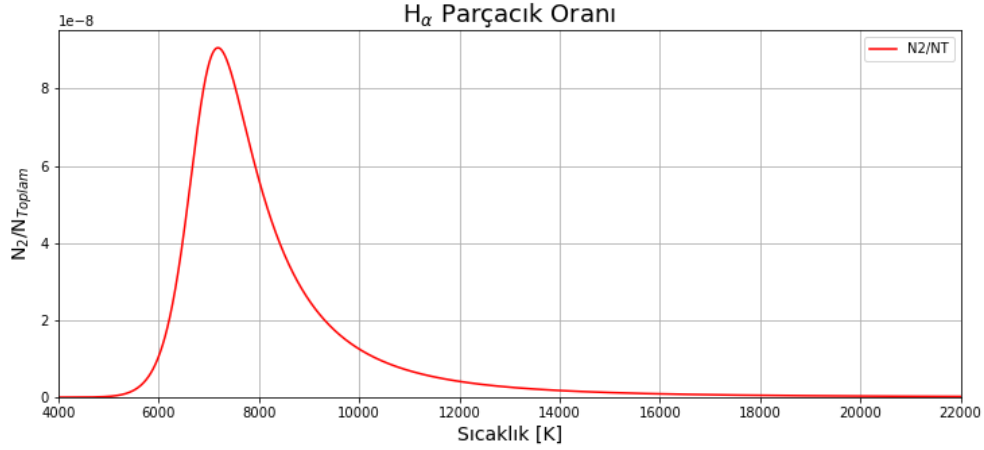


# Tayf Bilimine Giriş Proje Ödevi: Boltzamn ve Saha Uygulamaları

Enes Selam Kaçan

1110510035

1. Hidrojen Balmer Çizgilerinin en şiddetli olduğu sıcaklık 10000K civarındadır. Bunun nedenlerini açıklayın.



Şekil 1: Farklı sıcaklıklar için H atomu için  $N_2/N_T$  dağılımı

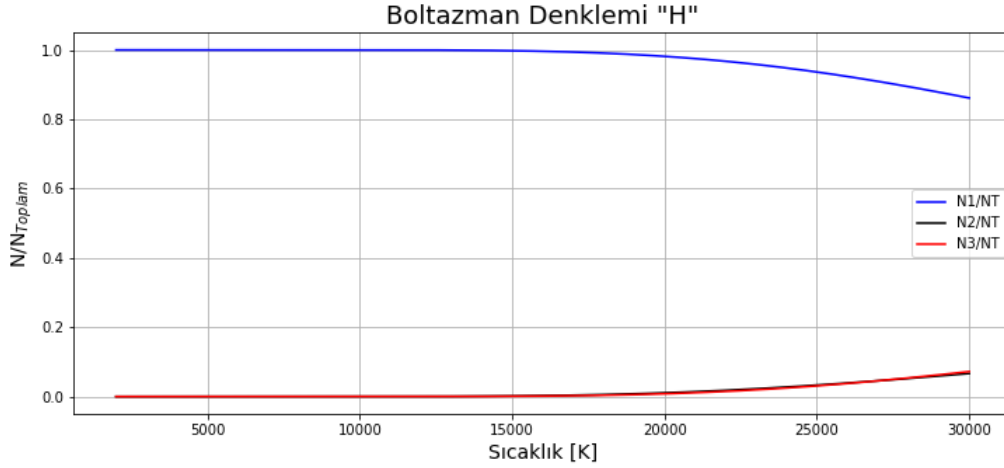
Hidrojen' in 2. Yörüngesinde bulunan elektronlar sıcaklıkla birlikte enerji alıp üst yörüngelere geçer, bu sırada tayfta soğurma çizgileri gözlenir ve ardından  $10^{-8}$  saniye içinde minimum yasası gereğince başlangıç yörüngelerine geri dönerler, bu sırada da Balmer salma çizgileri gözlenir. Sıcaklığın artışı ile daha fazla sayıda H atomu bu etkileşime girer, fakat belirli bir sıcaklıktan sonra 2. yörüngede elektronlar kalmayacağından bu etkileşimin sayısı azalmaya başlar.

Şekil 1' de  $H\alpha$  atomu için 2. yörüngesinde elektron bulunduran atomların diğer yörüngelerde elektron bulunduran atomlara oranının sıcaklığa göre değişimi verilmiştir. 2. yörüngesinde elektron bulunduran atomların oranı 5000K den sonra ani bir artış gösterir ve 7000K civarında maksimum oranı görürüz.  $H\beta, H\gamma$  çizgileri için de bu grafikleri çizdirip ortalaması alınırsa, H Balmer serisinin max olduğu sıcaklık 10000K civarında olacaktır.

2. Hidrojenin Lyman ve Paschen çizgi serilerinin hangi sıcaklıklarda maksimum olması gerektiği hakkında yorumlarınız yazın.

H Lyman serisi 1. yörüngede gerçekleşen geçişlerdir, dolayısı maksimum oranı gösterdiği sıcaklık H Balmer serisinin maksimum sıcaklığından daha az olması gerekir. H Paschen serisi ise 3. yörüngede gerçekleşen geçişlerdir, dolayısıyla da maksimum oranı gösterdiği sıcaklık H Balmer serisinin maksimum sıcaklığından daha yüksek olması gerekir.

3. Güneş'in atmosferinde her bir milyon H atomuna karşılık 2 tane kalsiyum atomu vardır. Ancak Güneş'in gözlenen tayfındaki en şiddetli iki çizgi kalsiyumun Ca II H ve K çizgileridir. ( H(3968 Å) and K(3933 Å)). Bu çizgiler, Güneş'in H $\alpha$  çizgilerinden daha şiddetlidir. Nedenini grafiklerinizi kullanarak cevaplayın.

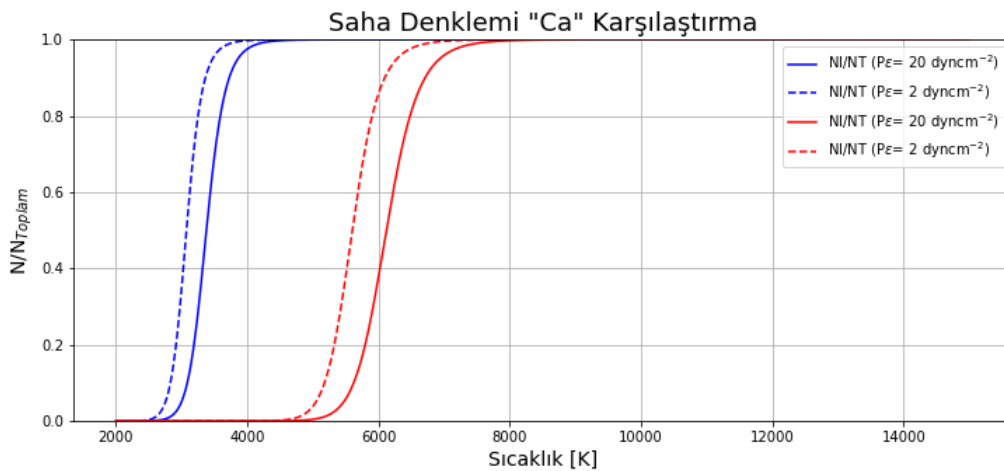


Şekil 2: Farklı sıcaklıklar için H atomu için dağılımı

Şekilde görüldüğü gibi H atomunun uyarılma seviyeleri arasında gözle görülebilir geçiş yapabilmesi için sıcaklığın 10000K üzerinde olması gerekir. Güneşimiz 5700K etkin sıcaklığına sahip olduğundan H atomunun sayısı her ne kadar çok olsa da sıcaklığı ciddi H çizgileri görmemize yetecek kadar yüksek değildir.

4. Aynı sıcaklık değerlerine sahip olan biri dev ve diğeri cüce iki yıldız karşılaştırdığınızda tayflarında ne gibi farklılıklar görürsünüz? Neden? Hangi grafiklerle bunu açıklayabilirsiniz?

Bir yıldızın boyut büyüdükçe iç basıncı azalır. Bu basınç elektron basıncını da etkiler. Dev bir yıldızla cüce bir yıldızın tayfaları arasındaki farkı görmek için herhangi bir atomun, basınç değişimi ile iyonlaşma sıcaklığının değişimini görmemiz yeterli olacaktır.



Şekil 3: Farklı elektron basınçlarında Ca atomunun iyonlaşmış elektronların sıcaklık ile oran değişimi.

Şekil 3, Kalsiyum atomunun farklı elektron basınçlarında iyonlaşmalarının nasıl etkilendiğini gösteriyor. Grafiğe göre basınç arttıkça atomlar, çekimsel enerjiye maruz kaldıklarından düşük sıcaklıklarda iyonlaşmaya başlıyorlar.

5. Uyarılma ve iyonlaşma durumlarına göre atomların sayısının sıcaklığa bağlı grafikleri sistematik sonuçlar vermektedir. Burada çizdirdiğiniz grafikleri referans alarak, yıldızların tayf çizgilerine bakarak bir sınıflama yapılabilir mi? Bu sınıflamanın kuralları nasıl olur? Bu sınıflama iki boyutlu olabilir mi? (Yani hem sıcaklık hem de ışıma gücünü belirleyebilir miyiz?)

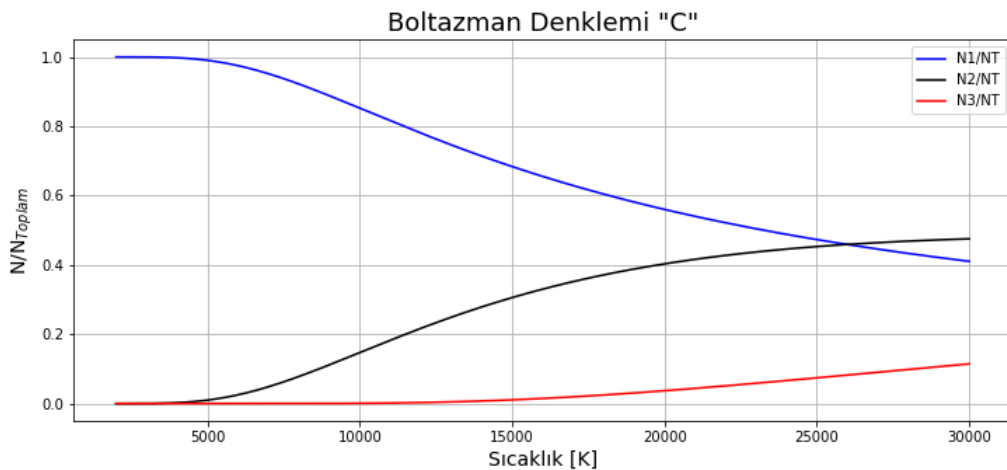
Yıldızların tayfında gözlenen salama, soğurma ve düşmelere bakarak hangi sıcaklık aralığında olduğunu söyleyebiliriz. Secchi ve Harvard sınıflaması yıldızların tayflarına bakılarak yapılmış bir sınıflamadır ve aynı zamanda sıcaklık aralığını da verir. Sıcaklık ışıma gücüyle bağlantılı olduğunda bu sınıflama bize Yıldızın ışıma gücünü verir. Hem sıcak hem de ışıma gücünü aralığı veren sınıflama Harvard Sınıflamasıdır.

6. Gözlediğiniz bir çift yıldız sisteminde, bir kez iyonlaşmış He çizgileri ile Ca II H ve K çizgileri görülmektedir. Bu çift yıldız sisteminin bileşenleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?

Bir kez iyonlaşmış He çizgileri yıldızın sıcaklığının yüksek olduğunu gösterir. İyonlaşmış He çizgileri genellikle O tayf türü ( $>30000\text{K}$ ) yıldızlarda gözlenir. Ca II H ve K çizgileri genellikle F tayf türü ( $7500\text{K} < T < 5900\text{K}$ ) gözlenir. Yıldızlardan biri O diğeri F tayf türünden oldukları söylenebilir.

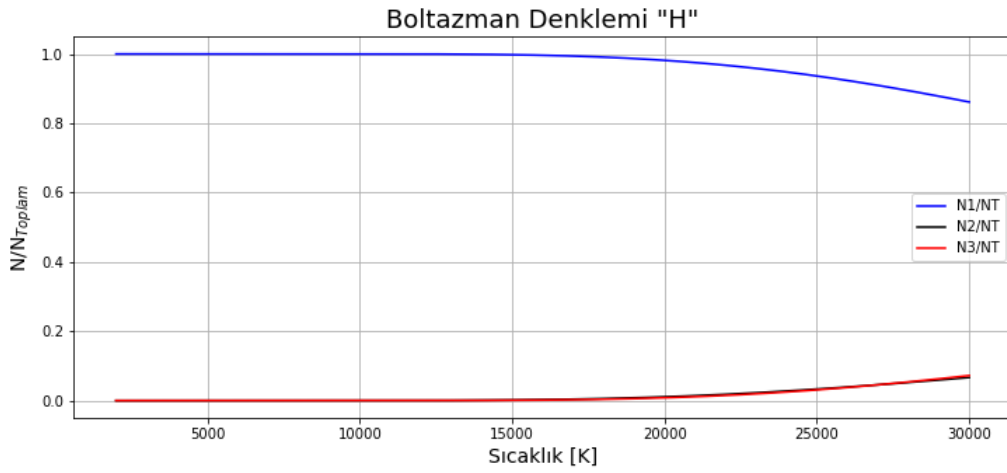
## Grafikler

Grafik 1

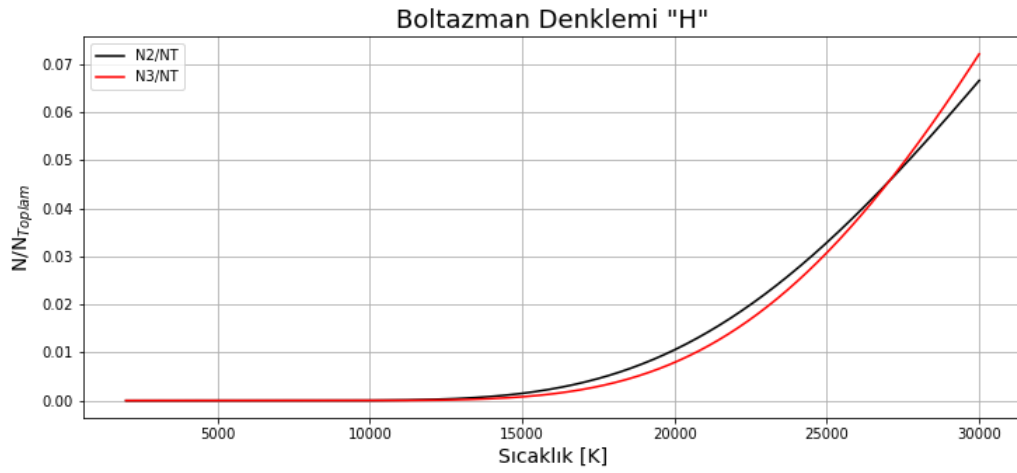


Bu grafikte Karbon atomunun üç uyarılma seviyesi için oranlarının sıcaklık ile nasıl değiştiğini görüyoruz. 5000K' e kadar bütün atomlar  $n=1$  uyarılma sevisindedir. Ardından  $n=1$  uyarılma seviyesindeki atomların oranı azalırken  $n=2$  uyarılma seviyesine sahip olan atomların sayısı artıyor. 13000K civarında ise  $n=2$  uyarılma seviyesindeki atomların artış oranı azalıyor ve  $n=3$  uyarılma seviyesindeki atomların oranı artmaya başlıyor.

Grafik 2

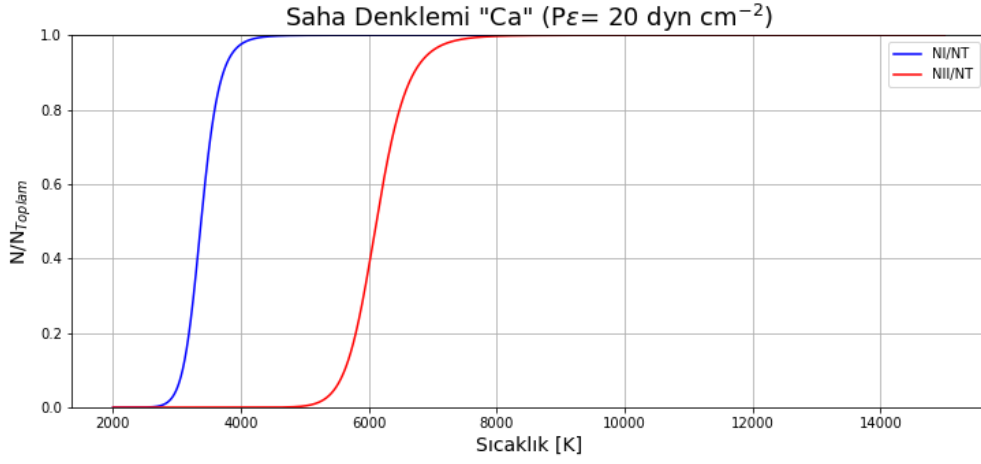


Bu grafikte Hidrojen atomunun üç uyarılma seviyesi için oranlarının sıcaklık ile nasıl değiştiğini görüyoruz. 17000K' e kadar atomların büyük n = 1 uyarılma sevisindedir. Ardından n = 1 uyarılma seviyesindeki atomların oranı azalmaya başlar n = 2 ve n = 3 uyarılma seviyesine sahip olan atomların sayısı artıyor.



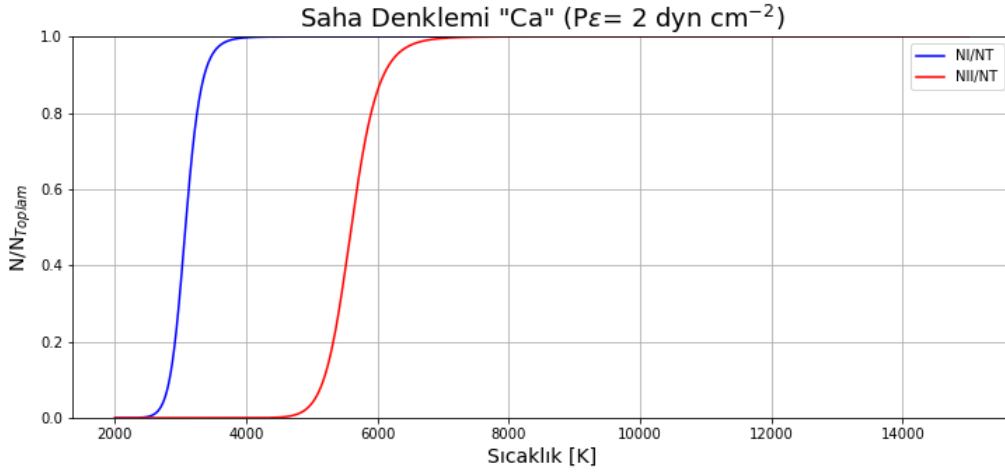
n= 2 ve n= 3 uyarılma seviyelerinde ki atomların artış oranı bir birlerine çok yakındır.

Grafik 3



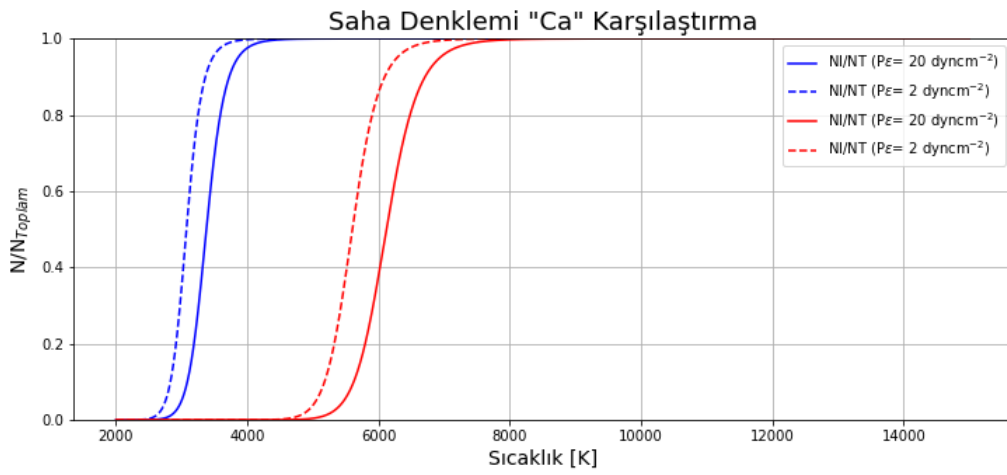
Bu grafik Kalsiyum atomunun  $n = 1$  ve  $n = 2$  uyarılma seviyelerindeki elektronların sıcaklık ile iyonlaşmaları arasındaki oranı veriyor. Elektron basıncı  $20 \text{ dyn cm}^{-2}$  olan Kalsiyum atomları için; 3000 K civarından  $n = 1$  seviyedeki elektronlar iyonlaşmaya başlıyor ve 5000K civarında tamamı iyonlaşmış oluyor.  $n = 1$  seviyesindeki elektronların iyonlaşmasının bittiği sıcak civarında ise  $n = 2$  seviyesindeki elektronlar iyonlaşmaya başlıyor.

Grafik 4



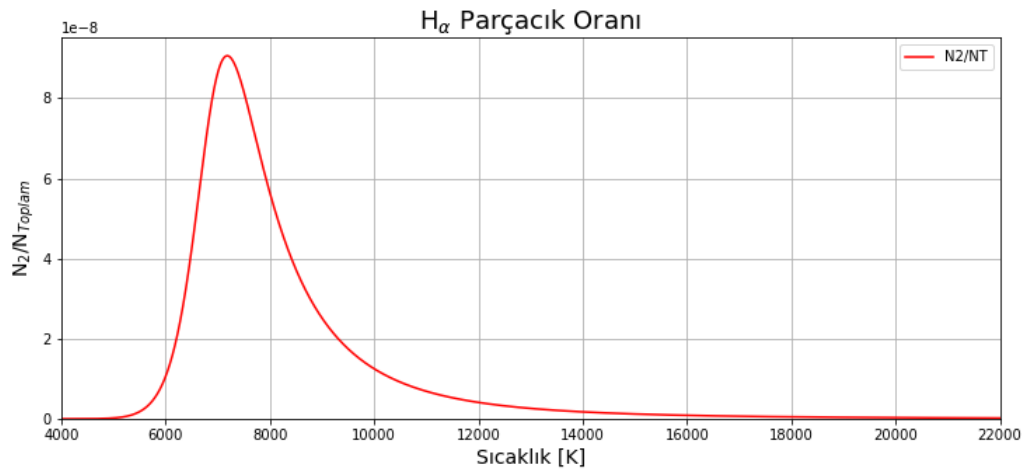
Bu grafik Kalsiyum atomunun  $n = 1$  ve  $n = 2$  uyarılma seviyelerindeki elektronların sıcaklık ile iyonlaşmaları arasındaki oranı veriyor. Elektron basıncı  $2 \text{ dyn cm}^{-2}$  olan Kalsiyum atomları için; 2900 K civarından  $n = 1$  seviyedeki elektronlar iyonlaşmaya başlıyor ve 4700K civarında tamamı iyonlaşmış oluyor.  $n = 1$  seviyesindeki elektronların iyonlaşmasının bittiği sıcak civarında ise  $n = 2$  seviyesindeki elektronlar iyonlaşmaya başlıyor.

Grafik 5



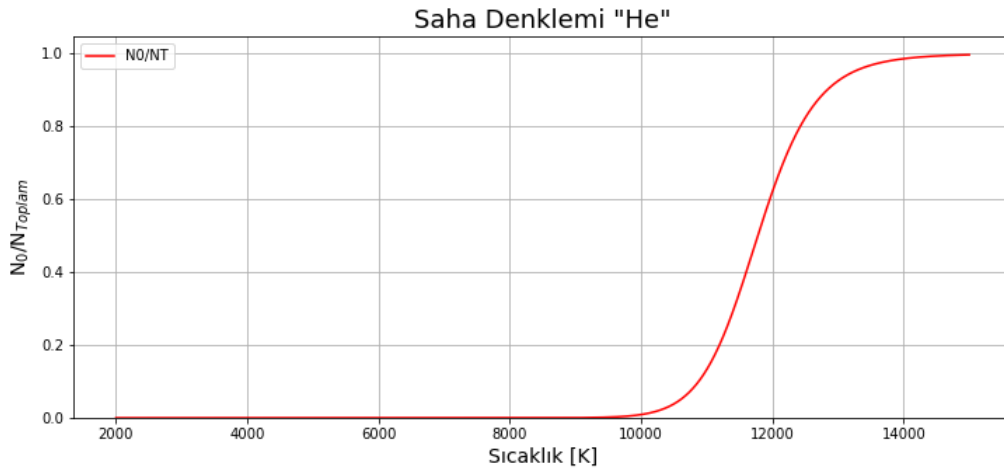
Bu grafik 4. Sorunun cevabında yorumlanmıştır.

Grafik 6



Bu grafik Saha ve Boltzman denklemlerinin birleşimi ile elde edilen denklem ile oluşturulmuştur. Gazın hem salma hem de soğurulma süreçlerinin oranını veren bu grafik 1. Sorunun cevabı olarak yorumlanmıştır.

Grafik 7



Bu grafik He atomunun temel uyarılma seviyelerindeki elektronların, sıcaklık ile iyonlaşmaları arasındaki oranı veriyor. 1000 K civarından temel seviyedeki elektronlar iyonlaşmaya başlıyor ve 15000K civarında neredeyse tamamı iyonlaşmış oluyor.

Diğer seviyeler için de çizdirmem istenmişti fakat  $z_{II}/z_I = 0$  olduğundan saha denklemi ile hesaplama yapılamıyor

Grafik 8

