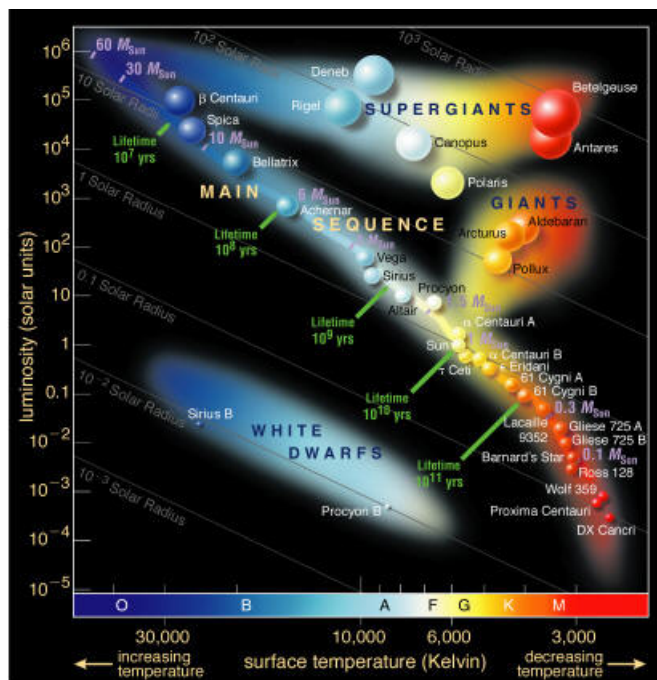


Spektrální klasifikace

V textu seriálu byl velmi zhruba popsán Hertzsprungelův-Russelův diagram (HR diagram). O tomhle diagramu se dají napsat celé knihy, protože v sobě ukrývá ohromné množství fyziky, včetně celého hvězdného vývoje. Nicméně zkusme chvíli zanechat vysvětlování samotných fyzikálních procesů, zkusme se podívat, jak lze hvězdy, které vidíme přímo pomocí tohoto diagramu charakterizovat.



Obrázek 1: HR diagram, na vertikální ose je zářivý tok (luminosita) a na horizontální klesající povrchová teplota. Zároveň jsou na diagramu zřetelně známé hvězdy, spatřitelné ze Země.

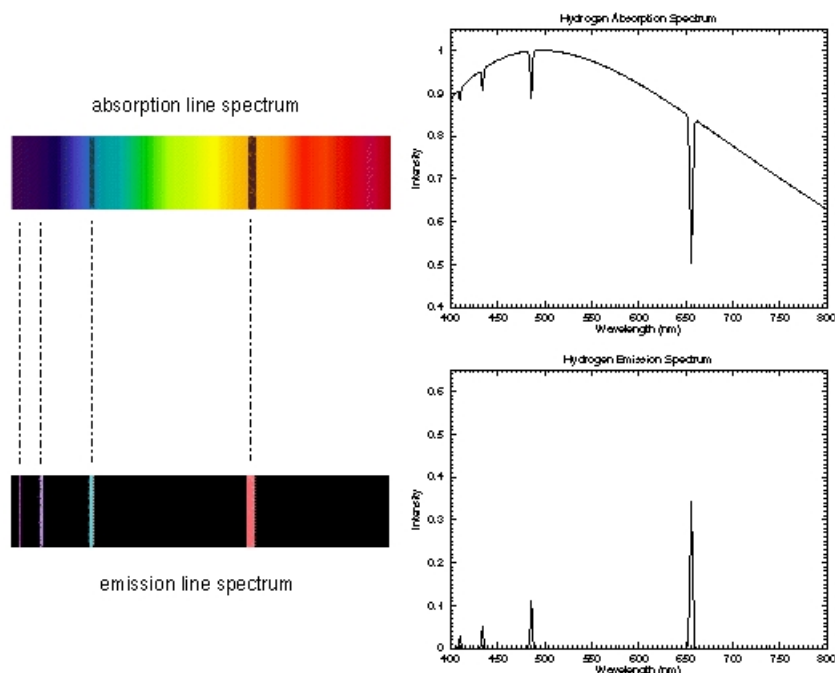
Na diagramu si můžeme povšimnout ještě jednoho údaje. U teploty jsou uvedena jakási písmena. Tato písmena označují tzv. harvardskou spektrální klasifikaci¹. Slovíčko spektrální naznačuje, že hvězdy budeme do tříd zařazovat pomocí spekter. Jednotlivé třídy nesou pojmenování **O**, **B**, **A**, **F**, **G**, **K**, **M**, (**L**, **T**, (**Y**))². Pro zapamatování slouží říkanka 'Oh be a fine girl/guy, kiss me (less talk)', která se poměrně pevně zažila do astronomického folkloru. Dříve než se pustíme do jednoduchého popisu tříd, připomeňme si pár základních věcí ze spektroskopie.

Ve spektru se nám mohou objevit čáry absorpční a emisní. Jak název napovídá jedny vznikají vyzařováním - emisí - na jisté vlnové délce, druhé tak, že jistou vlnovou délku pohlcují.

Několikrát bylo již zmíněno, že nejčastějším prvkem ve vesmíru je vodík a to jak v atomární, tak v molekulární (H_2) podobě. Nejen pro astronomii jsou významné tzv. série vodíku, které jsou spektrálními čarami zářícími na vlnové délce, která odpovídá přechodům ve vodíkovém atomu. Čáry jsou značeny řeckými písmeny, přechod z hladiny n na hladinu $n - 1$ je označován písmenem α atp. Pokud přecházíme z vyšší na první energiovou hladinu, mluvíme o Lymanově sérii vodíku, která je pozorovatelná v ultrafialové části spektra. Přechody na druhou hladinu jsou nazývány Balmerova série vodíku, pozorovatelné ve viditelném spektru, na třetí Paschenova, dále Brackettova, Pfundova a Humphreyova. Vodík samozřejmě není jediným prvkem ve vesmíru. Hojně je zastoupeno také helium. Jakýkoliv těžší prvek astronomové nazývají kovem (ne, logiku to nemá a ani mít nebude). Hodí se podotknout, že pro vyjádření obsahu nějakého prvku ve hvězdě se používá abundance, která se vyjadřuje v logaritmech počtu atomů vztahených vůči takovému

¹Vznikla počátkem dvacátého století. Autory jsou E. Pickering a Annie J. Cannon, kteří spolu klasifikovali hvězdy v archivu Harvardské observatoře. Jimi navržená klasifikace je v podstatě používána dodnes.

²Třídy L a T jsou uvedeny v závorce, protože byly přidány později jako výsledek studia slabých a nepříliš hmotných hvězd. Třída Y je zatím nepotvrzená, zahrnovala by substelární objekty o povrchové teplotě okolo 300K.



Obrázek 2: Horní obrázek zobrazuje absorpční spektrum vodíku, spodní emisní. Absorpční spektrum vznikne, pokud je mezi objektem a pozorovatelem kupříkladu oblak chladného plynu, emisní spektrum vzniká, vyzařuje-li přímo zahřátý plyn.

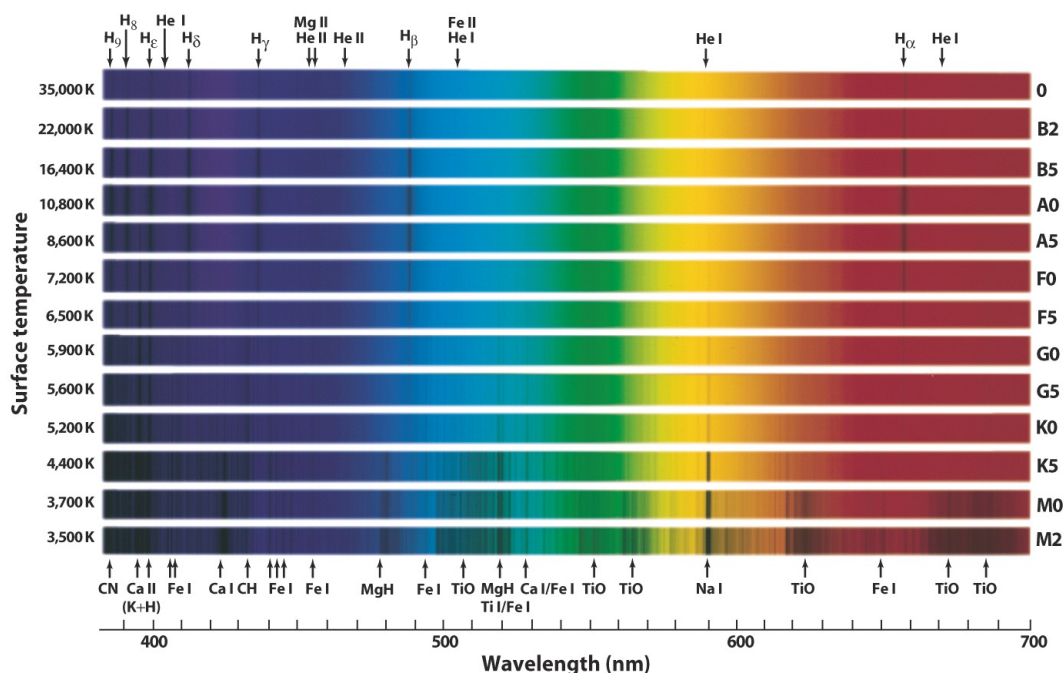
množství látky, v němž je obsaženo právě 10^{12} atomů vodíku. Samozřejmě lze ekvivalentně vyjádřit třeba v kilogramech.

Prvky samozřejmě ve vesmíru nenalzáme všechny pěkně v základních stavech. Naopak je velmi často potkáme ionizované. Abychom rozlišili, zda mluvíme o neutrálním nebo ionizovaném prvku bez toho, abychom to složitě opisovali, použijeme římských číslic. Objeví-li se někde číslice I, pak jde o prvek neutrální (He I), číslice II značí jednou ionizovaný, III dvakrát atp.

Spektrální třídy

- **O** nejteplejší hvězdy, které se jeví jako bílé až namodralé. V jejich spektru je poměrně málo čar, objevují se silné absorpční čáry He II, někdy i emisní. U 'chladných' hvězd z této třídy se objevují absorpční čáry He I.
- **B** horké hvězdy taktéž jeví se jako modrobílé. Silné absorpční čáry He I. S klesající teplotou se začínají objevovat čáry Balmerovy série vodíku.
- **A** hvězdy se jeví bílé. Silné absorpční čáry Balmerovy série vodíku. Objevují se absorpční čáry Ca II.
- **F** hvězdy mají bíle nažloutlou barvu. Zatímco Balmerovy čáry vodíku ztrácejí na intenzitě, čáry Ca II se stávají silnějšími. Objevují se absorpční čáry neutrálních prvků jako Fe I nebo Cr I.
- **G** hvězdy žluté barvy. Jedná se o hvězdy slunečního typu. Opět jsou zde velmi intenzivní čáry Ca II, zesilují čáry Fe I.
- **K** chladné naoranžovělé hvězdy. Pomalu slábnou čáry Ca II, nejintenzivnějšími čarami se stávají absorpční čáry těžkých prvků (zmiňně např. Fe I).
- **M** chladné červené hvězdy. Spektru začínají dominovat molekulární absorpční čáry, zejména TiO a VO. Čáry neutrálních těžkých prvků jsou stále velmi intenzivní.

- **L** tmavě červené hvězdy, lépe detekovatelné v infračervené části spektra, než opticky. Nejsilněji se ve spektru projevují molekulární absorpční pásy hydridů (např. CrH), vody, CO a alkalických kovů. TiO a VO čáry ztrácí na intenzitě.
- **T** chladné, prakticky jen infračerveně detekovatelné hvězdy. Nejintenzivnější jsou čáry methanu CH₄. CO je pouze slabá.



Obrázek 3: Spektra různých spektrálních tříd hvězd s vyznačenými významnými čarami. Credit Northern Arizona University.

A aby toho nebylo málo, jednotlivé spektrální třídy se rozdělují na deset jednotek označených čísly 0 – 9. Hvězdy označená 0 bývají ve své spektrální třídě nejteplejší (takže A0 je teplejší než A5).

Výše uvedená spektrální klasifikace je platná pro hvězdy hlavní posloupnosti. Zvědaví astronomové samozřejmě začali hloubat nad tím, jak rozlišit mezi obry, hvězdami hlavní posloupnosti a trpaslíky. Výsledkem je **Morganova-Keenova klasifikace luminositních tříd**, označovaných řeckými písmeny.

třída	typ hvězdy
Ia-O	extrémně zářiví superobři
Ia	zářiví superobři
Ib	méně zářiví superobři
II	jasní obři
III	normální obři
IV	podobři
V	hvězdy hlavní posloupnosti a červení trpaslíci
VI,sd	podtrpaslíci
D	bílí trpaslíci

Pokud zahrneme i tuto klasifikaci, dostaneme pro naše Slunce třídu G2V. Samozřejmě toto není konec, speciální třídy mají dále i trpaslíci, obři apod., což s dovolením přenecháme fandům dlouhých a neintuitivních pojmenování³.

³http://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification Kupříkladu na konci tohoto wiki dokumentu je poměrně pěkný nástin.