

3. IŞINIM YASALARI(devamı)

3. Wien Kayma (Deplasman) Yasası

Wien ışınım yasası :

Görüldüğü gibi **G.R. Kirchhoff**, karacismin ışınımında ışınım yoğunluğunun yalnız cismin **T sıcaklığına** ve ışınımın **ν frekansına** (ya da **λ** ya) bağlı olduğunu söyleyebilmişti. **Fakat bu bağılılığı belirten fonksiyonu bulamamıştı.**

Stefan-Boltzmann yasası ise, bütün frekansları içine alan ışınım gücünü **T sıcaklığına** bağlayan formülü vermektedir.

Sorunumuz, **$I_\nu = I(\nu, T)$** ya da **$I_\lambda = I(\lambda, T)$** şeklindeki fonksiyonları bulmak idi. Belli **bir sıcaklık** için **I_λ fonksiyonuna** “**Renklere göre erke dağılımı**” denir. Aradığımız fonksiyonun genel ifadesi bilinirse, çeşitli sıcaklıklar için renklere göre dağılımlarını bulmak kolaylaşır.

Wien kayma yasası (devamı)

Karacisim ışınımında **renklere** (dalgaboyuna) göre **erke dağılımı sıcaklığa** acaba **nasıl** bağlıdır ?

Wien kayma yasası, **karacisim** ışınımında **renklere** göre **erke dağılımının sıcaklığa** ne şekilde bağlı olduğunu ifade eder. Bunun için **Wien** şöyle bir **varsayımı kabullenerek** işe koyulmuştur. O da şudur: Eğer **adyabatik** (dışarı ile ısı alışverişi yapmayan) genişleme varsa, dalgaboyunun sıcaklıkla değişimi,

$$\lambda = C / T$$

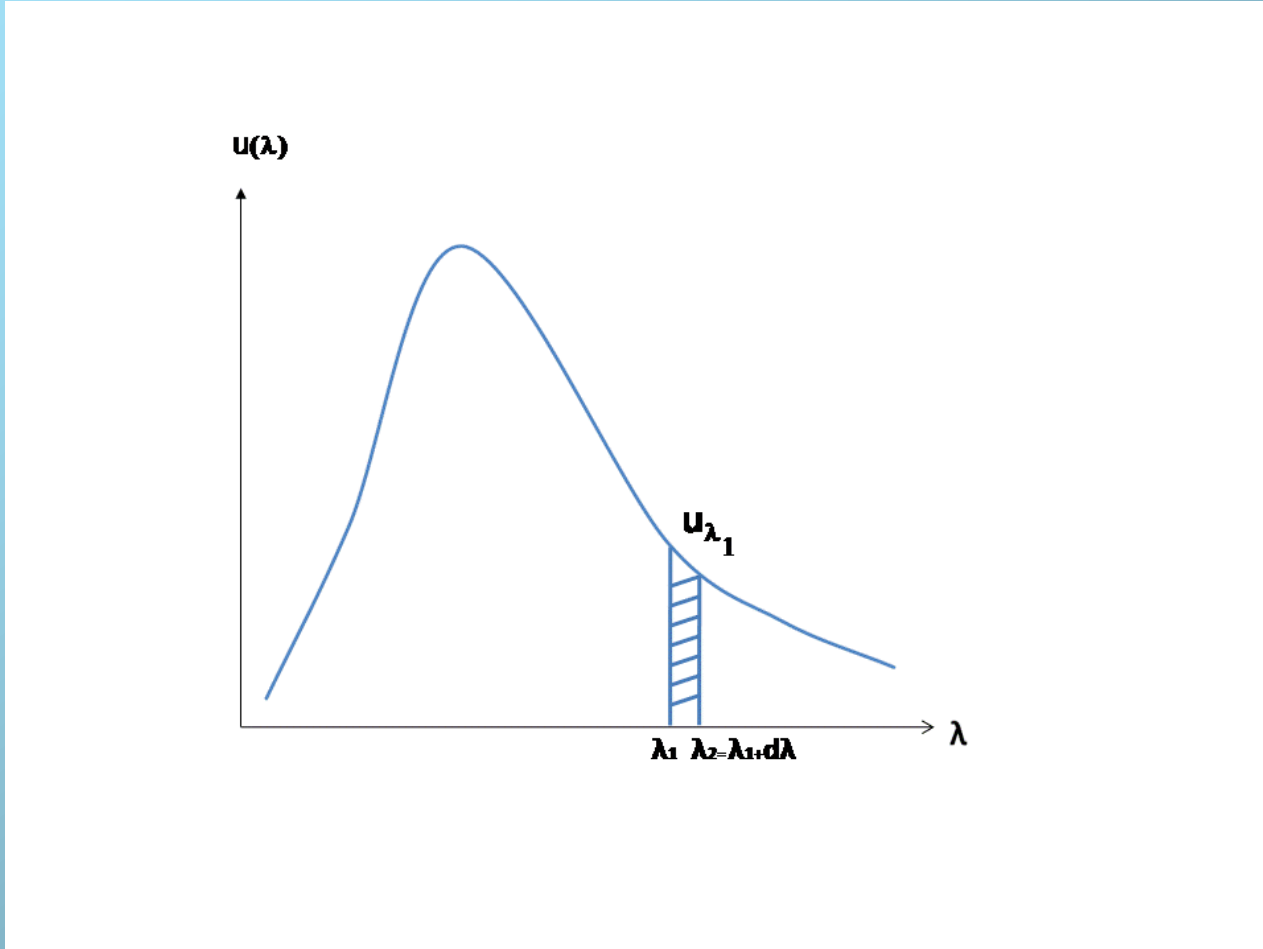
şeklindedir. Burada $C = \text{sabit}$. [$\lambda_i = C / T_i$]

Bundan sonra sıcaklığı T_1 olan karacisim $u_{\lambda_1} d\lambda_1$ erkesini kapsayan $\lambda_1, \lambda_1+d\lambda_1$ aralığı göz önüne alınır [$\lambda_1 = C / T_1$] (Şekil 27).

Sıcaklığı T_2 ye düşüren bir **genişleme** sonunda **dalgaboyu**

$$\lambda_2 = C / T_2 \text{ olur.}$$

Wien kayma yasası (devamı)



Şekil 27. T sıcaklığındaki karacisim için tekrenk ışınım erkesi miktarı

Wien kayma yasası (devamı)

Bu iki dalgaboyunun oranı,

$$\lambda_1 / \lambda_2 = (C / T_1)(T_2 / C) \quad \text{den,}$$

$$\lambda_1 / \lambda_2 = T_2 / T_1 \quad \text{ve}$$

$$(\lambda_1 + d\lambda_1) / (\lambda_2 + d\lambda_2) = T_2 / T_1$$

olacaktır. Buradan,

$$\lambda_1 T_1 + d\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2 + d\lambda_2 T_2$$

ve $\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2$ olduğundan,

$$d\lambda_1 / d\lambda_2 = T_2 / T_1$$

elde edilir.

Wien kayma yasası (devamı)

Öte yandan birim oylumda $d\lambda_1$ aralığına düşen erke payı $u_{\lambda_1} d\lambda_1$, $d\lambda_2$ aralığına düşen erke payı ise $u_{\lambda_2} d\lambda_2$ olacaktır. Bu iki erkenin oranı, Stefan-Boltzmann yasasından yararlanarak aşağıdaki gibi bulunur:

$$d\lambda_1 \rightarrow u_{\lambda_1} d\lambda_1 = \sigma T_1^4$$

$$d\lambda_2 \rightarrow u_{\lambda_2} d\lambda_2 = \sigma T_2^4$$

$$u_{\lambda_1} d\lambda_1 / u_{\lambda_2} d\lambda_2 = T_1^4 / T_2^4 \Rightarrow u_{\lambda_1} / u_{\lambda_2} = (d\lambda_2 / d\lambda_1)(T_1^4 / T_2^4)$$

$d\lambda_2 / d\lambda_1 = T_1 / T_2$ idi. O zaman,

$$u_{\lambda_1} / u_{\lambda_2} = T_1^5 / T_2^5$$

olur. Bilindiği gibi eş yönlü ışınımında,

$$S_v = \pi I_v \quad \text{ya da} \quad S_\lambda = \pi I_\lambda \quad \text{ve}$$

$$u_v = (4\pi / c) I_v \quad \text{ya da} \quad u_\lambda = (4\pi / c) I_\lambda \quad \text{idi.}$$

O halde, eş yönlü ışınımında tek renk salma güçleri için,

$$S_{\lambda_1} / S_{\lambda_2} = T_1^5 / T_2^5 \quad \text{olmalıdır ki bu, Wien kayma yasasıdır.}$$

Wien kayma yasası (devamı)

Özetle, sıcaklıkları T_1 ve T_2 olan ve eş yönlü ışınım yapan iki karacisimden biri diğerinin adyabatik genişlemişisi olarak kabul edilirse, birinin yaptığı ışınımında belli bir λ_1 dalgaboyunun karşılığı,

$$\lambda_2 / \lambda_1 = T_1 / T_2 \text{ den, } \lambda_2 = (T_1 / T_2) \lambda_1$$

ile hesaplanır. Ayrıca, bu iki kaynağın birbirinin karşılığı olan λ_1 ve λ_2 dalgaboylarındaki salma güçleri salt sıcaklıkların beşinci kuvvetleriyle doğru orantılıdır. Veya tek renk salma güçlerinin oranı, sıcaklıkların 5. kuvveti ile orantılıdır. Bu sonuca Wien kayma yasası denir.

$$u_1 = a T_1^4, T_2 = 2T_1 \text{ ise } u_2 = ?$$

$$u_2 = a (2T_1)^4 \rightarrow u_2 = a 2^4 T_1^4 \text{ olacaktır.}$$

3. IŞINIM YASALARI(devamı)

Wien Yasası'nın Kullanıldığı Yerler :

$x = \lambda T$ ve $y = S_{\lambda} / T^5$ olmak üzere, $y = f(x)$ grafiği,
 $T = 4000, 5000, 6000, 8000 \text{ } ^\circ\text{K}, \dots$

için **aynı grafiği** verir(Şekil **28** ve **29a,b**).

Şekil **28** ve **29** dan görüleceği gibi,

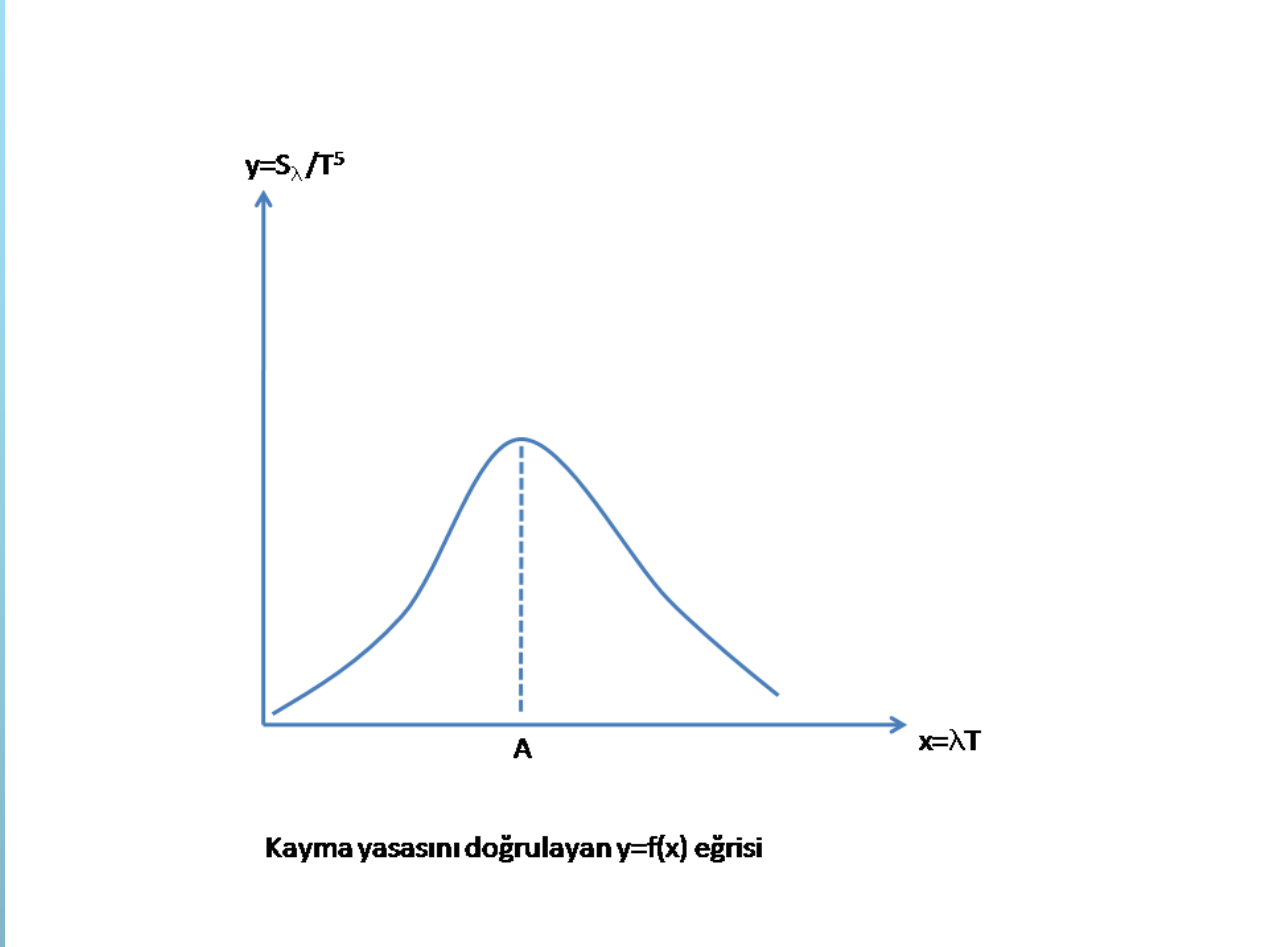
$\lambda_1(\text{max}) T_1 = \text{sabit}, \lambda_2(\text{max}) T_2 = \text{sabit}, \dots,$

$\lambda_n(\text{max}) T_n = \text{sabit}$

$\lambda(\text{max}) T = A = \text{sabit}$

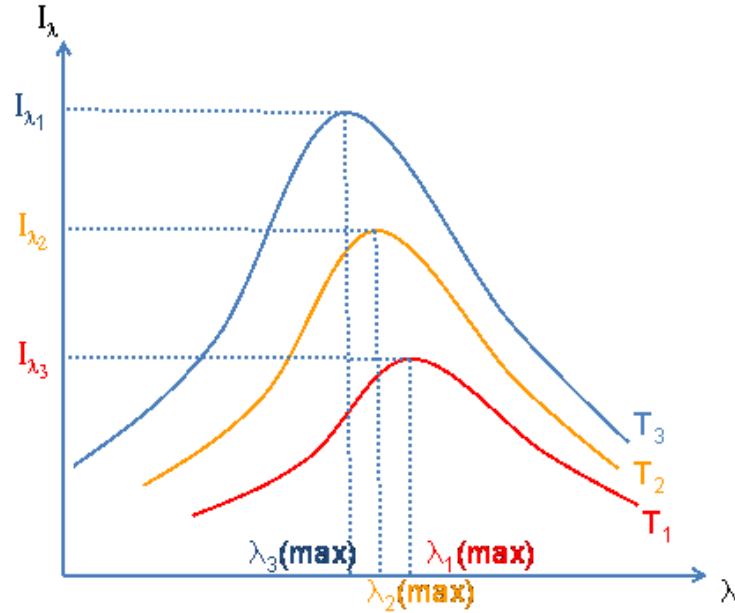
$T_1 < T_2$ ise $\lambda_1 > \lambda_2$ olmalıdır.

3. IŞINIM YASALARI(devamı)



Şekil 28. Wien kayma yasasını doğrulayan $y = f(x)$ eğrisi

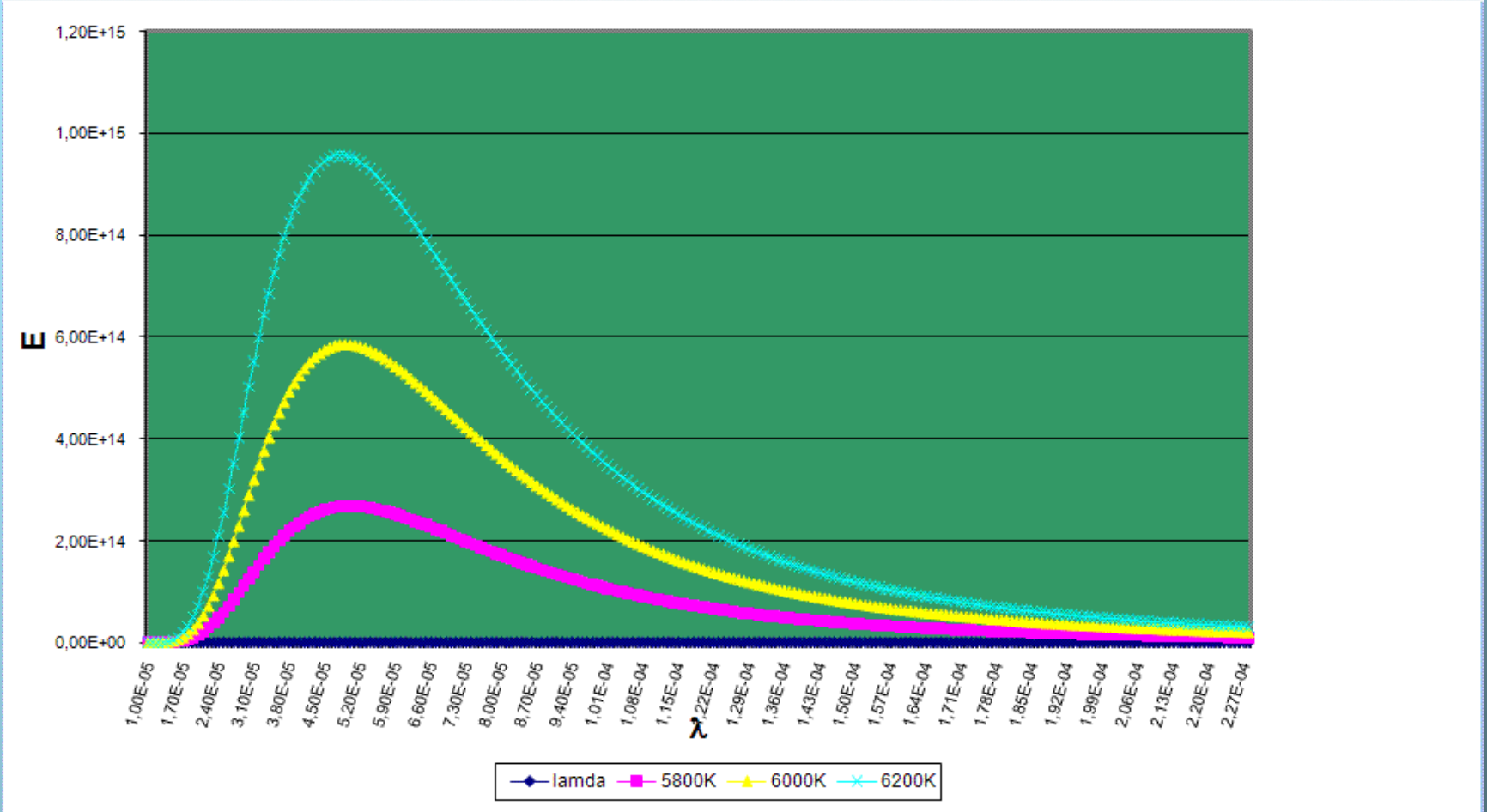
3. IŞINIM YASALARI(devamı)



Kayma yasasını doğrulayan $y=f(x)$ eğrisi

Şekil 29a. Çeşitli sıcaklıklardaki karacisim ışınimleri için $y = f(x)$ eğrileri. Renge bağlı kaymalara dikkat ediniz.

3. IŞINIM YASALARI(devamı)



Şekil 29b. Çeşitli sıcaklıklardaki ışınım kaynakları için dalgaboyuna bağlı ışınım erkesi miktarı

3. IŞINIM YASALARI(devamı)

Wien Yasası'nın Kullanıldığı Yerler (devam):

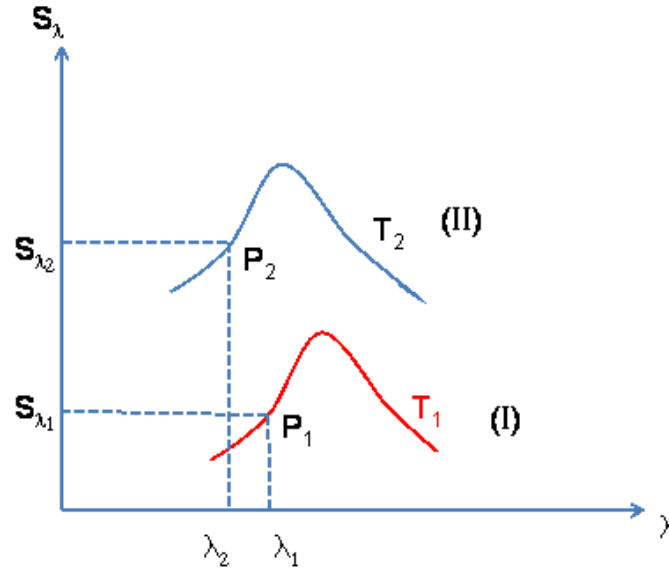
- 1- Birinci olarak, bu yasa sayesinde bilinen bir erke dağılımından diğerine geçmek mümkündür. Söz gelişi, sıcaklığı T_1 olan bir karacismin renklere göre erke dağılımı verilmiş olsun(Şekil 30). Bu eğrinin istenilen bir T_2 sıcaklığındaki karşılığını bulmak için, verilen (I) eğrisi üzerinde rasgele bir P_1 noktası alınır. Bu noktanın yatay konu λ_1 ve düşey konu S_{λ_1} olsun. İlk iş olarak bu değerler,

$$S_{\lambda_1} / S_{\lambda_2} = T_1^5 / T_2^5 \text{ ve } \lambda_2 = (T_1 / T_2) \lambda_1$$

bağıntılarında yerine konarak onların λ_2 ve S_{λ_2} karşılıkları hesaplanır ve buna göre P_2 noktası bulunur. Sonra P_1 noktası (I) eğrisi üzerinde gezdirilerek aynı yoldan (II) eğrisinin diğer noktaları elde edilir(bkz Şekil 30). Burada şu özelliğe dikkat edilmelidir : iki eğrinin maksimum noktaları birbirinin karşılığıdır. O halde,

$$\lambda_m \text{ (I) } T_1 = \lambda_m \text{ (II) } T_2 \quad \text{dir.}$$

3. IŞINIM YASALARI(devamı)



T_1 sıcaklığındaki ışınım hareketine göre erke dağılım eğrisinden T_2 eğrisinin bulunması

Şekil 30. Wien kayma yasasının kullanımına bir örnek

3. IŞINIM YASALARI(devamı)

Wien Yasası'nın Kullanıldığı Yerler (devam):

Genel olarak, ışınım erkesinin maksimuma eriştiği dalgaboyunun salt sıcaklıkla çarpımı bütün karacisimler için aynı değere eşit, yani $\lambda_m T = A$ dir. A nın sayı değeri $y = f(x)$ grafiğindeki eğrinin en sivri olduğu noktanın yatay konuna eşittir (=Wien sabiti). Bugün kabul edilen değer,

$$A = 0.2898 \text{ cm } ^\circ\text{K}$$

dir. Bu nedenle **Wien kayma yasası** daha çok

$$\lambda_m T = 0.2898$$

olarak tanımlanmıştır. Burada λ_m nin birimi cm dir.

3. IŞINIM YASALARI(devamı)

Wien Yasası'nın Kullanıldığı Yerler (devam):

2- Yasanın ikinci kullanma yeri, $\lambda_m T = 0.2898$ yardımıyla **ışınım yapan karacismin sıcaklığının bulunmasıdır**. Gerçekten bir **ışınım kaynağının hangi dalgaboyunda en büyük erke saldığı** herhangi bir ölçümle bulunabilirse, bu denklemden onun **T sıcaklığı** kolayca hesaplanabilir.