Základní škola sv. Voršily v Olomouci
Aksamitova 6, 772 00 Olomouc

Životní cyklus hvězd

Závěrečná práce

Autoři: Daniel Flek, Adam Šumník

Třída: IX

Vedoucí práce: Mgr. Vilém Lukáš

Olomouc 2012

OBSAH

ÚVOD **4**

KAPITOLA I – Vznik hvězd **5**
1 Mlhoviny 5
2 Impulzy k tvorbě hvězd 6
3 Hvězdokupy 6
4 Na hlavní posloupnost 6

KAPITOLA II – Hvězda hlavní posloupnosti **8**
1 Energie hvězd 8
2 Svítivost 8
3 Ostatní vlastnosti hvězd 9

KAPITOLA III – Od dospělosti ke stáří **10**
1 Hvězda malé hmotnosti (Červení trpaslíci) 10
2 Hvězda hmotnosti Slunce 10
3 Velmi hmotná hvězda 10

Kapitola IV – Závěrečná stadia hvězd **11**
1 Supernova 11
2 Planetární mlhovina 11
3 Bílý trpaslík 11
4 Neutronová hvězda 11
5 Černá díra 12
5.1 Co se děje uvnitř černé díry? 12

ZÁVĚR **14**

ZDROJE **15**

RESUMÉ **16**

ÚVOD

V naší absolventské práci bychom Vám rádi představili hvězdy, tedy jedny z nejkrásnějších těles ve vesmíru. Toto téma je ale velice rozsáhlé, a tak bychom se zaměřili na jejich životní cyklus.

Toto téma jsme si vybrali z důvodu, že je to jednak jedno z mála témat, které nás oba zajímá, a také nám toto téma přijde hodně zajímavé. Nutno také podotknout, že podstatná část naší práce je jen jednou z teorií. Těchto teorií je samozřejmě více a některé si dokonce protiřečí.

Věříme také, že toto téma bude zajímavé nejen pro nás, nýbrž i pro Vás.

Kapitola I – Vznik hvězdy

Hvězda vzniká gravitačním zahuštěním chladné, husté mlhoviny. Hlavní složkou mlhoviny je molekulární vodík (vodík se v chladných oblastech s teplotou kolem –260°C vyskytuje ve formě molekul). Aby se mohla mlhovina začít smršťovat musí být dostatečně hustá. Také musí být dodán počáteční impulz, aby byl překonán vlastní tlak plynu. Ve větších mlhovinách vznikne většinou více hvězd najednou, tvoří se blízko sebe a mohou být i gravitačně vázané. Materiál mlhoviny se zahušťuje, roste v něm teplota a tlak do té doby, než se zažehnou termonukleární reakce a zrodí se hvězda.

1 Mlhoviny

Mlhoviny, ve kterých se rodí hvězdy, patří k nejkrásnějším objektům ve vesmíru. Jsou to oblaka molekulárního vodíku, helia, prachových částeček, tedy základních stavebních částic budoucích hvězd. Mlhoviny mohou být obrovské, táhnoucí se stovky světelných roků prostorem, nebo může jít o malé kompaktní mlhoviny, známé jako Bokovy globule. Mlhoviny mohou být ve vesmíru nečinně rozprostřeny po miliony let. K tomu, aby v nich byla spuštěna tvorba hvězd, je třeba počátečního gravitačního rázu. Pokud je mlhovina velká, mohou se hvězdy začít tvořit i na více místech najednou a z mlhoviny se tak stává obrovská hvězdná porodnice. První, velmi hmotné hvězdy žijí jen krátkou dobu, jejich zrození, život i smrt proběhne, zatímco se jejich méně hmotní sourozenci ještě stále vyvíjejí. Pokud v mlhovině vybuchne velká hvězda jako supernova, spustí vlnu překotné tvorby hvězd.

Mlhovina v Orionu

2 Impulzy k tvorbě hvězd

K tomu, aby se začaly tvořit hvězdy, potřebuje mlhovina mezihvězdné látky počáteční ráz. Proti gravitaci působí tlak plynu a magnetické pole mlhoviny. Takovýmto impulzem může být gravitační působení prolétající hvězdy nebo výbuch blízké supernovy. Hromadnou tvorbu hvězd může také způsobit srážka dvou galaxií. Ve spirálních galaxiích podobných naší Mléčné dráze se rameny galaxie šíří hustotní vlny spouštějící tvorbu hvězd. Postupující vlna lokálně zvětší hustotu v mlhovině, která se pak může začít gravitačně hroutit. Tvar hustotní vlny pak vidíme jako místa se zvýšenou koncentrací mladých hvězd.

3 Hvězdokupy

Hvězdy vznikají v mlhovinách relativně blízko sebe, mohou proto být gravitačně svázány a vytvářejí tak hvězdokupu. Některé jsou dokonce tak blízko, že si spolu vyměňují hvězdný materiál. Je velmi neobvyklé, když hvězda není součástí vícenásobného systému nebo alespoň dvojhvězdou. V tomto ohledu je naše Slunce výjimkou. Hvězdy tvořící hvězdokupu mívají podobné složení, přestože v jedné hvězdokupě může být několik po sobě jdoucích generací hvězd vytvořených ze stejné mlhoviny. Stáří hvězd v takovémto seskupení hvězd není jednotné. Zbytky prachu a plynu většinou zůstávají poblíž mladých hvězd. Částečky prachu rozptylují jejich světlo, a protože se nejlépe rozptyluje modrá část spektra, vidíme prachové mlhoviny modré. Plynná část mlhoviny je zahřívána mladými hvězdami, ionizovaný rekombinující vodík svítí červeným světlem a vytváří tak emisní mlhoviny. Vlastní pohyb hvězd může způsobit, že se mladé hvězdokupy nakonec rozpadnou a zůstanou jen gravitačně vázané vícenásobné systémy hvězd, které se mohou pohybovat galaxií společně.

4 Na hlavní posloupnost

Zahušťováním oblaků molekulárního vodíku vznikají protohvězdy (budoucí hvězdy). Hvězdní nováčci uvolňují při kontrakci obrovské množství energie. Bohužel, takovéto hvězdy nejsou dobře viditelné, protože jsou zcela zahaleny protoplanetárním diskem a mlhovinou, ze které vznikají. Teplo a tlak vytvářené zahušťováním mlhoviny působí proti gravitační síle, která toto zahušťování

způsobuje. Nakonec teplota, tlak a hustota vzrostou natolik, že se ve středu zažehnou termonukleární reakce a zrodí se nová hvězda. V tomto stadiu jsou hvězdy velmi nestabilní. Uvolňují hmotu Z formujícího se planetárního disku plynu a prachu ve formě hvězdného větru, často soustředěného do dvou polárních výtrysků. Postupně se vyrovná tlak záření a gravitační síly, vzniklá hvězda se pak usadí na hlavní posloupnosti, kde stráví více než 90 procent svého života.

Kapitola II - Hvězda hlavní posloupnosti

Hvězda se dostane na hlavní posloupnost v momentě, kdy se v jejím jádru zažehnou termonukleární reakce. V tomto stadiu se nachází asi 90% známých hvězd a hvězdy takto tráví většinu života.

Hvězdy hlavní posloupnosti jsou takové jaké je známe nejlépe. Je to např. naše Slunce. Jedná se o obrovské plynné koule,tvořené převážně vodíkem.

Na povrchu hvězd je okolo 3000-100000 °C. V jádře pak okolo několika milionů až miliard stupňů. Podobně jako naše Země se i každá hvězda otáčí okolo své osy.

1 Energie hvězd

Díky mnohamilionové teplotě dochází v jádře hvězdy k reakci jaderného slučování. Atomy vodíku se zde postupně slučují na helium. Díky tomu se z hvězd uvolňuje gigantické množství energie, které závisí na velikosti hvězdy. Energie se vylučuje ve formě Gama záření.

2 Svítivost

Určování svítivosti (magnitudy) hvězd může být sporné. Pokud jsou na obloze 2 stejně jasné hvězdy,neznamená to, že mají stejnou svítivost neboť jsou obě v rozdílných vzdálenostech od země. Pohledem na noční oblohu měříme pouze zdánlivou (relativní) magnitudu. Astronomové proto zavedli pojem absolutní magnituda, která je definovaná jako zdánlivá magnituda měřená ve vzdálenosti 33 světelných roků od hvězdy. Svítivost hvězdy bývá obecně udávána v násobcích svítivosti Slunce. Čím je hvězda hmotnější, tím větší světlo vyzařuje (vyjma červených obrů a veleobrů viz níže). Nejjasnější hvězdy mohou být až stotisíckrát jasnější, ty nejslabší pak 1000krát méně jasné než naše Slunce.

Jedna z největších, nejteplejších
a nejjasnějších známých hvězd Rigel

3 Ostatní vlastnosti hvězd

Hvězdy mohou být červené, oranžové, žluté, žlutobílé, bílé, modrobílé a modré. Nejteplejší jsou modré (průměrně 45 000 stupňů na povrchu), nejchladnější pak červené (průměrně 3 500 stupňů na povrchu).

Čím je hvězda větší, tím je teplejší (neplatí pro červené obry a veleobry). Zároveň daní za velikost je kratší život. Nejhmotnější hvězdy své veškeré palivo spálí už během pár milionů let. Ty nejlehčí pak mohou žít i déle než 10 miliard let. Platí také, že u nejhmotnějších hvězd nikdy nemůže dojít ke zrodu planet, protože planetám trvá zformování mnohem déle než trvá samotný život hvězdy. Největší ale nemusí znamenat nejhmotnější. Hmota může být ve hvězdě různě nahuštěná. Např. nejtěžší známá hvězda (R136a1) je 265krát těžší než slunce,ale pouze 30krát větší.

Kapitola III - Od dospělosti ke stáří

Jakmile hvězda spálí veškerý vodík v jádře, vznítí se její zásoby helia a hvězda se mnohonásobně rozepne (např. Slunce bude dosahovat až za oběžnou dráhu Země) a hvězda se ochladí.
Další vývoj hvězd se odvíjí podle jejich hmotnosti.

1 Hvězda malé hmotnosti (červení Trpaslíci)

Hvězda o hmotnosti méně než polovina Slunce je příliš malá pro zažehnutí dalších termojaderných reakcí. Začne se proto postupně smršťovat. Tlak plynu dokáže nakrátko vyrovnat gravitační kolaps hvězdy. Malá tmavá hvězda však postupně vybledne a gravitačně se zhroutí. Co se s hvězdou stane dál je dodnes záhadou, neboť jsou tyto hvězdy tak malé, že je lze pozorovat jen velmi obtížně.

2 Hvězda hmotnosti Slunce

Poté, co se hvězda o hmotnosti Slunce rozepne, stane se z ní červený obr. Hvězda doslova odhodí své vnější vrstvy a vznikne z nich planetární mlhovina, která se rozletí do okolí. To co z hvězdy zbylo se smršťí, čímž opět vzroste teplota a tlak ve středu hvězdy a začne přeměna helia na uhlík. Hvězda se tak opět rozepne, a po vyčerpání helia jádro vyhasne. Nakonec se gravitačně zhroutí a vznikne z něj tzv. bílý trpaslík.

3 Velmi hmotná hvězda

Čím je hvězda hmotnější, tím vícekrát se rozepne a zhroutí. Dochází zde k dalším jaderným přeměnám. Z uhlíku na dusík, z dusíku na kyslík atd. Vznikají tak stále těžší a těžší prvky. Celý proces ale končí u železa. Poté už se hvězda nemá jak přeměňovat a exploduje jako supernova. Jedná se zde o podobný princip jako u hvězd hmotnosti Slunce, ale celý proces je mnohem bouřlivější. Z každou přeměnou hvězda nabývá na objemu. Takovýmto hvězdám se říká veleobři. Největší nalezený veleobr byl v průměru 1700 krát větší než Slunce (kdyby se postavil na místo našeho Slunce, dosahoval by až k oběžné dráze Saturnu).

Kapitola IV - Závěrečná stádia hvězd

1 Supernova

Supernova je v podstatě začátkem pro zrod všech hvězd. Při takovém výbuchu vznikne víc světla, než vydává celá galaxie. Do vesmíru se při něm dostávají zbytky hvězd, ze kterých pak vznikají mlhoviny. Mj. zde také vznikají prvky těžší než železo, které z hvězd nemůžou vzniknout.

2 Planetární Mlhovina

Planetární mlhovinu nelze považovat za kosmické těleso, jedná se pouze o velice řídkou směs plynu a prachu, která vznikla odhozením vnější vrstvy hvězdy a následně se rozlétla do okolí. Pro vývoj hvězd však mají podobně jako mlhoviny vzniklé ze supernovy velký význam. Uvolňuje se z nich např. dusík, který při výbuchu supernovy nevznikne.

3 Bílý trpaslík

Poté, co se hvězdný materiál rozlétne do okolí, zůstane z hvězdy pouze její jádro. To se začne gravitačně hroutit a vznikne hvězda o hmotnosti Slunce, ale o velikosti Země. Bílý trpaslík má počáteční povrchovou teplotu 100000 °C. Ikdyž vydrží svítit ještě mnoho miliard let po zhroucení, nemá už žádný zdroj energie. Proto postupně vyhasíná, a jakmile vyhasne úplně, stane se z něj černý trpaslík. Černý trpaslík je pouze hypotetické těleso. Vzhledem k tomu, že nevydává žádné záření, nelze ho nikdy spatřit, je však zřejmé, že Bílý trpaslík musí bez zdroje energie někdy vychladnout. Černý trpaslík lze proto definovat jako něco, co zbude po vyhasnutí bílého trpaslíka.

4 Neutronová hvězda

Neutronová hvězda vznikne, pokud je zbytek po supernově těžší než 1,4 hmotnosti Slunce.

K výbuchu hvězdy této velikosti dojde v okamžiku, kdy implodující vnější vrstvy narazí na tuhé neutronové jádro a odrazí se od něj zpět rychlostí 70 milionů km/h. Během výbuchu je odfouknuta veškerá vnější vrstva hvězdy, ze které zbude pouze jádro. To se gravitačně zhroutí a vznikne malá velmi hustá kompaktní hvězda tvořená převážně z neutronů. Protony a elektrony zde tvoří jen nepatrný podíl. Hustota uvnitř neutronové hvězdy se pohybuje okolo 10 miliard tun na centimetr krychlový. Její průměr je pak okolo 100 km. Nově vzniklá neutronová hvězda má mnohem silnější magnetické pole a z toho důvodu se rychleji otáčí kolem své osy (v extrémních případech až 600krát za vteřinu). Neutronová hvězda mívá zpravidla velmi tenkou kůru. Důsledkem toho zde vznikají častá „hvězdotřesení“ (zemětřesení na hvězdách). Díky tomu se rychlost rotace může chvilkově ještě zvyšovat.

5 Černá díra

Černé díry vznikají pouze z těch nejtěžších hvězd. Hvězda více než 10krát těžší než Slunce má tak obrovskou gravitaci, že místo toho, aby se při výbuchu supernovy její materiál rozlétl do okolí, zkolabuje směrem dovnitř. Vznikne tak velmi malý, hmotný objekt, ze kterého nemůže uniknout ani světlo. Černé díry nelze na černém pozadí vesmíru spatřit. Lze je ale detekovat podle materiálu rotujícího v jejích okolí. Černá díra pohlcuje vše, co se dostane do jejího gravitačního pole. Tím zvětšuje svůj objem a přitažlivost, a tím rychleji rotuje (v extrémních případech dokonce rychlostí světla). Nečinné černé díry pak lze spatřit jen velice vzácně. Pokud černá díra proplouvá před světelným objektem, deformuje světlo, které od něj přichází. Tomuto jevu se říká gravitační mikročočkový efekt. Kolem každé černé díry rotuje disk o průměru statisíce kilometrů, ve kterém se zachycená hmota postupně stáčí dovnitř černé díry.

5.1 Co se děje uvnitř černé díry?

O tom, co přesně se děje uvnitř černé díry, se dodnes vedou spory. Podle některých teorií zde plyne čas mnohonásobně pomaleji. Např. Pokud by

teoreticky člověk strávil v černé díře 24 hodin, tak by na Zemi mezi tím uběhlo 20 let. Podle jiných teorií jsou zase černé díry bránou do jiného vesmíru.

Závěr

Zpracování absolventské práce s tématem života hvězd bylo velice obtížné. Hlavním problémem bylo, že o hvězdách a celkově o vesmíru toho víme velice málo. Mnohdy jsme tak museli vycházet z nepodložených vědeckých teorií, které si navíc často protiřečily. Bylo proto nutné, se často dívat na stáří zdrojů, ze kterých jsme čerpali a museli jsme mít bezpočet konzultací, abychom si vše ujasnili.

Dalším problémem pak byla neznalost mnoha fyzikálních zákonů, ze kterých tyto teorie vycházejí. Nejobtížnější proto bylo zjistit, proč něco je tak a ne jinak.

Většina těchto teorií vychází z pozorování Slunce a z fyzikálních zákonů, které jsme měli možnost poznat tady na Zemi. Je ale možné, že hvězdy fungují na úplně jiných principech a zákonech, které dnes ještě neznáme, a že je zkrátka vše úplně jinak. Vše okolo hvězd je velmi spekulativní a úplnou pravdu nezjistíme dokud vše nespatříme na vlastní oči. Toho se ale vzhledem k obrovským vzdálenostem mezi hvězdami jen tak nedočkáme. Vše bude proto záležet na lidské vynalézavosti a na schopnosti cestování časoprostorem, kde ani rychlost světla nemusí být zrovna vítězná rychlost.

Zdroje

Encyklopedie Vesmír Knížní klub Dorling Kindersley v roce 2005. Hlavní editor Martin Rees

Dokumentární cyklus Vesmír - díly: Zrod života,Šance na přežití,naše budoucnost. Koproducent BBC a TLC v roce 2001. Vedoucí výroby Philip Dolling a Emma Swain
Země původu-Velká Británie

Dokumentární cyklus Putování vesmírem- 5 část Život hvězd. Rok výroby 2002.
Země původu-Kanada

Resumé (norsky)

I dette notatet står det at, stjerner dannes fra stjernetåker. Når de antennes termonukleære reaksjoner begynne å konvertere hydrogen til helium. Etter brennende drivstoff stjernen øker og deretter avtar og blir til en hvit dverg, nøytronstjerne eller svart hull.