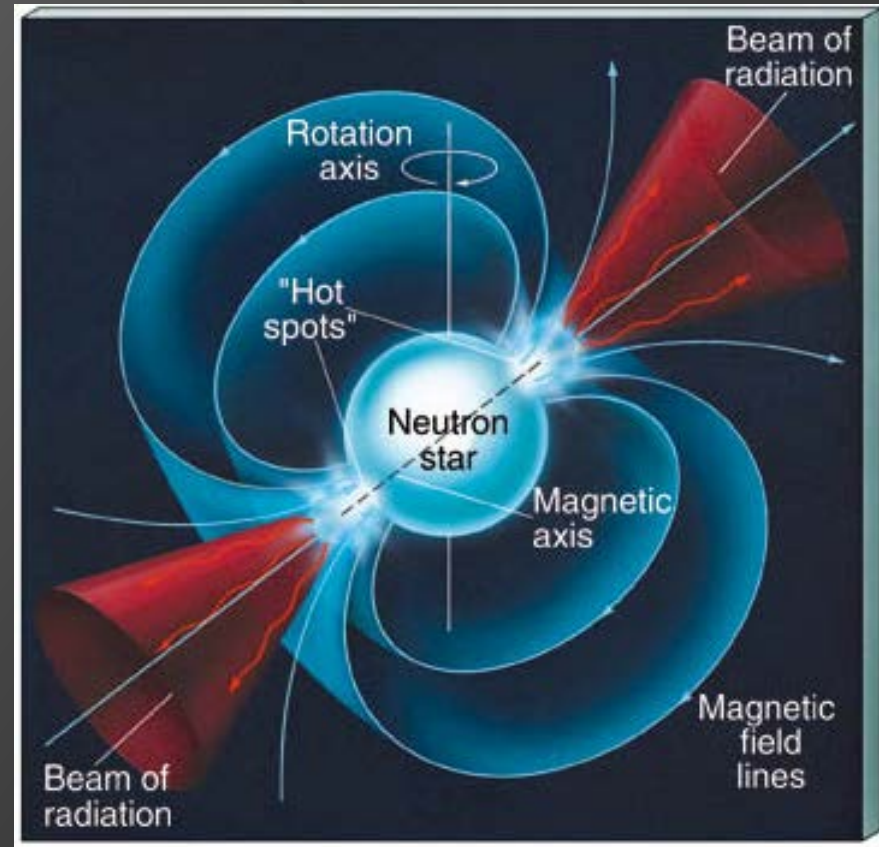
$$H = kA (T_2 - T_1) / L$$

$$H = 14 (2)(475) / 10 \\ = 1330 \text{ J/s}$$

$$Q = Ht = 1330 (40) \\ = 5.32 \times 10^4 \text{ J}$$

➤ Metaller çok iyi ısı iletkenleri olmalarına rağmen, iletim yolu ile ısı transferi normal yıldızlar için önemli bir enerji transfer yolu değildir.

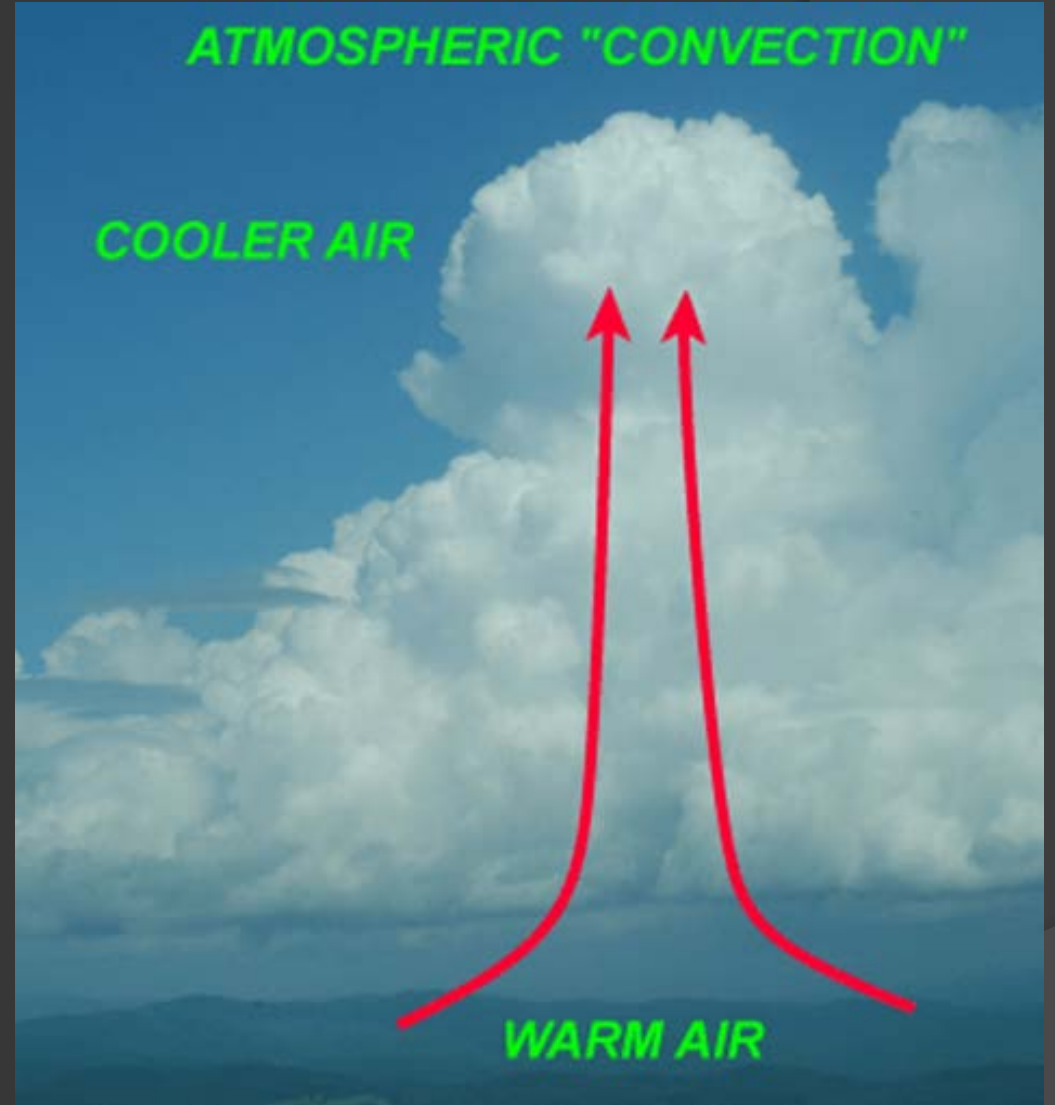
➤ İletim ile ısı enerjisi transferi Beyaz Cüceler, Nötron Yıldızları ve çekirdek kütlesi büyük olan yıldızlarda görülmektedir.



Akım (Convection) :

- Yıldızlarda akım ile enerji taşınması kaynayan suyun veya ısınan havanın, ısı enerjisini taşıma yolu ile aynıdır.
- Konveksiyon yolu ile ısı iletiminin tümce anlamı şu şekilde açıklanmaktadır;
Convection = Com + vehere (Latin)
beraber + taşımak
- ⦿ Yukarıdaki kelime köklerinin bir araya gelmesi ile “akışkanlardaki termal enerjinin toplu hareketi” anlamı oluşmaktadır.

- Yıldızlar akım yolu ile ısı enerjisini taşırlarken bu taşımayı merkezden yüzeye dik bir şekilde büyük gaz paketleri halinde yaparlar.



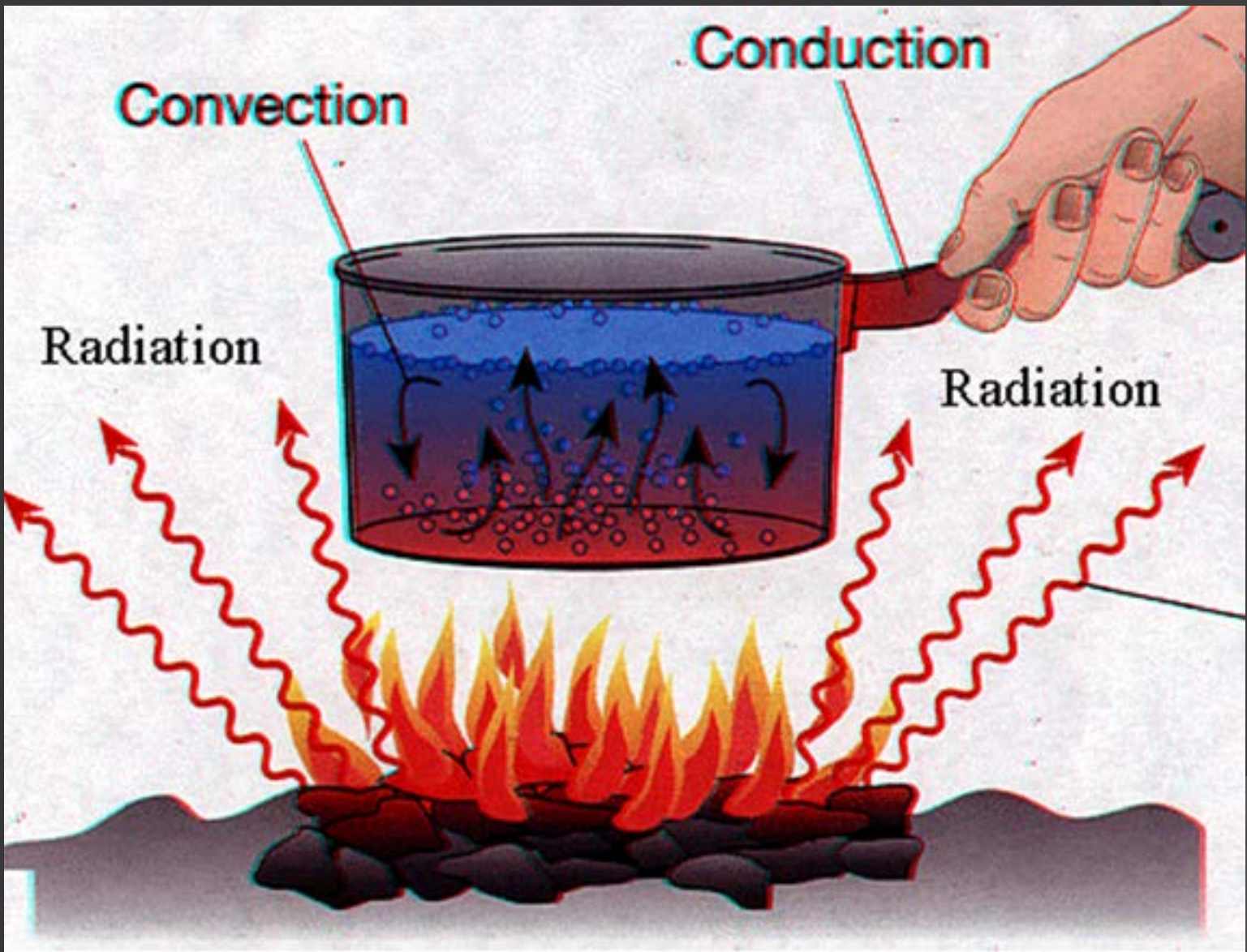


**Cooling
coil**



Işınım (Radiation) :

- Isı enerjisinin taşınmasında iletim yolu ve ışınım yolu arasında ilke olarak gerçek bir ayırım bulunmamaktadır.
- Her ikisi de çok enerjili parçacıklar ile az enerjili parçacıklar arasında enerji değiş tokuşu doğuran çarpışmalara bağlıdır.



Conduction

Convection

Radiation

Radiation

Cisimler tarafından salınan radyasyon :

- 0 K dan yüksek bir ısı değerine sahip bütün cisimler belirli bir radyasyon yayar. Sıcak cisimler soğuk olanlara nazaran daha çok radyasyon yayarlar.

Energy radiated per second:

$$H = e\sigma AT^4$$

e = emissivity (0-1)

σ = Stefan-Boltzmann constant
= $5.67 \times 10^{-8} \text{ J}/(\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^4)$

A = surface area of object

T = Kelvin temperature



Ludwig Boltzmann
(1844-1906) committed

suicide because he
thought his life's
work was in vain.

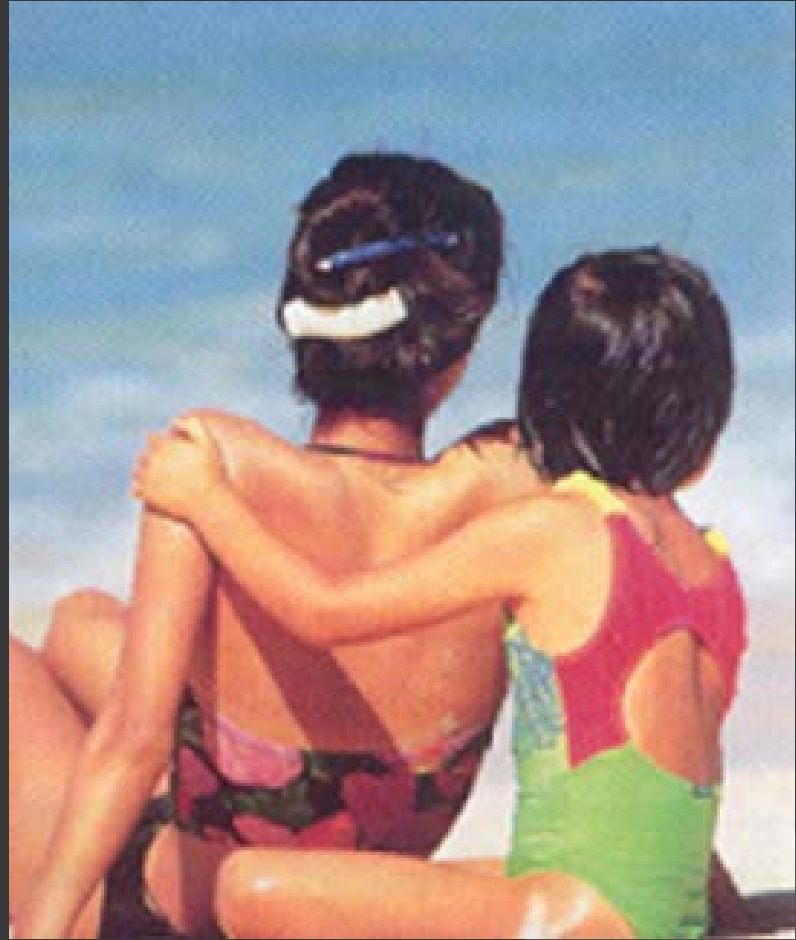
Örnek :

- Bir insan vücudu ne kadar radyasyon yayar?

$$e = 0.70$$

$$A = 1.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Sıcaklık} = 37 \text{ C}$$



Body temperature = 37 C = 37 + 273 = 310 K,

Estimate surface area $A = 1.5 \text{ m}^2$ $e = 0.70$

$$H = esA T^4$$

$$= (0.70)(5.67 \times 10^{-8})(1.5 \text{ m}^2)(310)^4$$

$$= 550 \text{ watts (5 light bulbs)}$$

Güneş dünya üzerine 1000 watt/m^2 lik enerji ile ışınım yapar. Bu enerjinin %30'u insan teni tarafından geri yansıtılır. Kalan 700 watt/m^2 kısım ise vücut tarafından soğurulur.

Güneş Isısının Hesaplanması :



What is the Sun's temperature? (Assume the Sun's emissivity is 1.)

Distance from Sun to Earth: $R = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

Area of sphere of radius $R = 4\pi R^2$ $H = 1000 \times 4\pi R^2 = 2.83 \times 10^{26} \text{ J/s}$

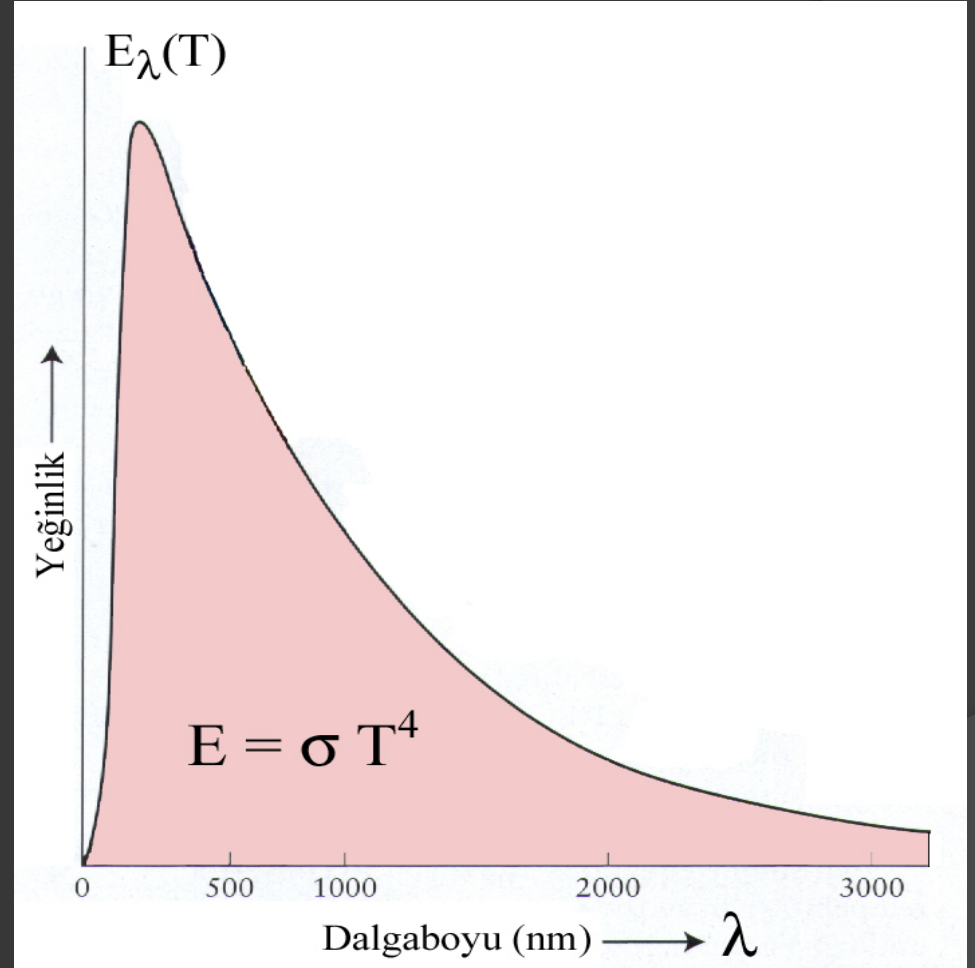
Radius of the Sun = $r = 6.9 \times 10^8 \text{ m}$

Surface area of the Sun = $A = 4\pi r^2 = 5.98 \times 10^{18} \text{ m}^2$

$\epsilon_s A T^4 = H$ $\epsilon_s = 5.67 \times 10^{-8} \text{ SI units}$ $T = [H/(\epsilon_s A)]^{1/4} = 5375 \text{ K}$

Stefan-Boltzmann Kanunu :

- Bir kara cismin birim yüzeyinden birim zamanda saldığı toplam ışınım enerjisinin, cismin mutlak sıcaklığının (T) dördüncü kuvveti ile orantılıdır.



Kara cisim ışı nım yasaları :

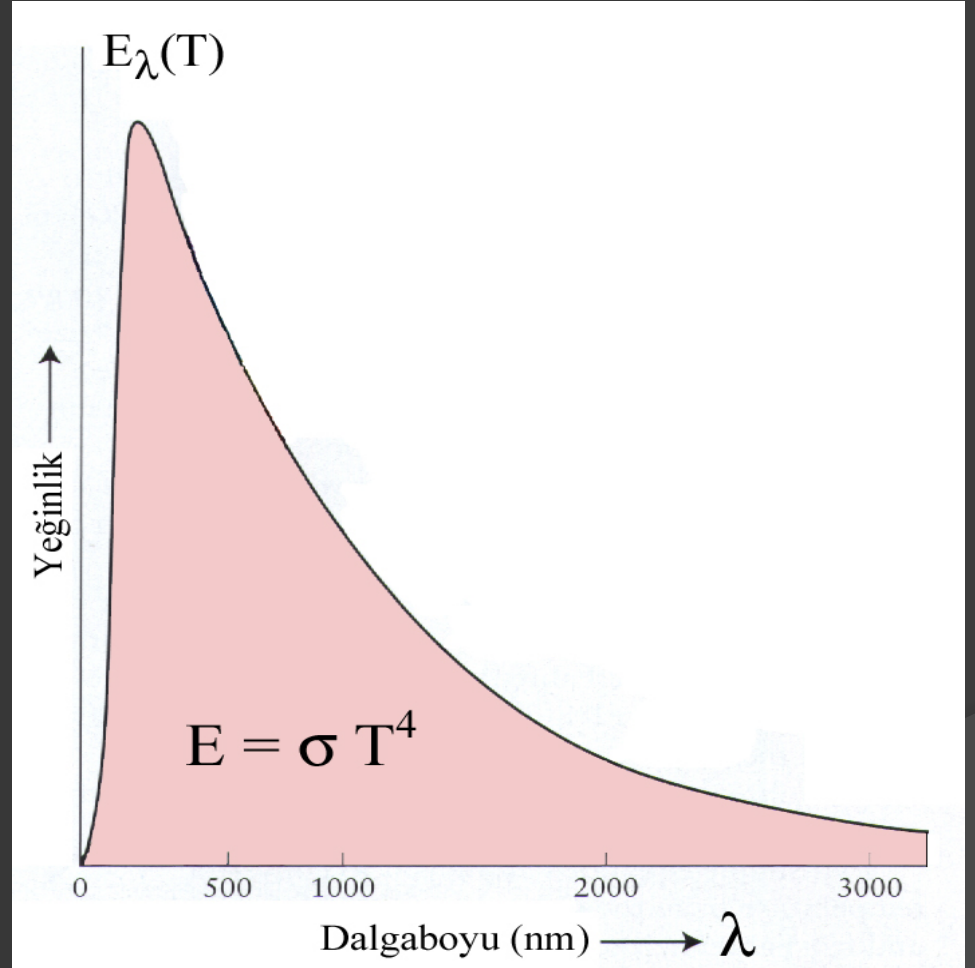
- Kara Cisim:

Üzerine düş en tüm ış ını mı soğ uran ve büt ün dalga boylarında tekrar yayınlayan cisimdir. Iş ını m enerjisinin soğ urulması cismin sıcaklığını arttırır. Ancak bu yükselmenin bir sınırı vardır, cisim bu sınırda bir dengeye gelir ve soğ urduğ u ış ını m enerjisi kadar enerji salar (yayınlar). Isınan cisimler ış ık yayar. (Isısal ış ını m)



Stefan-Boltzmann Kanunu :

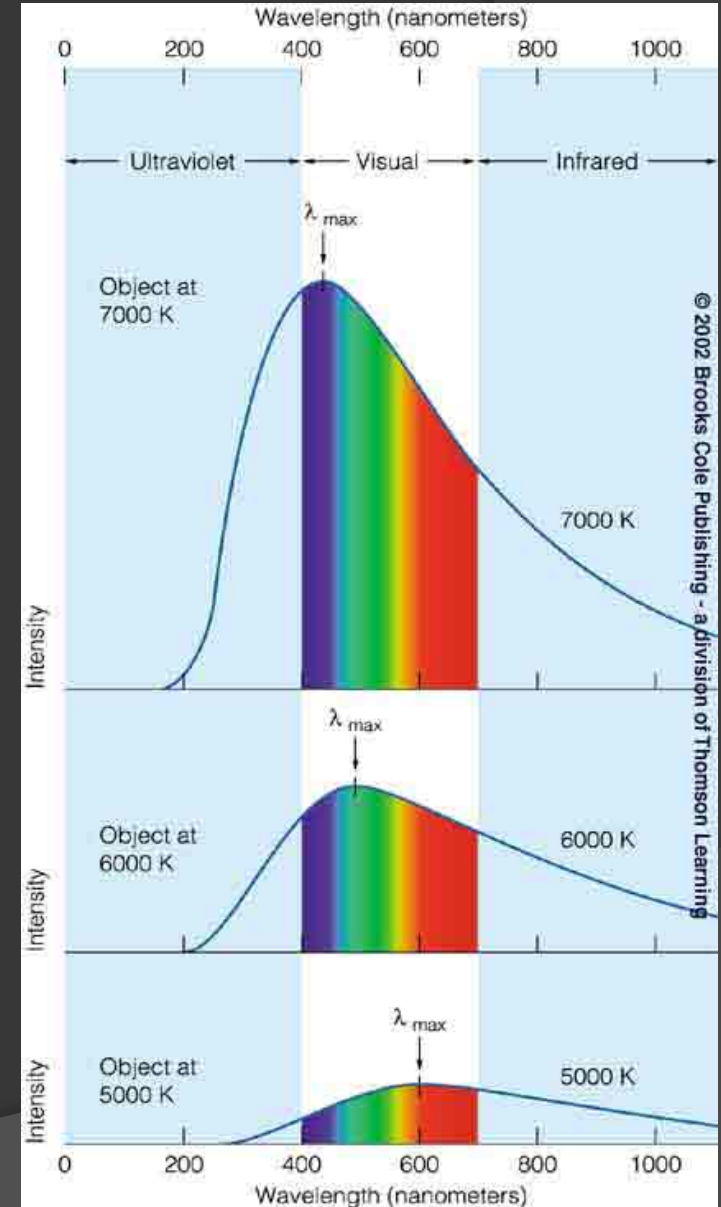
- Bir kara cismin birim yüzeyinden birim zamanda saldığı toplam ışınım enerjisinin, cismin mutlak sıcaklığının (T) dördüncü kuvveti ile orantılıdır.



Wienn Kanunu :

- Bir kara cismin, sürekli tayfında maksimum şiddetteki noktanın dalgaboyu cismin mutlak sıcaklığı ile ters orantılıdır

$$\lambda_{\max} (cm) = \frac{0.2898}{T(K)}$$

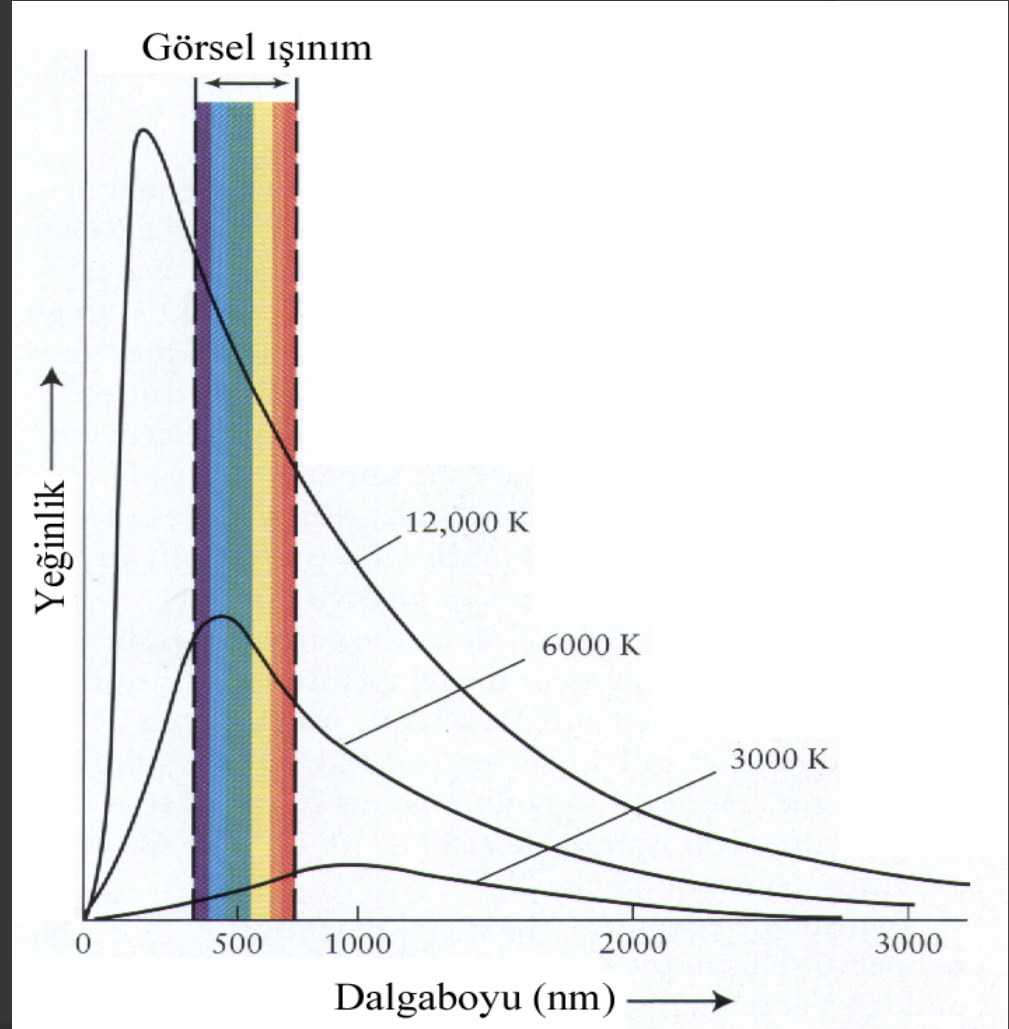


Planck Kanunu :

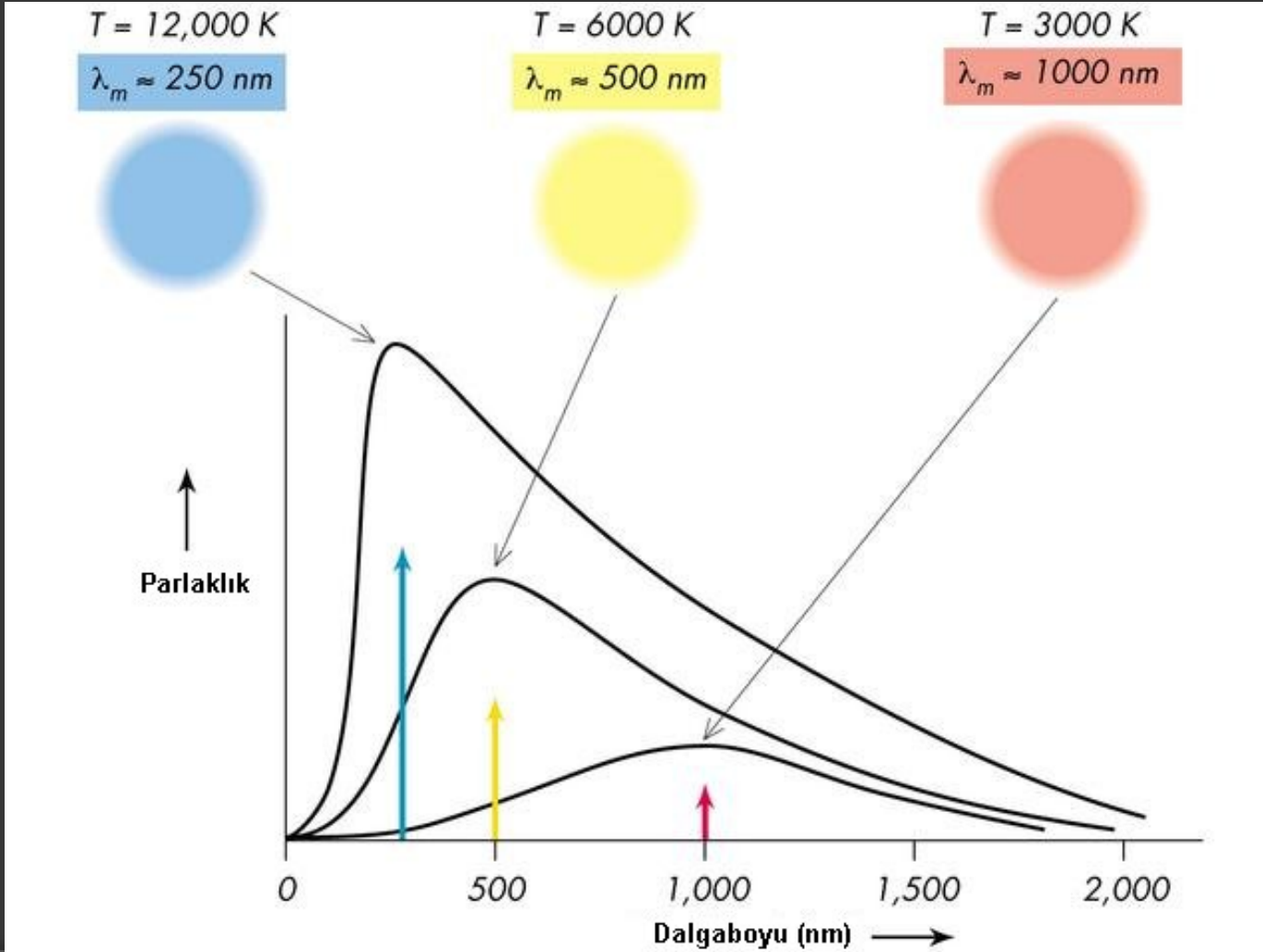
- Bir kara cismin belli bir dalgaboyunda, birim yüzeyinden, birim zamanda saldığı enerjidir.

$$E_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

$$(erg\ cm^{-2}\ sn^{-1}\ cm^{-1})$$



Stefan-Boltzmann, Wienn ve Planck Kanunları :



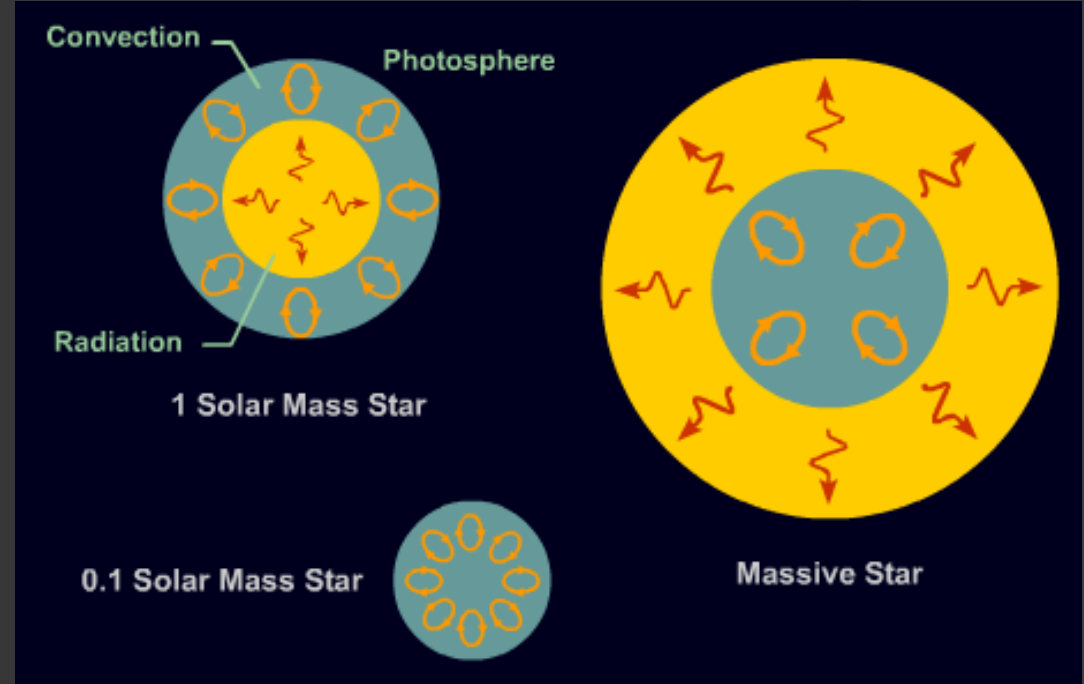
➤ Işınım yolu ile enerji transferi yıldızlarda iki şekilde görülmektedir :

1. Fotonların ısı enerjisini taşıması
2. Nötronların ısı enerjisini taşıması

Fotonlar ile ısıнын transferi :

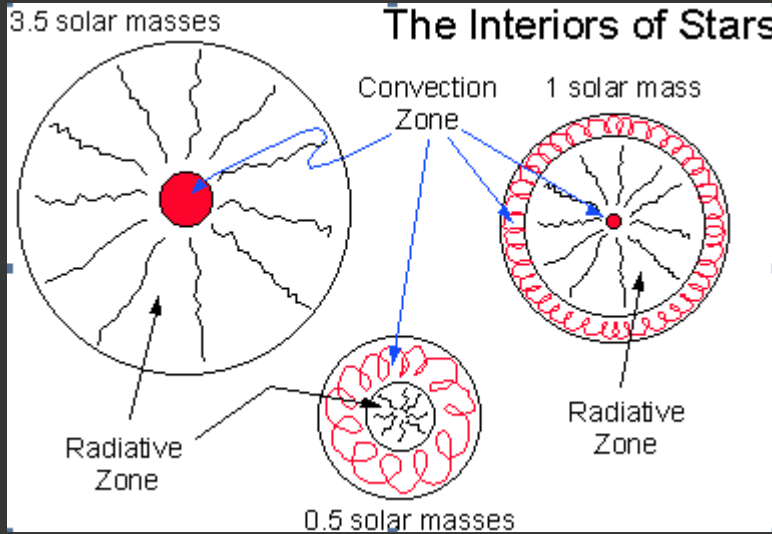
- Yıldızlarda en çok görülen ısı transferi metodu fotonlar ile yapılandır.
- Yıldızın çekirdeğinden salınan bir foton katmanlar arasında soğurulmadan gideceği yol çok karmaşıktır. Yıldız yapısında fotonun soğurulmasına sebep olacak opak bölgeler bulunmaktadır.
- Foton yıldızın yüzeyine ulaşınca kadar pek çok kez soğurulup salınır ve her soğurma-salma fotonun doğrusal yolunun değişmesine neden olur.

- Fizik 'dili' bu tip olaylara renkli isimler vermektedir.
- Soğurma ve salmaldan ötürü ne yaptığı kestirilemeyen fotona '***drunken sailor problem***' adı verilir.

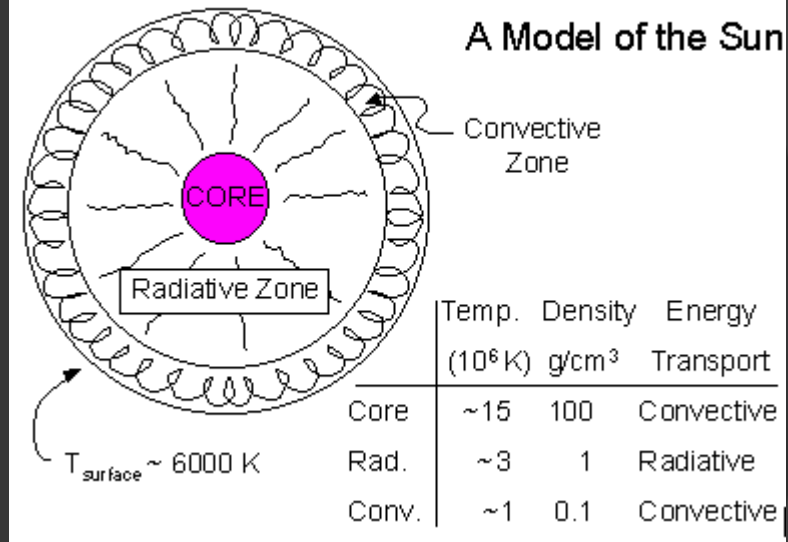


- Bu olaya bize en yakın yıldız olan Güneşden örnek verecek olursak, nükleer reaksiyonlarla açığa çıkan fotonlar Güneşin yüzeyine ışık hızı ile gitselerdi iki saniyeden biraz fazla bir zamanda Güneşden kaçıp kurtulurlardı.
- Gerçekte Güneşin merkezinde açığa çıkan enerji dışarı doğru yavaşça yayılır.

The Interiors of Stars



A Model of the Sun



Region	Temp. (10 ⁶ K)	Density (g/cm ³)	Energy Transport
Core	15~	100	Convective
Radiative zone	3~	1	Radiative
Convective zone	1~	0.1	Convective

Nötronlar ile ısıнын transferi :

- ⦿ Yaşamlarının sonuna yaklaşmış olan bazı yıldızlarda fotonlarla ışınma yaparak yada akım yolu ile büyük gaz hacimlerinin yer değiştirmesi ile yapılan ısı transferleri yetersiz kalmaktadır.
- ⦿ Bu tip durumlarda merkezde üretilen enerji nötron ışınmaları ile uzaya salınır. Bu, yıldızların kendilerini soğutmaları için uyguladıkları en baskın ısı transferi yöntemidir ve aynı zaman da süpernova patlamalarında da görülmektedir.