Otázka: Astrofyzika – Náš vesmír

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Kateřina Beranová

Gymnázium Dr. J. Pekaře Mladá Boleslav, Maturitní práce, Kateřina Beranová

1 Úvod

Vesmír je rozlehlý a neprobádaný a neustále se rozpíná. Náš vesmír, tak jak ho známe, je jen zlomek toho, co se nachází v nekonečném prostoru. Již před více než třemi tisíci lety byl vesmír zkoumán a i dnes jsme se nedostali dále, než na okraj sluneční soustavy. V této maturitní práci se budu věnovat jednotlivým planetám naší sluneční soustavy, hvězdám a dalším vesmírným objektům, jako jsou např. černé díry a mlhoviny.

Toto téma své maturitní práce jsem si vybrala, protože už od mého dětství mě záhady vesmíru fascinují a nyní bych chtěla, vše o co se zajímám, shrnout v této práci.

2 Vesmír

Vesmírem označujeme všechnu hmotu, energii a časoprostor, který obsahuje. Můžeme do něj zahrnovat galaxie, hvězdy, planety apod.

2.1 Vznik vesmíru

Vznikl před 13,7 miliardami let z tzv. počáteční singularity[1]. Podle dnešního vědeckého modelu vesmíru, který známe jako Velký třesk, se vesmír začal rozpínat v Planckově čase

z extrémně malého, horkého a hustého bodu, ve kterém byla koncentrována veškerá hmota a energie. Od té doby se vesmír rozšířil do dnešní podoby během velice krátké doby[2]. V dnešní době se rychlost rozpínání zvětšuje. Způsobuje to temná energie[3].

2.2 Vývoj vesmíru

Vývoj vesmíru se nejčastěji dělí na čtyři období:

- Hadronové období – trvalo přibližně dvě minuty od vzniku vesmíru. V tomto došlo k rozpadu většiny hadronů[4]. Za velice vysokých teplot tam probíhaly dva procesy. Probíhala anihilace[5] baryonů[6] s antibaryony. Na druhé straně probíhalo zhmotnění gama fotonů.
- Leptonové období – trvalo asi od druhé do třetí minuty po vzniku vesmíru. Neutrony, které se nestihly, rozpadnout se spojily s protony a vznikla tak jádra nejlehčích prvků.
- Fotonové období – trvalo od třetí minuty po vzniku vesmíru až po 300 000 let po vzniku vesmíru. Teplota klesla a elektrony s pozitrony se z fotonů již nezhmotnily, protože fotony už měly svou energii. V těchto obdobích převládalo záření nad částicemi.
- Látkové období – neboli období hvězdné trvá dodnes. Důležitou součástí vesmíru jsou částice. Elektrony se spojily s protony za teploty 10 000K a vznikly atomy vodíku. Vesmír se stal prostupným pro záření, jelikož se zbavil volných elektronů.

2.3 Rozpínání vesmíru

Rudý posuv[7] ve spektrech nám dokládá, že čím jsou od sebe galaxie dál, tím rychleji se vzdalují[8]. Rozpínání můžeme pozorovat na velmi vzdálených objektech – kvasarech[9] a jejich světelném spektru.

2.3.1 Reliktní záření

Reliktní záření je elektromagnetické záření, které přichází z celého vesmíru a je nejspíše pozůstatkem z doby po velkém třesku. Má spektrum absolutně černého tělesa o teplotě 2,7K a vlnovou délku v milimetrové oblasti. Je nejdůležitější, co se týče poznávání raného vesmíru.

2.3.2 Temná hmota

Jedná se o hypotetickou formu hmoty. Její objev osvětlil nesrovnalosti mezi vypočítanými hodnotami a pozorováními. Její existenci jsme do nedávna mohli doložit jen na základě jejího gravitačního vlivu na okolní objekty. Temnou hmotu se poprvé podařilo zpozorovat letos, na začátku roku 2014, kdy kvasar ozářil mlhovinu, v níž tak vědci mohli spatřit „uzly“ temné hmoty. Temná hmota není v prostoru rozložena rovnoměrně. Hromadí se ve shlucích, ke kterým je pak obyčejná hmota přitahována. Podle výzkumů je temné hmoty ve vesmíru kolem 23%. Na obyčejnou viditelnou hmotu připadají 4%. Zbytek vesmíru, tedy 73% tvoří temná energie.

2.3.3 Temná energie

Může být označována také jako skrytá energie. Jedná se o energii rovnoměrně rozloženou v prostoru. Do fyzikálních teorií byl tento pojem zaveden teprve před deseti lety a vědci jí vysvětlují současné zrychlování rozpínání vesmíru.

3 Sluneční soustava

Podle vědecké teorie se předpokládá, že před více jak 4,6 miliardami let se v galaxii začaly shlukovat částečky plynu a prachu. Ty se zformovaly do prstenců rotujících kolem hmotného středu mraku a byly přitahovány do jeho středu, kde se zvýšila teplota natolik, že tam začala probíhat termonukleární reakce a vzniklo Slunce. Další částečky se začaly shlukovat do větších kusů hmoty a daly tak základ dnešním planetám.

3.1 Složení sluneční soustavy

Základním bodem naší sluneční soustavy je Slunce, které představuje téměř celou její hmotnost[10] a svou velkou gravitační silou udržuje soustavu pohromadě. Soustava vznikla asi před 4,6 miliardami let[11] z plynoprachového mraku. Soustava je tvořena osmi planetami, pěti trpasličími planetami, více jak stopadesáti měsíci a menšími tělesy jako jsou planetky, komety,

meteoroidy apod. Planety ve sluneční soustavě obíhají po eliptických drahách kolem Slunce. Soustava je součástí galaxie, kterou nazýváme Mléčná dráha.

3.1.1 Slunce

Slunce je pomyslným středem naší sluneční soustavy. Je běžnou hvězdou průměrné velikosti. Tvoří přibližně 99,86% hmotnosti soustavy. Vzniklo před asi 5 miliardami let a můžeme předpokládat, že bude zářit ještě dalších 7 miliard let. Energie, která je Sluncem vyzařována, vzniká při termonukleárních reakcích v jeho jádru, kde se vodík přeměňuje na hélium. Slunce má průměr 1 400 000km a v jádru dosahuje jeho teplota 15 000 000K, zatímco na povrchu pouhých 5 700K. Jádro Slunce má hustotu stokrát větší než voda. Zde se při reakcích uvolňuje energie v podobě fotonů. Jádro obklopuje vrstva v zářivé rovnováze, vysoká 500 000km. Fotony touto vrstvou prochází několik set tisíc let. Další vrstvu tvoří konvektivní zóna silná 200 000km. V této vrstvě se předává energie za pomoci proudění. Na povrchu Slunce se nachází fotosféra, kde se nachází sluneční skvrny[12]. Z fotosféry vystřelují tzv. protuberance tvořené výtrysky plazmatu desetitisíce kilometrů nad povrch Slunce. Jejich tvar kopíruje siločáry magnetického pole v daném místě. Chromosféra je tenká vrstva těsně u fotosféry. Probíhají zde chromosférické erupce, které způsobují záblesky v chromosféře. Dojde-li k odtržení plazmatu při erupci, plazmatický oblak prochází sluneční soustavou. Zachytí-li ho naše Země, můžeme pozorovat polární záře. Poslední oblastí nacházející se nad chromosférou je koróna.
Je to atmosféra obklopující Slunce a máš vyšší teplotu než jeho povrch. Při úplném zatmění Slunce je pozorovatelná i pouhým okem.

3.1.2 Merkur

Merkur je planetou nejblíže ke Slunci. Zároveň je nejmenší planetou naší sluneční soustavy. Jeho oběh kolem slunce trvá pouze 87,9 dní. Povrch planety silně připomíná měsíční krajinu plnou kráterů a je neustále pod přímým působením slunečního větru a fotonů. Nepřítomnost atmosféry má za následek velký teplotní rozdíl. Na osvětlené polokouli může být až 450°C, na odvrácené straně teplota klesá až k -180°C. Díky vázané rotaci se Sluncem trvá den na Merkuru dva Merkurovy roky[13].

3.1.3 Venuše

Venuše se velice podobá Zemi svou velikostí i hmotností. Celá planeta je zahalena do mračen, která jsou tvořena mj. i kyselinou sírovou a zabraňují přímému pozorování povrchu. Dále také způsobují silný skleníkový efekt, díky kterému teplota na Venuši může být až 480°C. Na povrchu se nachází krátery a obrovské sopky. V dnešní době již nejsou aktivní, ale po prozkoumání povrchu se odhaduje, že povrch planety je pouze 0,5 miliardy let starý. Absence vody zapříčinila, že se tam nachází pouze vyprahlá pustina, která se nemění.

3.1.4 Země

Země jediná planeta, na které je zatím potvrzen život. Pravděpodobně vznikla před 4,6 miliardami let a hned po svém vzniku získala svou jedinou přirozenou družici – Měsíc. Její tvar připomíná kouli avšak nedokonalou. Ve středu Země se nachází malé pevné vnitřní jádro, které tvoří rozžhavené železo a nikl. Toto jádro (také jadérko) je obklopeno polotekutou vrstvou – vnějším jádrem. Kromě již zmíněného železa a niklu je také tvořeno nejspíše ještě kobaltem, sírou, křemíkem a kyslíkem, což mu dává polotekutý charakter[14]. Jádro uvnitř planety rotuje, což vytváří magnetické pole. Nad zemským jádrem se nachází zemský plášť, který tvoří především těžké minerály. Zemský plášť se dělí na tři části, kterými jsou: spodní plášť, vrchní plášť a astenosféra. Svrchní vrstvu planety Země tvoří zemská kůra. Kůru od pláště odděluje tzv. Mohorovičičova plocha diskontinuity, na níž se odrážejí a lomí zemětřesné vlny. Je tvořena žulovou a čedičovou vrstvou. Je široká od 6km do 70km. Nejsilnější je na kontinentech nejslabší naopak pod dny oceánů. Skládá se z jednotlivých litosférických desek, které se neustále pohybují. Povrch planety pokrývá z 70% voda, zbylých 30% připadá kontinentům. Celá planeta je pak obklopena atmosférou, která na Zemi udržuje vhodné podmínky pro život. Jedná se o směs kyslíku a dusíku, kterou nazýváme vzduch.

3.1.4.1 Měsíc

Měsíc je jedinou přirozenou družicí Země. Obíhá kolem ní tzv. vázanou rotací[15]. To způsobuje, že vidíme stále stejnou stranu Měsíce. Je zároveň prvním mimozemským tělesem, které navštívil člověk[16]. Voda se na Měsíci nachází v podobě ledu v kráterech na stinných částech. Jeho povrch je pokryt desítkami tisíc kráterů o různých průměrech většinou větších než 1km. Jsou staré stovky milionů až miliardy let. Je to způsobeno absencí atmosféry, tzn. i počasí.

3.1.5 Mars

Mars má pevný povrch tvořený krátery, sopkami a kaňony. Má dva měsíce Phobos[17] a Deimos[18]. Díky červené barvě povrchu způsobené zoxidovanou půdou je Mars nazýván Rudá planeta a je spojován s mimozemskou formou života. Povrch planety je pokryt pískem a prachem s vysokým obsahem železa. Z průzkumů planety bylo potvrzeno, že se zde kdysi vyskytovala voda. Velice nízké teploty a obrovské bouře ale nepřinášely vhodné podmínky k životu ani v minulosti.

3.1.5.1 Hlavní pás asteroidů

Hlavní pás asteroidů je soustava planetek vyskytujících se mezi Marsem a Jupiterem. Kdysi existovala teorie, že zde obíhala další planeta, která se ale rozpadla a zbyly z ní jen trosky. Dnes je to vysvětleno velkou gravitační silou Jupiteru, který při svém vzniku nedovolil vzniknout dalšímu většímu tělesu.

3.1.6 Jupiter

Jupiter je největší a nejhmotnější planetou. Jedná se o plynného obra. Okolo planety se nacházejí tři slabé prstence, ze Země špatně viditelné. Také ho obklopuje pole silné radiace. Horní vrstvy atmosféry jsou rozděleny do různě barevných pruhů a skvrn, které označují bouře. Strukturou je velmi podobný Slunci, k zažehnutí termonukleární reakce by ale musel být třináctkrát hmotnější. Můžeme tedy předpokládat, že Jupiter je složen převážně z vodíku a hélia, ale současná technologie nám neumožňuje bližší průzkum složení planety. Vnitřní část planety by mělo tvořit moře kapalného vodíku. Atmosféra obsahuje také metan, amoniak a vodní páru. Jupiter má 63 měsíců, největším z nich je Ganymede, který je pokryt silnou vrstvou ledu.

3.1.7 Saturn

Pro Saturn jsou charakteristické jeho dobře viditelné prstence. Atmosféra je tvořena lehkými plyny a to převážně vodíkem a héliem s oblaky čpavku. Jádro by mohlo být tvořeno křemičitany železa. Teplota v horních vrstvách atmosféry dosahuje -140°C. Vítr v atmosféře dosahuje až

1 800km/h. Ze všech planet v soustavě má Saturn nejmenší hustotu, dokonce menší hustotu než voda. Kromě husté soustavy prstenců má Saturn také 60 měsíců, z nich největší je Titan a jako jediný měsíc v sluneční soustavě má hustou atmosféru.

3.1.8 Uran

Atmosféru Uranu tvoří převážně vodík a hélium, ale i voda, čpavek, metan a jiné uhlovodíky. Má nejchladnější atmosféru ze všech planet. Teplota se pohybuje okolo -220°C. Střed planety je nejspíše složen z ledu a kamení. Kolem planety se táhne 11 malých prstenců a obíhá 27 měsíců.

3.1.9 Neptun

Neptun je planeta nejvzdálenější od Slunce. Má charakteristickou modrou barvu jako Uran, kterou způsobuje přítomnost množství metanu v atmosféře. Atmosféra dále obsahuje převážně vodík, hélium, ale také vodu a čpavek. Jádro je kamenité stejně jako u Uranu. Teplota, přestože je dále od Slunce, je vyšší než u Uranu a to -213°C. Rychlost větru v atmosféře dosahuje až 2 000km/h. Má 4 tenké prstence a 13 měsíců.

3.1.9.1 Kuiperův pás

Kuiperův pás se rozprostírá za oběžnou drahou Neptunu. Obsahuje nespočet malých těles. Je podobný jako hlavní pás asteroidů, avšak mnohem větší. Objekty v pásu jsou tvořeny zmrzlými prchavými látkami jako např. metan, amoniak nebo voda. Jeho součástí je mj. také trpasličí planeta, ještě do nedávna považovaná za planetu sluneční soustavy – Pluto.

3.1.10 Trpasličí planety

Tyto objekty nalezneme jak v hlavním pásu asteroidů, tak v Kuiperově pásu. Abychom nějaké těleso mohli označit za trpasličí planetu, musí splňovat následující kritéria: 1) musí obíhat okolo Slunce, 2) nesmí být družicí jiného tělesa, 3) jejich tvar musí být formován jejich vlastní

gravitací, 4) svůj okolní prostor nesmí vyčistit od menších těles, jinak by se staly dominantní. Mají stejné vlastnosti jako planety sluneční soustavy až na čtvrtý bod. Mezi největší a nejznámější trpasličí planety můžeme řadit Pluto, Ceres nebo Charón.

3.1.10.1 Pluto

Pluto je nejznámější z trpasličích planet, ještě do nedávna bylo považováno za planetu sluneční soustavy. Kolem své osy se otáčí na opačnou stranu, než obíhá kolem Slunce. Jeho složení je především kámen a led. Jeho povrch je velmi rozmanitý, co se týče barev. Ty přecházejí od temně černé, přes oranžovou až po jasně bílou. Pluto má tenkou dusíkovou atmosféru s příměsí metanu a oxidu uhelnatého, které se uvolňují ze zmrzlého ledu na povrchu. Má také pět známých přirozených družic, z nichž největší je Charón.

3.1.11 Meziplanetární hmota

3.1.11.1 Komety

Komety jsou tělesa, která pocházejí z doby, kdy se tvořila sluneční soustava. Nacházejí se v Oortově mračnu daleko za Kuiperovým pásem. Průměrná kometa je tvořena kamenným jádrem nebo prachem a ledem a má průměr nejvýše několik desítek kilometrů. Při náhlé poruše trajektorie se kometa vydá na cestu napříč sluneční soustavou. Jak se přibližuje ke Slunci, led a zmražené plyny se začnou odpařovat. Vzniká tak charakteristický ohon, který vždy míří směrem od Slunce. Dá se podle něj tedy určit, odkud kometa přiletěla. Při průletu sluneční soustavou se kometa pomalu rozpadá. Když se Země dostane do dráhy průletu některé komety, můžeme pozorovat meteorický roj[19]. Pády komet na naši planetu nejsou časté. Nejznámější pád komety zřejmě pochází z teorie o vyhynutí dinosaurů, kdy měla kometa o průměru 10km až 20km dopadnout na Yucatan a zcela zničit život na Zemi.

3.1.11.2 Meteory

Meteory se lidově nazývají také „padající hvězda“. Velmi jasný meteor nazýváme bolid. Na noční obloze se projevuje jako rychlý přelet svítícího objektu, který je tvořen tělesem –

meteoroidem[20]. Meteory prolétávají atmosférou rychlostí mezi 10 až 70km/s. Většina meteorů vznikla rozpadem planetek a komet, při průletu sluneční soustavou. Některé však vznikly vyvržením hmoty z jiných těles např. Měsíce nebo Marsu. Po dopadu meteoru na zemský povrch už mluvíme o tzv. meteoritu[21].

1. Hvězda

3.2 Základní charakteristika hvězd

3.2.1 Vzdálenost

Vzdálenosti mezi vesmírnými tělesy můžeme měřit v AU, l. y., pc. 1AU[22] je průměrná vzdálenost Země od Slunce a je rovna 150×106 km. 1 l. y.[23], je vzdálenost, kterou světlo urazí za jeden rok a je rovna 9,46×1012 km. 1pc[24] je vzdálenost, ze které by poloměr oběžné dráhy Země byl kolmo k zornému paprsku vidět pod úhlem 1″.

3.2.2 Spektrální klasifikace

Před více jak sto lety bylo na Harvardově univerzitě navrženo rozdělení na spektrální třídy. Jedná se o rozdělení hvězd do deseti tříd podle typu spektra. Typ spektra závisí na povrchové teplotě hvězdy, proto spektrální třída vypovídá o teplotě hvězdy, než o jejím složení. Pohybuje se v teplotním rozmezí od 1 499K až 100 000K[25].

Obrázek 4 (http://provesmir.ic.cz/images/spektralni%20tridy.jpg)

- O: Hvězdy mají modrou barvu, na intenzivním spojitém pozadí, absorpční čáry ionizovaného hélia.
- B: Absorpční čáry neutrálního helia, Balmerovy série vodíku a ionizovaného kyslíku, hvězdy mají modrobílou barvu.
- A: Silné čáry Balmerovy série vodíku. Objevují se čáry ionizovaného vápníku a čáry kovů. Hvězdy mají bílou barvu.
- F: Čáry Balmerovy série slábnou, zesilují se čáry ionizovaného vápníku a kovů. Hvězdy mají žlutobílou barvu.
- G: Velmi silné čáry ionizovaného vápníku, slabé čáry Balmerovy série, početné čáry kovů, zejména železa. Hvězdy mají žlutou barvu.

- K: Silné čáry kovů, slabé absorpční pásy molekul. Hvězdy mají oranžovou barvu.
- M: Silné pásy molekul, zejména oxidu titanatého. Hvězdy mají červenou barvu.

3.2.3 Hmotnost

Hmotnost hvězd se pohybuje v rozmezí 0,1 – 80 M_S[26]. Hmotnost hvězdy je důležitá při jejím vzniku. Když nemá dostatečnou hmotnost, tak vůbec nevznikne, protože nemá dostatečné gravitační přitahování na to, aby tlak a teplota v jádru zažehly termonukleární syntézu. Hvězdy s větší hmotností se vyvíjejí daleko rychleji, proto i jejich životnost je podstatně kratší.

3.2.4 Rozměry

Rozměry hvězd můžeme naměřit od 10km až po 1000R_S[27]. Povrch hvězdy byl poprvé vyfotografován v roce 1995[28].

3.2.5 Hustota

Hustota hvězd se pohybuje v rozmezí 10^{-7} až 10^{15} ρ_S[29]. V hustotách se hvězdy liší nejvíce.

Veleobr	Slunce	Bílý trpaslík	Neutronová hvězda
10^{-6} g/cm^3	1,4 g/cm^3	10^{6} g/cm^3	10^{14} g/cm^3

Tabulka 1

3.2.6 Vlastní pohyb

Tzv. tangenciální pohyb způsobuje změnu tvaru souhvězdí s postupem času. Radiální pohyby způsobují změny frekvence a můžeme je měřit za pomoci Dopplerova jevu.

3.2.6.1 Dopplerův jev

Tento jev je založen na rozdílu mezi frekvencí a vlnovou délkou přijímaného a vysílaného signálu zdroje, kdy zdroj může být oproti pozorovateli v pohybu či naopak. Nejznámějším příkladem tohoto jevu je např. zvuk sirény.

3.3 Život hvězdy

Hvězda je jedno z vesmírných těles, které dosáhlo takové velikosti a teploty, že v něm začala probíhat termonukleární reakce.

3.3.1 Vznik hvězdy

Na počátku každé hvězdy stojí částice mezihvězdné hmoty, které se začnou shlukovat a smršťovat tím, jak na ně působí gravitační síla. Aby hvězda vznikla, je zapotřebí, aby proběhl některý z procesů, který má za následek náhlé zhuštění hmoty. Časté jsou výbuchy blízké supernovy. Jak se hvězda formuje, neustále zmenšuje své rozměry a v jádru hvězdy narůstá teplota a tlak až dojde k zažehnutí termonukleární reakce. Hvězda pak za pomoci syntézy začne přeměňovat vodík na hélium a uvolňovat energii.

3.3.2 Vývoj hvězdy

Jak se hvězda bude po svém vzniku vyvíjet, záleží pouze na její počáteční hmotnosti. Když se zrodí nová hvězda, zařadí se do tzv. hlavní posloupnosti. Zde setrvává po dobu, která záleží na tom, jak rychle spaluje vodík v jádru. Hvězdy, které mají hmotnost jako naše Slunce, dokážou setrvat na hlavní posloupnosti až 10 miliard let. Hvězda, která je 20x a více hmotnější, zde dokáže setrvat už jen pouhé 3 miliony let.

3.3.3 Zánik hvězdy

Poté, co hvězda přemění většinu svého vodíku, se její objem začne zmenšovat a tlak s teplotou v jádru začnou znovu narůstat. Pokud hmotnost hvězdy není dostatečná, k zahájení další termonukleární reakce nedojde a hvězda končí jako červený trpaslík, který bude miliardy let chladnout. Hmotnější hvězda začne přeměňovat hélium na uhlík, rozepne své vnější slupky a stane se z ní rudý obr. Hvězda s jádrem až 2x hmotnějším než Slunce se zhroutí do bílého trpaslíka. U těchto hvězd s hmotností, která přesahuje Chandrasekharovou mez[30], dochází k dalšímu zhroucení a výbuchu supernovy typu I. A z toho, co zbude, se stane neutronová hvězda[31]. V hvězdách s velmi velkou hmotností dochází k dalším termonukleárním reakcím a život hvězdy je ukončen výbuchem supernovy typu II. Jádro se pak přemění buď na neutronovou hvězdu, nebo vznikne černá díra.

4 Černá díra

Černá díra je vesmírný objekt s takovou hmotností, že jeho gravitační pole zabraňuje jakýmkoli objektům i světlu tento prostor opustit. Černé díry se nacházejí v centrech galaxií, v kvasarech a v centrech některých hvězdokup.

4.1 Vznik

Černé díry mohou vznikat více způsoby. Prvním z nich je gravitační kolaps, kdy se zhroutí velké množství hmoty vlivem své vlastní gravitační síly. Příkladem může být konečná fáze při zániku hvězdy. Dojde ke zhroucení povrchu hvězdy pod horizont událostí a skončí v singularitě. Dalším možným způsobem vzniku černé díry je akumulace hmoty, při které dochází k hromadění hmoty vlivem gravitační síly, která se s hromadící hmotou také zvyšuje. V okamžiku, kdy úniková rychlost[32] dosáhne rychlosti světla, vznikne horizont událostí, ve kterém hmota skončí v singularitě.

4.2 Horizont událostí

Pod pojmem horizont událostí si představujeme pomyslnou kulovou plochu kolem černé díry. Úniková rychlost se na této hranici rovná rychlosti světla. Vše, co se nachází mimo horizont událostí, se může dostat za jeho hranice, ale naopak, všechno co se nachází uvnitř horizontu událostí je zadržováno velkou gravitační silou a nemůže uniknout.

4.3 Dilatace času

Hmota nebo objekt, který se nachází blízko horizontu událostí, podléhá dilataci času[33].

Uvažme dva pozorovatele, kteří mají každý své hodinky seřízeny stejně. Z pohledu vzdáleného pozorovatele to vypadá tak, jako by padajícímu pozorovateli trvalo přiblížení k horizontu událostí nekonečně dlouho. Světlo vycházející z padajícího pozorovatele má zvětšující se spektrální rudý posuv, který je u horizontu událostí roven nekonečnu. Protože v důsledku dilatace času běží čas na hodinkách s pozorovatelem padajícím na černou díru a pozorovatelem vzdáleným různě, vzniká efekt, kdy pozorovatel na černou díru dopadá z hlediska vlastního času normálně, zatímco z hlediska toho, který jej pozoruje, se přiblížení k horizontu událostí jeví nekonečně dlouhé.

4.4 Viditelné vlastnosti

U černých děr se nevyskytují žádné vlastnosti, kterými bychom mohli popsat její vlastní vzhled. Černé díry můžeme najít podle rotující hmoty či vesmírných těles kolem prostoru, kde žádná hmota není pozorována. Před tím, než je hmota pohlcena černou dírou, kolem ní vytváří akreční disky[34] a výtrysky částic, které tvoří osu akrečních disků.

4.5 Zánik

Jediným možným způsobem zániku černé díry se jeví její pohlcení jinou černou dírou. Je tomu tak z toho důvodu, že černá díra neustále pohlcuje hmotu, takže se nemůže stát, že by zanikla ztrátou své hmoty, protože podle klasických fyzikálních zákonů žádná částice nedokáže překonat rychlost světla, aby unikla z horizontu událostí. Pohlcení černé díry jinou černou dírou se nazývá gravitační srážka. Z moderní fyziky však vyplývá ještě jedna možnost zániku černé díry tzv. Hawkingovo záření neboli kvantové vypařování černých děr. Jedná se o proces, kdy ve vakuu neustále vznikají páry částic a antičástic. V případě, že jedna z těchto částic vznikne nad horizontem událostí a druhá pod ním, může částice vzniklá nad ním uniknout a snížit hmotnost černé díry.

5 Mlhovina

Jedná se o oblak prachu a plynů. Z mnohých těchto mlhovin se rodí nové hvězdy. Naopak některé jsou pozůstatky po supernovách. Rozlišujeme dva typy mlhovin, temné a difúzní, které se dále dělí.

5.1 Emisní mlhovina

Prvním typem difúzní mlhoviny je mlhovina emisní. Je tvořena ionizovanými plyny tzv. plazmou, které jsou žhavé díky hvězdě uvnitř nebo velmi blízko mlhoviny, což způsobuje, že svítí vlastním světlem. Hlavní složkou je vodík, který snadno ionizuje. Obvykle mají červenou nebo zelenou barvu.

5.2 Reflexní mlhovina

Druhým typem difúzní mlhoviny je mlhovina reflexní, která nesvítí vlastním světlem, ale pouze odráží světlo blízké hvězdy, která ale není dostatečně blízká na to, aby došlo k ionizaci plynů. Obvykle mají modrou barvu.

5.3 Temná mlhovina

Temná mlhovina se nevyskytuje v blízkosti žádné hvězdy, proto nesvítí ani neodráží světlo. Můžeme je pozorovat tehdy, když se za nimi vyskytují jiné svítící objekty. Pak tuto mlhovinu můžeme pozorovat jako tmavou oblast.

6 Závěr

Ve své maturitní práci jsem se zabývala vesmírem, který nás obklopuje, jako takovým. Podařilo se mi nashromáždit informace o naší sluneční soustavě a dalších vesmírných tělesech, o která se zajímám.

Všechny uvedené údaje jsem se snažila psát s takovou mírou odbornosti, aby byly srozumitelné pro širší okruh čtenářů, kteří se o vesmír zajímají se stejnou vášní jako já.

Nakonec svojí práce jsem vytvořila dva různé soubory testovacích úloh pro studenty středních škol, které z mojí práce přímo vycházejí.

7 Příloha I

Astrofyzika – Test A

- V HR diagramu se nachází většina hvězd
    1. Jsou rovnoměrně rozděleny
    2. V pásu hlavní posloupnosti
    3. Ve skupině velebobrů
    4. Ve skupině bílých trpaslíků
- Hmotnější hvězdy se vyvíjejí
    1. Rychleji
    2. Pomaleji
    3. Záleží na materiálu, který spalují
    4. Vyvíjejí se stejně, jako méně hmotné hvězdy
- Atmosféru hvězdy nazýváme
    1. Koróna
    2. Konvektivní zóna
    3. Fotosféra
    4. Chromosféra
- Pulsar je
    1. Rozžhavený oblak plynu
    2. Hvězda měnící pravidelně svůj poloměr
    3. Rotující neutronová hvězda s výtrysky záření
    4. Rotující obří planeta s velkou rudou skvrnou na povrchu
- Kvasar je
    1. Druh částice
    2. Počáteční stadium hvězdy
    3. Těleso s výrazným rudým posuvem spektra
    4. Jedno z konečných stadií hvězdy
- Černá díra je
    1. Útvar na povrchu hvězd s nižší teplotou, než je teplota jejich okolí

2. Objekt, který svou gravitací zkolaboval sám do sebe
3. Vesmírná „zkratka“ přes prostor a čas
4. Narušení na povrchu planety

- Černé díry zaniknou
  1. Explozí nahromaděné hmoty
  2. Se zánikem vesmíru
  3. Vyzářením své hmoty
  4. Pouze srážkou s větší černou dírou

- Částice, které pohltí černá díra
  1. mohou ovlivnit události vně černé díry
  2. nemohou ovlivnit události vně černé díry
  3. mohou ovlivnit události vně černé díry pouze vysílaným světelným zářením
  4. mohou ovlivnit události vně černé díry pouze vysílaným tepelným zářením
- Teplota černé díry je rovna
  1. $T = 0$
  2. $T > 0$
  3. $T < 0$
  4. Nemá žádnou měřitelnou teplotu
- Ze složek vesmíru převládá
  1. Temná hmota
  2. Temná energie
  3. Atomy
  4. Jsou rovnoměrně rozložené
- Reliktní záření je
  1. Zbytkové záření po velkém třesku
  2. Zbytkové záření z doby oddělení záření od hmoty
  3. Světelné záření těles ve vesmíru
  4. Tepelné záření těles ve vesmíru
- Jakou průměrnou teplotu a barvu mají nejžhavější hvězdy
  1. 30 000°C, žlutá barva
  2. 30 000°C, modrá barva
  3. 45 000°C, modrá barva
  4. 45 000°C, bílá barva
- Popiš Dopplerův jev

.....

- Co znamená pojem horizont událostí
    1. Rozhraní mezi atmosférou planety a zbytkem vesmíru
    2. Pomyslná kulová plocha kolem černé díry
    3. Souhrn událostí, při kterých vzniká černá díra
    4. Rozhraní mezi dvěma galaxiemi
- Vysvětli pojem dilatace času

.....

8 Příloha II

Astrofyzika – Test B

- Sluneční soustava vznikla
    1. Před 4,6 miliony let
    2. Před 4,6 miliardami let
    3. Před 46 miliardami let
    4. Před 46 miliony let
- Kolik procent hmotnosti Sluneční soustavy tvoří Slunce
    1. Více než 95%
    2. 90%-95%
    3. Méně než 90%
- Slunce bude zářit ještě dalších
    1. Asi 5 miliard let
    2. Asi 7 miliard let
    3. Asi 10 miliard let
    4. Asi 12 miliard let
- Slunce získává svou energii pomocí
    1. Spalování kyslíku
    2. Spalování vodíku
    3. Přeměnou kyslíku na vodík
    4. Přeměnou vodíku na helium
- Správné pořadí vrstev hvězdy je
    1. Jádro, konvektivní zóna, fotosféra, chromosféra, koróna
    2. Jádro, konvektivní zóna, fotosféra, koróna, chromosféra

    3. Jádro, konvektivní zóna, koróna, fotosféra, chromosféra,
- Krátery na Venuši jsou způsobeny
    1. Silnou sopečnou činností
    2. Dopadem obřích meteoritů
    3. Obrovskými teplotními rozdíly mezi dnem a nocí
- Měsíc se kolem své osy
    1. Neotáčí
    2. Otáčí se jednou za den
    3. Otáčí jednou za měsíc
    4. Otáčí jednou za rok

- Emisní mlhoviny
    1. Odrážejí světlo blízkých hvězd
    2. Září vlastním světlem ionizovaného plynu
    3. Nejsou pozorovatelné v oblasti viditelného světla
- Reflexní mlhoviny
    1. Září odraženým světlem z jiných mlhovin
    2. Září vlastním světlem ionizovaného plynu
    3. Pouze odráží světlo nejbližších hvězd
- Temná mlhovina
    1. Je všeobecné označení pro skrytou hmotu ve vesmíru
    2. Je disk z prachu a plynu v okolí kvasarů
    3. Je oblak prachu a plynu zastiňující světlo hvězd ležících za ní
    4. Pohlcuje světlo okolních hvězd
- Před Velkým třeskem
    1. Vesmír neexistoval
    2. Vesmír byl ve fázi strunového vakua, které je popsatelné kvantovou teorií
    3. Vesmír měl velmi malé rozměry a byl značně hustý, tzv. singularita
- Kdy se podle teorie velkého třesku objevilo první záření?
    1. 300 000 let po velkém třesku
    2. 10 000 let po velkém třesku
    3. Mezi druhou a třetí minutou po velkém třesku
    4. Bezprostředně po velkém třesku
- Stáří Vesmíru se odhaduje na
    1. 14 miliónů let
    2. 25 miliónů let
    3. 25 miliard let
    4. 14 miliard let
- Popiš Hubbleův zákon

.....

- Jaký je rozdíl mezi meteorem a meteoritem

.....

9 Příloha III

9.1 Řešení – varianta A

1b, 2a, 3a, 4c, 5c, 6b, 7d, 8b, 9d, 10b, 11a, 12c, 13 jev, který je založen na rozdílu mezi frekvencí a vlnovou délkou přijímaného a vysílaného signálu zdroje, 14b, 15 fyzikální jev založený na různém vnímání rychlosti času pozorovatelem

9.2 Řešení – varianta B

1b, 2a, 3b, 4d, 5a, 6a, 7b, 8b, 9c, 10c, 11c, 12a, 13d, 14 čím vzdálenější galaxie, tím rychleji se od nás vzdaluje, 15 meteorit je těleso, které prošlo atmosférou a dopadlo na zemský povrch, zatímco meteor je těleso prolétávající vesmírem

Zdroje

1. **Hawking, Stephen.** *Život a dílo.* Praha : Práh, 2013.
2. *Wikipedia.* [Online] [Citace: 27. 12 2013.] http://cs.wikipedia.org/.
3. **Petr Kulhánek, AGA.** *Aldebaran.* [Online] [Citace: 5. 1 2014.] http://www.aldebaran.cz/.
4. *Referáty – vesmír a astrofyzika.* [Online] [Citace: 10. 1 2014.] http://ireferaty.cz/314/A/Vesmir-Astrofyzika.
5. **Jaroslav Reichl, Martin Všetička.** *Encyklopedie fyziky.* [Online] [Citace: 29. 12 2013.] http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/920-astronomie.
6. *NASA.* [Online] [Citace: 15. 1 2014.] http://www.nasa.gov/.
7. **JPL.NASA.GOV.** *NASA Jet Propulsion Laboratory.* [Online] 7. 1 2014. [Citace: 12. 1 2014.] http://www.jpl.nasa.gov/stars-galaxies/.
8. *Science – Astrophysics and Space Sciences.* [Online] [Citace: 3. 2 2014.] http://science.jpl.nasa.gov/Astrophysics/.
9. **Levinová, Janna.** *Jak vesmír přišel ke svým skvrnám.* Praha : Argo a Dokořán, 2003.

10. **Paul, Murdin.** *Tajemství vesmíru. Jak jsme objevovali kosmos.* Praha : Argo, Dokořán, 2009.
11. **Krauss, Lawrence M.** *Vesmír z ničeho.* místo neznámé : Universum, 2013.
12. **Krauss, Laurence Maxwell.** *Proměny vesmíru.* místo neznámé : PASEKA, 2006.

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1. 18

[1] Místo, kde je zakřivení časoprostoru nekonečné a gravitační síly jsou nekonečně velké. Nelze použít běžné fyzikální zákony

[2] Méně než 10^{-32} sekundy, tzv. kosmická inflace

[3] Energie, která se nedá současnými přístroji změřit

[4] Subatomární částice, nese velké množství energie

[5] Jev, při kterém se spojí částice a antičástice. Obě částice se tak vyruší a vyzáří se energie.

[6] Složená částice obsahující tři kvarky, tzv. těžká částice

[7] Prodloužení vlnové délky elektromagnetického záření na straně přijímače

[8] Hubbleův zákon

[9] Vesmírné těleso s výrazným rudým posuvem spektra

[10] Slunce tvoří zhruba 99,86% celkové hmotnosti sluneční soustavy

[11] Různé zdroje uvádějí rozmezí 4,55 – 5 miliard let

[12] Oblasti s nižší teplotou než okolí, méně než 5000K

[13] Planeta vykoná dva oběhy kolem Slunce, než se Merkur jednou otočí kolem své osy

[14] Tzv. silito-likvidní substrát

[15] Doba oběhu a rotace je stejná

[16] Neil Armstrong, 1969, Apollo 11

[17] Z řeckého Strach

[18] Z řeckého Hrůza

[19] Světelný jev, který nastane při průletu malého kosmického tělesa zemskou atmosférou

[20] Tělesa sluneční soustavy pohybující se mezi planetami o rozměrech 1mm až několik desítek metrů

[21] Menší kosmické těleso, které se při průletu zemskou atmosférou nerozpadlo a dopadlo na povrch Země

[22] Astronomical unit, astronomická jednotka

[23] Light year, světelný rok

[24] Parsec, paralaktická sekunda

[25] 0°C = +273,15K

[26] Násobky hmotnosti Slunce, M_S = 1,9891 x 10^{30} kg

[27] Násobky rozměru slunce, R_S = 1 392 020 km

[28] Betelgeuse, HST

[29] Násobky hustoty Slunce, ρ_S = 1,408 g/cm^3

[30] Maximální hmotnost bílého trpaslíka, při které je stále stabilní. Je rovna 1,44 M_S

[31] Rychle rotující neutronové hvězdy nazýváme pulsary

[32] Úniková rychlost, je rychlost, kterou se pohybuje po parabolické dráze kolem centrálního tělesa v dané výši těleso zanedbatelně malé hmotnosti

[33] Zpomalení času

[34] Disková struktura vytvořená z rozptýleného materiálu obíhajícího okolo centrálního tělesa