

Zdroj : http://www.osel.cz/index.php?obsah=6&akce=showall&clanek=7414&id_c=126041

Co všechno již víme o temné hmotě?

V minulém roce uplynulo 80 let od publikace klíčového článku, ve kterém Fritz Zwicky poprvé použil termín „temná hmota“. Ačkoliv v posledních deseti letech se podařilo učinit řadu klíčových objevů v této oblasti, objevů ??, a co důkazy ? je přesto podstata tohoto jevu stále neznámá. Je proto zajímavé si shrnout současné znalosti fenoménu, pokud vědci jsou korektními vědci, pak do SRNUTÍ znalostí by měli zařadit jev „křivosti časoprostoru na velkých škálách“, přinejmenším křivosti časoprostoru z důvodů všudypřítomné gravitační síly po celém vesmíru, mimo galaxie jako síly slabší, ale v „prostoru“ galaxie silnější. A tam kde je gravitační pole silnější, tam bude i křivost časoprostoru větší !!!!! A dodnes nikdo poctivě nezkoumal jaký vliv bude mít na pohyb hvězd v periferních oblastech galaxie tato samotná křivost čp, kterou pozorovatel „uvnitř“ galaxie téměř nepozoruje, ale mimogalaktický pozorovatel by už měl tuto křivost čp uvnitř dané zkoumané galaxie respektovat. Takže by vědec poctivý měl zkoumat vliv této křivosti čp na pozorovaný pohyb periferních oblastí dané galaxie. Kde právě od dob Fritze Zwicky se “pozoruje”, že pohyb celé galaxie je jako „gramofonová deska“.. tedy, že pohyb hvězd na okrajích galaxií je úúúúúdně rychlejší než by měl být, protože použijeme onen Newtonův gravitační zákon do výpočtů. No a protože předcejen pohyb hvězd v galaxii zdaleka nedosahuje relativistických rychlostí, postačí prýýý na to Newtonův gravitační zákon. Ano. A tak fyzikové „vypočítali“, že se hvězdy pohybují mnohem rychleji než by se pohybovat měly. Údiv. No bohužel proto, že vědci sice použili správně Newtona →

$$F = G.M.m / x^2$$

ale dosazovali špatně za „ x “. Ta úsečka -vzdálenost mezi dvěma tělesy od sebe **není v přímé úsečce**, ale v úsečce **v oblouku** dle křivosti čp uvnitř té galaxii, což už se pro pozorovatele z jiné galaxie projevuje...ta křivost, a docela významně. Kdyby páni fyzikové dosazovali za „ x “ vzdálenost v oblouku, vyšlo by jim jiné „ v éé“ a tím pádem by zjistili, žejiné je „ M “ a žádná temná hmota v galaxii nechybí a není jí zapotřebí ani hledat, dodávat.

Takže : pan Wagner nemluví přesnou pravdu, když i on si myslí, že badatelé už všechny možnosti prozkoušeli a promysli. - Ne ! Temná hmota se prýýý projevuje pouze gravitačně (důkaz vědci podali, bohužel jak jsem uvedl s chybou při dosazení úsečky nikoliv v oblouku) a slabou interakcí a to prýýý, žádný důkaz. který by nám mohl otevřít cestu k nové fyzice za Standardním modelem částic a interakcí.

V roce 1933 uveřejnil Fritz Zwicky článek, ve kterém ukázal, že pohyb zhruba 800 galaxií v obrovské kupě galaxií Abell 1656 v souhvězdí Vlasy Bereniky **nemůže vysvětlit jinak, může jinak !!** :

http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_063.doc
http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_061.doc
http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_053.doc
http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_048.doc
http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_027.doc

http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_024.doc než předpokladem, že hmotnost kupy je řádově větší než hmotnost viditelné hmoty. A tady to je, tady jsme u toho. Dodnes páni fyzikové neprozkoumali možnost „křivosti“ časoprostoru, že i gravitační síla mezi dvěma tělesy není nepřímo úměrná jejich „nejkratší“ vzdálenosti. Je nepřímo úměrná vzdálenosti v oblouku, který kopíruje křivost samotného časoprostoru. Tuto chybějící hmotu označil německým termínem „die dunkle Materie“. Česky se většinou užívá termín temná hmota, i když podstatu lépe vystihuje termín skrytá hmota. Je třeba připomenout, že náznaky tohoto fenoménu se objevovaly už dříve. Například už rok před článkem Zwickyho upozornil Jan Oort na příliš velké orbitální rychlosti hvězd v naší Galaxii, pozorované ????, anebo zjištěné dpočtem do gravitačního zákona ????? i když právě jeho měření a rozbor se později ukázaly být spíše problematické. V prvních desetiletích minulého století se totiž dařilo stále přesněji měřit pohyb různých objektů ve vesmíru a získaná data začala umožňovat podobné analýzy. A v pohybu hvězd v Galaxii i pohybech galaxií v kupách se projevovaly co to je „se projevovaly“ ?? Na kopci Komorní Hůrka se projevovaly známky sirného kouře čili Peklem a tedy co jiného to může být než že v podzemí jsou čerti....známky existence neznámého gravitačního vlivu. Po dosazování vadných údajů do „správného“ Newtona Postupně se hromadily další a další důkazy jaký ???? Tento článek má za úkol všechny důkazy předložit, jak si dal za cíl pan autor Wagner. Jsem zvědav jaké „důkazy“ přednese. o tom, že by mohla být velká většina hmoty ve vesmíru tvořena látkou, jejíž povahu neznáme. Látkou mající pouze projev gravitační, jinak žádný....(?)

[Zvětšit obrázek](#)



Kupa galaxií Abell 1656 v souhvězdí Vlasy Bereniky, u které pozoroval Zwicky poprvé projevy temné hmoty. V jejím středu jsou dvě obrovské eliptické galaxie NGC 4889 a NGC 4874. (Zdroj Jim Misti, Misti Mountain Observatory).

Ukázalo se, ukázalo se ?...?... pane Wagnere, Vy tu nemáte tlachat, ale přednášet rigorózně „co“ a „jak“ se ukázalo, jak to pak bylo dokázáno a čím !!! že její projevy jsou tím významnější, čím větší struktury ve vesmíru zkoumáme. Zároveň se postupně stále jasněji potvrzovalo, pane Wagnere, chcete psát bulvár, anebo vědu ??? to já také umím psát „že se“...“se“ ukázalo, „ser“ pozorovalo...já také pozoroval na Komorní Hůrce štiplavý kouř, tedy jsem tam pozoroval čerty. !! že projevy temné hmoty nelze vysvětlit modifikací gravitačních teorií. A jsme u jádra pudla ! Vy, pane Wagnere tu říkáte tvrzení !!! Tvrzení které obsahuje ono mnou navržené zkoumání „modifikace“ gravitace. Tak mi právě ukažte kde a jak tato modifikace byla zkoumána a řešena a probádána. Kde ? a ukažte výsledek nejen úvah ale i výpočtů, že taková „modifikace“ (úsečka v oblouku) je vadná úvaha a ukažte ony důvody k zavržení. Řekl jste, že to bylo prozkoumáno, tak ukazujte kde !!! Třeba tím, že by

intenzita gravitačního pole na velkých vzdálenostech klesala pomaleji než s kvadrátem vzdálenosti. Ukažte mi kde byla dosazována do vzorců úsečka-vzdálenost v oblouku !! Nejprve nepřímé důkazy prokazovaly, že modifikace gravitačních teorií, ať už Newtonovy nebo Einsteinovy, pozorování vysvětlit nedokáží. Ukažte mi čím a jak byla myšlenka: „úsečka v oblouku“ zamítnuta, A proč ? Přímý důkaz toho, že k vysvětlení je potřebná existence neznámé formy hmoty, která interaguje s ostatní hmotou jen extrémně slabě a projevuje se pouze svým gravitačním účinkem, se objevil v roce 2006. To jsem zvědav.... Tehdy se našla dvojice kup galaxií, u kterých proběhla vzájemná srážka. Čím se takový jev dokladuje, „že proběhla srážka“ protože srážka určitě není otázka několika pozemských let co je na živu astronom u dalekohledu ... V procesu srážky proběhlo vzájemné oddělení jednotlivých složek hmoty, které kupy tvoří a bylo možné sledovat gravitační vliv různých komponent. Toto tvrzení nevylučuje možnou správnost použití úsečky v oblouku do gravitačního zákona...(podrobněji zde). Až si to přečtu, jsem zvědav na D U K A Z Y !!! opakuji: na důkazy „jak“ se sledují komponenty té srážky !!! Opět to bude nějakým dosazováním do rovnic, a špatným dosazováním...

V dalších letech se nachází stále více podobných srážek dvou i více kup, které stále silněji potvrzují, prosím pěkně ? když najdu další kopec jako je Komorní Hůrka z něhož se bude kouřit sirný dým, tak to je onen důkaz že opravdu tam dole je Peklo a čerti ??? že za temnou hmotou musí stát nový druh částic, jenže zde pan Wagner už nepochybuje o temné hmotě, už je pro něj prokázána bez prokázání, a už se dál pan autor zabývá jen tím „z čeho ta temná hmota je“, atd. které souvisí s fyzikou stojící za současnou fyzikální teorií popisující strukturu hmoty – Standardním modelem částic a interakcí. Zároveň se lovem těchto částic zabývalo stále více podzemních, pozemních i vesmírných experimentů. ale neulovalo dodnes nic... I přes občasné titulky v médiích, že některý z nich byl úspěšný, až doposud se ukázal každý z těchto úspěchů pouze zdánlivý. A zatím stále nevíme, co tuto temnou hmotu vlastně tvoří. A vědět nebudeme, protože se jednou objeví vědec, který to zpochybní a ukáže závady na myšlení kosmologů... Populárním kandidátem na její vysvětlení jsou supersymetrické partneři existujících částic, předpovídané hypotézami sjednocujícími popis známých interakcí. No a je vidět, že článek už bude výkladem o tom jak čertná hmota je a co dělá a co by mohla být, sprostě jako by byla už definitivně prokázána. (když se z Komorní Hůrky kouří, tak...tak už můžeme vzít bagr a vy-kopat ty čerty, už není zapotřebí váhat, jen kopat, protože tam jsou...

Největší potenciál pro vytvoření a ulovení supersymetrických částic má v současné době urychlovač LHC. Tak to je ten bagr na čerty... Ten má za sebou úspěšný hon za Higgsovým bosonem, jehož dopadení bylo korunováno loňskou Nobelovou cenou. Nobelova cena není fyzikálním důkazem HB. Uloveno bylo „něco“ co „by“ mělo být higgsem, protože tak to bylo vypočítáno podle Standardního modelu. Kdyby mimozemšťané nám donesli jiný „Standardní model“, tak by higgs v LHC objeven nebyl... Ovšem, právě i ulovení higgse a podrobné zkoumání jeho vlastností potvrzuje s extrémní přesností platnost Standardního modelu. Dobrá...zde zřejmě pochyb není. Ale s tou temnou hmotou ? no to je rozhodně korunovaná hypotéza víc než realita. I další velmi přesná měření neukázala odchylky od předpovědi Standardního modelu, tedy projevy nové fyziky za ním. Dobrá, teď higgs, ale pane Wagnere, vraťte se k té přednášce „co všechno“ už víme (víte) o temné hmotě. Způsobené třeba právě existencí supersymetrických částic nebo jiných, které by mohly stát za temnou hmotou. Tato věta stylem a smyslem naprosto jednoznačně předpokládá, že temná hmota je nepopíratelně dokázaná, jen se odted' musí bádát „z čeho je“...atd. To je zcestné.

[Zvětšit obrázek](#)



Pohled ve směru Velkého atraktoru do souhvězdí Pravitka a Jižního kříže (zdroj ESO).

A možná právě nyní je čas si podrobněji popsat současný stav našeho poznání v oblasti temné hmoty a doplnit výýýýborně velice pěkný přehled, který pro Osla napsal téměř před deseti lety Pavel Brož. Určitě si tu pravdu-pravd, nevyvratitelnou, přečtu.

Gravitační projevy temné hmoty

Jak píše Pavel Brož, připomíná temná hmota slona, který v místnosti svou hmotností a velikostí mnohonásobně převyšuje vše ostatní. No jasně, Komorní Hůrka připomíná Peklo na Hawai, tam je to zcela už evidentní... Pro Brože je TH už definitivně prokázána a on už bude jen básnit o ní... Vyplňuje veškerý prostor, P.Brož to ví na-tuty-boty, on jí tam byl a on jí tam viděl...ale není vidět, slyšet, cítit a nelze se jej ani dotknout. Aha... Projevuje se pouze gravitační vliv jeho velké celkové hmotnosti. A jsme u toho, u čertova kopýtko...na obloze „gravitace“ napsaná není, je napsaná lidmi na papíře, čili je to „vědecký abstraktní poznatek“ a do něho se musí dosazovat hodnoty...jaké ? že ???????, no úsečka v oblouku ! Podívejme se tedy nejprve, kde všude můžeme gravitační vliv našeho neviditelného slona pozorovat. To jsem zvědav kde na obloze “““““pozorujeme“““““ gravitační vliv bez dosazování napozorovaných hodnot do vzorců....; bez dosazování do gravitačního vzorce to nejde ! A co tam dosadíte ??? Ukažte mim to !!!

Prvním příznakem je pohyb hvězd výborně ...a dalších objektů v naší Galaxii i galaxiích dalších. Pokud se podíváme na oběžné rychlosti hvězd, hlavně ve větších vzdálenostech od středu galaxie, dostaneme daleko větší jejich hodnoty, než by se dalo předpovědět z hmotnosti a rozložení viditelné hmoty v galaxii. No a jsme u toho. O to jde. Dosazujete do Newtona totiž vadné údaje. Pak vám vyjdou vadné rychlosti a tím vadná hmotnost galaxie....Ještě přesněji lze tento jev pozorovat na pohybu plynu, galaxie jako gramofonová deska...který se rozkládá do daleko větších vzdáleností od centra a vytváří tak haló okolo ní. Plyn ano, ale temná hmota ??? mělo by jí tam být 5x víc než je hmoty v celé galaxii,a ...a tomu věříte ? Proč ? protože vám to vyšlo po dosazení do rovnice gravitačních pohybů Pozoruje se dobře

pomocí čáry vodíku s vlnovou délkou 21 cm. ?? Říkáte, že POHYB plynu „se“ pozoruje „pomocí“ čááááry s vlnovou délkou 21 cm. Pohyb se pozoruje pomocí čáry vodíku...hm, jak ? .. ? Pomocí něj lze velice dobře studovat způsob a rychlost rotace Galaxie. Pane Wagnere, „jak“ se posuzuje !, opakuji : **posuzuje rychlost** ze spektrální čáry ???? Podle určených rychlostí **se zdá**, aha... vono se zdááá. ((v Opavě se kapitánovi také zdáááálo, že je potřeba § 105 tr.ř. ...- omlouvám se, to sem nepatří)) že galaxie mají haló tvořené nepozorovatelnou hmotou. Ta tvoří velkou část hmotnosti galaxie. Rozdílnou podle jejího typu, ale nejméně okolo 70 %. U trpasličích galaxií by mohlo jít až o 90 % hmotnosti. Bez této hmotnosti by galaxie, včetně té naší, nemohly být stabilní. **Jenže u naší galaxie se nepozorují rychlosti periferních hvězd odchýlné od Newtonova zákona, ani temná hmota.**

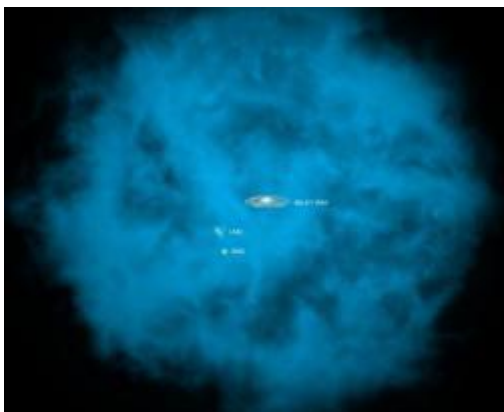
[Zvětšit obrázek](#)



Rentgenovské záření horkého plynu v kupě galaxií Abell 520 zobrazený sondou Chandra (zdroj NASA).

Jak už bylo zmíněno v úvodu, Zwicky **pozoroval projevy temné hmoty** v pohybu galaxií v kupách galaxií. **Nepozoroval projevy, ale po dosazení do vzorce „to“ zjistil...** Zwicky se opíral o **měření Dopplerova posuvu** u jednotlivých galaxií, **jenže : i Dopplerův posuv je v podstatě a de facto „důkazem“ pootočení soustavy, té kterou pozorujeme od naší....a ona je pootočená proto, že ve vesmíru panuje jednak ono globální zakřivení...jednak a podruhé proto, že vzájemné pohyby dvou soustav při vyšších rychlostech začnou se chovat relativisticky, což je opět pootáčením soustav pozorovatele od soustavy testovacího tělesa.** jejichž počet v kupě odhadl na 800 (v současnosti je v této kupě známo přes tisíc galaxií). Z jasností galaxií pak **odhadl** i jejich hmotnost. **Z toho jak ten kouř na Komorní Hůrce je moc cítit sírou se dá odhadnout kolik je dole čertů...** Své úvahy opřel o větu o viriálu, která umožňuje odhad kinetické energie stabilizovaného systému. Je třeba připomenout, že experimentální data v té době v sobě obsahovala poměrně velké nepřesnosti. **A to v odhadu vzdáleností a rozměru kupy, v měření rychlostí galaxií z rudého posuvu i v odhadu počtu a hmotností galaxií v kupě či hmotnosti a rozložení mezigalaktického plynu.** Dnešní „odhady“ jsou vědecktější ????? čím se to prokazuje, že máme „přesnější“ odhady. V r. 1930 se odhadovalo na Komorní Hůrce (nepřesně) 32 čertů, dnes se odhaduje jen 16 čertůVelice pěkný rozbor Zwickyho úvah i moderní pohled na ně je v nedávném článku Michala Křížka a Filipa Křížka v časopise Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, který vážnějším zájemcům o problematiku vřele doporučuji.

[Zvětšit obrázek](#)

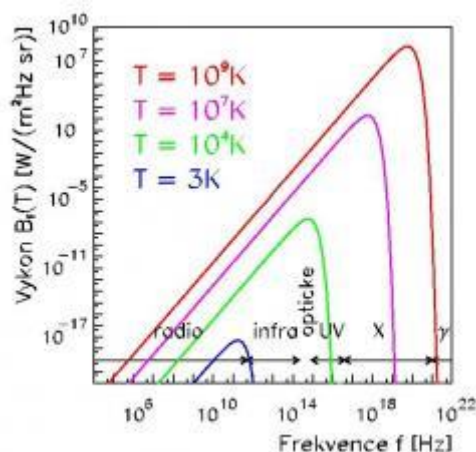


Umělecká představa hala horkého plynu naší Galaxie, která byla vytvořena na základě dat ze sondy Chandra (zdroj NASA).

Pozdější podrobná zkoumání jaká ? čím ? podle čeho ? ... je to (ještě) tajné ??? pohybu galaxií v dalších kupách a zlepšování našich znalostí jakých ? o hmotnostech galaxií i mezigalaktického plynu v kupách ukazují se stále větší věrohodností možná s větší věrohodností je těch čertů né 16 ale 15,5 na to, že hmotnost galaktických kup je mnohem větší, než je hmotnost klasických forem hmoty. V současné době je tak velká řada rozborů, zářející...ona je obrovská řada rozborů a pan Wagner nedokáže ukázat ani jeden...která ukazuje vysoký podíl neviditelné hmoty, který narůstá s rostoucí velikostí objektů.

Velký podíl temné hmoty je pozorovatelný pozorovatelný ? bez dosazování do vzorců ??? a kde je pozorovatelný ? na obloze ? co se na obloze pozoruje ? „ten podíl“ TH ? i v gravitačním vlivu velkoškálových nehomogenit v rozložení hmoty v pozorovatelné části vesmíru. Na koho mají vliv velkoškálové nehomogenity ? sami na sebe ? pak ovšem je to určitě nějak počítáno !?! anebo ty vzorce jsou přilepeny na obloze ? a tam se to vidí ? Jak se pozoruje gravitace ve velkoškálových nehomogenitách ? jen dalekohledem \? Anebo se ještě pak musí použít matematika ? Významně se například temná hmota podílí i na hmotnosti a gravitačním vlivu Velkého atraktoru, což je velká koncentrace galaxií a další hmoty, ke které směřuje i naše Místní skupina galaxií. A vliv temné hmoty Velkého atraktoru se projevuje i v tomto pohybu.

[Zvětšit obrázek](#)

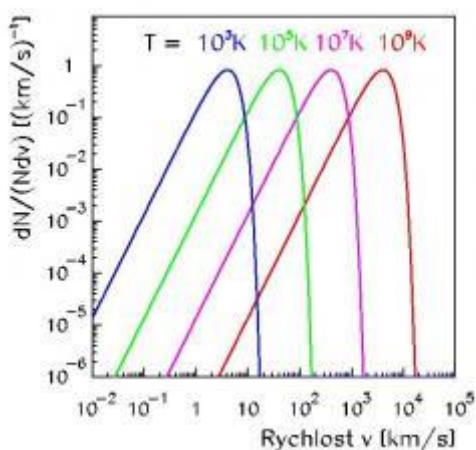


Spektrum elektromagnetického záření vyzařovaného plynem s danou teplotou.

Pozorování rentgenovského záření horkého plynu

Další evidencí existence neznámého gravitačního vlivu v galaxiích a kupách galaxií je **pozorování přítomnosti velmi horkého plynu** v nich. **Horký plyn je důkazem pro existenci TH** ?, čím ? Jeho přítomnost lze zjistit z jeho tepelného záření. **O.K.** Čím je plyn teplejší, tím vyzařuje elektromagnetické záření s kratší vlnovou délkou a vyšší frekvencí. **O.K. ale to není důkazem TH...** Pro teploty vyšší než 10^6 K je maximum vyzařování v oblasti rentgenovského záření. Detekcí rentgenovského záření tak můžeme identifikovat rozložení velmi horkého plynu a určit i jeho teplotu. **O.K. ale to není důkazem TH...**

[Zvětšit obrázek](#)

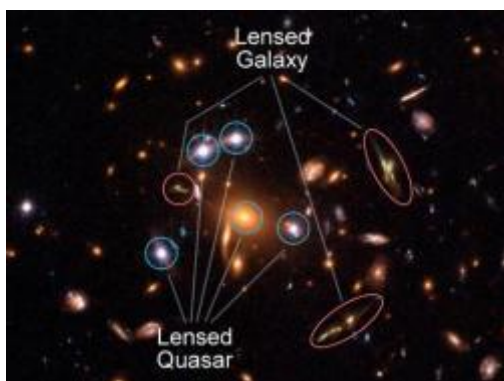


Rozložení rychlostí chaotického pohybu částic horkého plynu pro různé jeho teploty.

Zároveň je teplotou dáno i rozložení rychlostí chaotického pohybu atomů plynu. **O.K. ale to není důkazem TH...** Nejpravděpodobnější rychlost je pro vysoké teploty okolo 10^7 K a více v oblasti stovek až tisíců km/s. **Únikové rychlosti z galaxií závisí** na jejich hmotnosti a jejím

rozložení. Bez započtení vlivu temné hmoty je však v řádu stovek kilometrů za sekundu. **Co ? co dokazuje že tam musí být TH ?** U kup galaxií pak v řádu tisíců kilometrů za sekundu. Pokud by temná hmota v galaxiích a kupách nebyla, **byly by rychlosti** chaotického pohybu částic horkého plynu takové, že by už dávno příslušné galaxie a kupy galaxií opustil a nepozorovali bychom jeho rentgenovské záření. **Výborně ! Nejenže jste vypožorovali rychlosti plynu (bez matematických výpočtů) ale ještě jste zjistili „na obloze“ bez výpočtů jaké ty rychlosti jsou a jaké by měli být kdyby tam TH nebyla. – Můžete to něčím doložit a prokázat ? Vy rychlosti pozorujete, vy je nedosazujete do vzorců, že...; a napozorujete takové rychlosti těmi dalekohledy, že jsou rozhodně tak malé, že „dokazují“ přítomnost TH...? Ano ?**

[Zvětšit obrázek](#)



Příklad silného čočkování vzdáleného kvazaru a galaxie, které se tak zobrazí několikrát. Gravitační čočkou se stala kupa galaxií SDSS J1004+4112 (zdroj NASA).

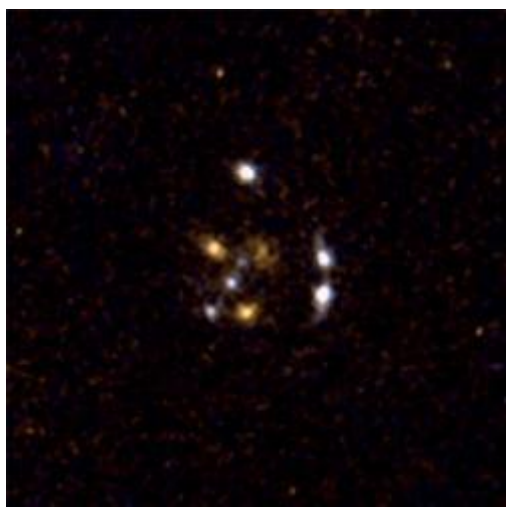
Gravitační čočkování – zdroj informací o hmotnosti

Dalším důležitým zdrojem informací o hmotnostech galaxií a kup galaxií je gravitační čočkování. Gravitační vliv masivního objektu, který leží mezi námi a vzdálenou galaxií, působí na světlo letící ze vzdáleného objektu jako čočka. **O.K. Dochází k posunu jeho zdánlivé polohy** Galaxie-emitent světla (které později dopadne na Zem) má – podle Vás – zdánlivou polohu, a se ještě ta zdánlivá poloha posouvá, jak píšete ?, ano ? a dokonce i k rozštěpení či deformaci obrazu, někdy i velmi komplikovanému. **Z pozorování těchto změn to lze změny zdánlivé polohy „zadní“ galaxie , anebo „přední čočky“ pozorovat v reálném čase ?, tj. řádově v několika letech či desítek let ?, ano ?** původního obrazu lze získat informaci **co je tou informací ? ohyb světla ?** o hmotnosti objektu mezi námi a zobrazovanou galaxií i rozložení hmoty v něm. **Gravitační čočkování je spojeno s Einstenovou obecnou teorií relativity.** **Jak ?** První, který na možnost jeho realizace v případě kup galaxií upozornil, byl právě Fritz Zwicky.

Existuje několik typů čočkování. Prvním je silné čočkování, při kterém dochází k velmi silné, dobře pozorovatelné, deformaci obrazu vzdáleného objektu, třeba i jeho znásobení. Druhým

je slabé čočkování, při kterém jsou změny malé a informace z čočkování lze získat pouze analýzou velkého množství obrazů vzdálených objektů a jejich drobných změn a posuvů. Slabé čočkování je nástrojem, který umožňuje měřit gravitačního pole u srážejících se kup, jak bude podrobněji popsáno dále. Třetím je pak mikročočkování. V tom případě jde o rychlý přechod kompaktního neviditelného objektu před svítícím objektem, který vede k časově rychlé změně jeho obrazu i jasnosti. Jde například o případ průchodu neutronové hvězdy či černé díry před vzdálenou hvězdou. To je ideálním nástrojem pro hledání osamělých neutronových hvězd a černých děr, včetně primordiálních. Tedy i těch objektů, které by mohly tvořit jistou část temné hmoty. Čočkování jste klasifikoval, ale nevysvětlil, „jak“ z něho získáte informaci o TH. Opět bez výpočtů ?

[Zvětšit obrázek](#)



Trojice bližších galaxií (oranžové) ve vzdálenosti sedm miliard světelných let rozdělí obraz jedenáct miliard světelných let vzdálené galaxie do šesti bílých obrazů (zdroj Hubble NASA).

I analýzy hmotnosti galaxií a kup galaxií pomocí čočkování ukazují, že jejich gravitační pole je mnohem intenzivnější než by se dalo předpokládat to všechno jsou „kdyby“ a jedna paní povídala... kdo chce na Komorní Hůrce čerty vidět, ten je vidí...nevěříte ? z hmotnosti jejich viditelné hmoty.

Co by mohlo přebývající hmotu tvořit? To není už podstatné. Není podstatné zda čerti mají lampasácké kalhoty a kopyto a 3 rohy na temeni...je podstatné, zda ti čerti opravdu jsou či nejsou, zda už je to dokázáno že jsou.

Takže pan Wagner se pustil do výkladu o TH jak vypadá, kde je, co dělá, čím se masí, kolomazí, čím se jí lopatou, má palici chlupatou...

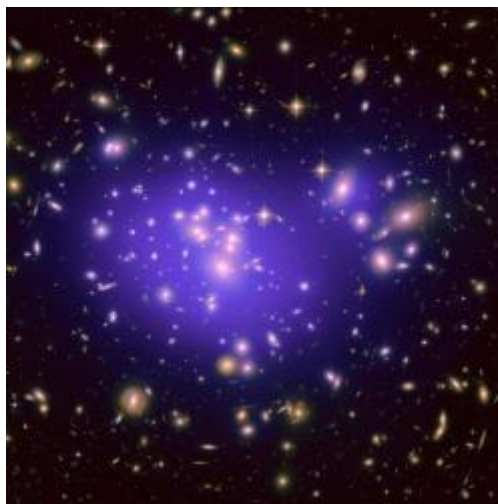
Jako první možnost se pochopitelně na řadu dostávají slabě svítící formy normální hmoty. Může jít například o plyn a prach, například v různých prachoplynových mlhovinách. O velkých haló horkého plynu v galaxiích i kupách galaxií a jejich detekci pomocí rentgenovského záření už se zde psalo. Hmotnost tohoto plynu v kupách galaxií je mnohem vyšší než

hmotnost samotných galaxií. Je tedy vidět, že plyn, případně prach, může tvořit podstatnou část hmotnosti galaxie nebo galaktické kupy.

Pokud bude plyn chladný, může být jeho tepelné záření natolik slabé, že bude pod detekční limitou. I v tomto případě se však plyn může projevit absorpcí světla hvězd či jiných zářících objektů za ním nebo emisí pohlcené energie ve specifických emisních čarách. Například emisí v čáře vodíku v radiové oblasti na vlně 21 cm. V průběhu řady desetiletí se tak podařilo docela dobře zmapovat rozložení prachu a plynu v galaxiích, kupách galaxií a větších strukturách. Ukázalo se, že hmotnost plynu v řadě případů značně převyšuje hmotnost jiných pozorovatelných objektů a má zásadní vliv na jejich chování i evoluci. Dostaneme se k tomu i při popisu srážek kup galaxií. Ale k vysvětlení temné hmoty nestačí.

Dalšími objekty pak mohou být slabě svítící hvězdy (hnědí či červení trpaslíci), planety, planetky. V tomto směru se hlavně v posledním desetiletí podařil obrovský pokrok. O významný vklad se zasloužila sonda Kepler, která hledá slabě svítící objekty pomocí poklesu jasnosti hvězdy, když se dostanou mezi ní a nás. Takovým způsobem se hledají nejen planety s planetárního systému pozorované hvězdy (podrobněji [zde](#)), ale také volně putující objekty. Význam Keplera je, že intenzivně dlouhodobě sledoval vybranou část oblohy a umožnil tak vytvořit kompaktní soubor dat pro statistické analýzy. I jeho data potvrzují, že hmotnost zmíněných objektů je malá a nepomůže nám při vysvětlení temné hmoty.

[Zvětšit obrázek](#)

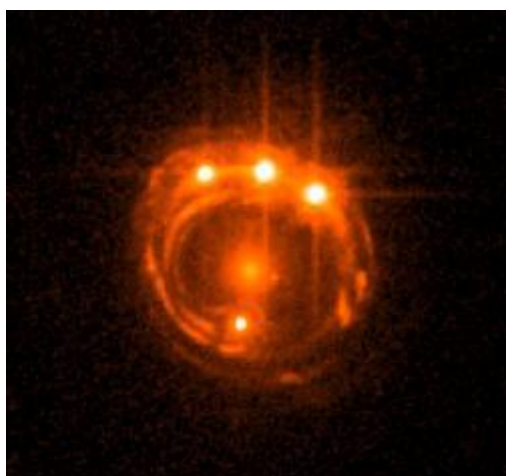


Kupa galaxií Abell 1689, u které je možné studovat rozložení temné hmoty pomocí čočkování (zdroj NASA).

Významné statistické informace získal nejen Kepler, ale řada pozemních observatoří při studiu zjasnění při zmiňovaném mikročočkování, způsobeném průchodem velmi kompaktního objektu, jako je neutronová hvězda nebo černá díra, mezi hvězdou a námi. Velmi nízká četnost takových jevů potvrzuje naše představy o četnosti výskytu takových objektů, které lze získat ze znalosti počtu jednotlivých typů hvězd v galaxiích. Také tyto objekty svým počtem a celkovou hmotností nemohou vysvětlit temnou hmotu.

Poslední typ objektů, na který se podíváme podrobněji, jsou primordiální černé díry. Tyto, zatím pouze hypotetické, objekty nejsou konečnými fázemi vývoje hvězd, ale vznikly ve velmi rané fázi vývoje vesmíru v místech, kde byla hustota hmoty vesmíru vyšší. Jejich zdrojem tedy byly nehomogenity v hustotě hmoty. Černé díry se vypařují Hawkingovým zářením. Intenzita tohoto vypařování je nepřímo úměrná jejich hmotnosti. Primordiální černé díry, které by se vypařovaly v současné době, by měly mít hmotnost zhruba 10^{11} kg. Konečná fáze vypařování by měla proběhnout ve formě velmi energetického záblesku záření gama. Z toho, že tyto záblesky našimi přístroji nepozorujeme, lze položit limitu na četnost primordiálních černých děr.

[Zvětšit obrázek](#)



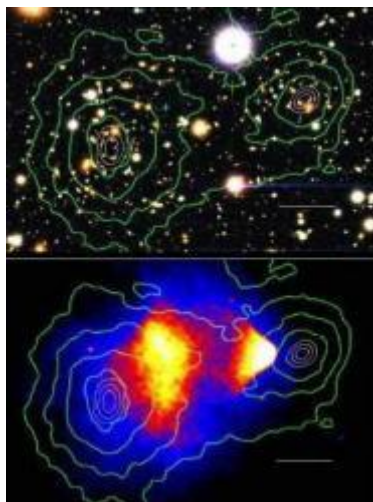
Díky silnému čočkování je kvazar RXJ1131-123 vidět čtyřikrát (zdroj HST NASA).

Pokud vznikly primordiální černé díry s vyšší hmotností, měly by stále existovat. A k jejich nalezení by mohlo pomoci právě čočkování. Pokud černá díra s dostatečnou hmotností a intenzitou gravitačního pole přejde před hvězdou, dojde k pozorovatelnému zjasnění. A právě pečlivá statistika všech dat získaných při pozorování 150 000 hvězd sondou Kepler a nepozorování žádného takového jevu ukazuje, že počet černých děr s hmotností větší než 10^{21} kg je menší, než by bylo potřeba, aby tyto objekty zasáhly do vysvětlování temné hmoty. Ani další experimenty, které hledaly projevy gravitačního čočkování ve změnách intenzity záření různých objektů, žádnou evidenci pro existenci primordiálních černých děr nenalezly.

Další metody, jak vyloučit primordiální černé díry z vysvětlení původu temné hmoty, jsou více modelově závislé. Spočívají v jejich možném vlivu na existenci některých objektů, například neutronových hvězd, nebo pozorování projevu jejich srážek s různými objekty. Při poklesu hmotnosti primordiálních černých děr by musel rychle růst jejich počet, aby dokázaly vysvětlit temnou hmotu. O jedné možné metodě, která získala limity na počet primordiálních černých děr z existence starých neutronových hvězd, se nedávno na Oslovi [psalo](#). Pokud se vezmou různá pozorování a odhady dohromady, zdá se, že původ temné hmoty nelze vysvětlit primordiálními černými děrami žádných hmotností. Je však třeba připomenout, že často jsou experimentální data zatížena významnými nejistotami a další otázky vnášejí i modelové

závislosti. I tak se však dá tvrdit, že primordiální černé díry jsou ze soutěže o vysvětlení původu temné hmoty s největší pravděpodobností vyřazeny.

[Zvětšit obrázek](#)



První pozorovaná srážka kup galaxií. Nahoře je zobrazení galaktické dvojčky 1E0657-558 (Kupa střela) ve viditelné oblasti spektra. Jsou vidět dvě koncentrace svítících bodů - větší nalevo a menší napravo. Modrými křížky jsou vyznačena místa maximální koncentrace dvou plyných oblaků spojených s kupami, které jsou pak dobře vidět na snímku v rentgenové oblasti dole. Na obou obrázcích je pak vyznačen zelenými čarami průběh intenzity gravitace. Bílá úsečka na obrázcích vpravo dole vyznačuje měřítko vzdáleností v kupě (reprezentuje 200 kpc = 652 000 světelných let)

Co řeknou **k původu** temné hmoty srážky kup galaxií? **K původu co řeknou ?, anebo co řeknou k existenci či neexistenci ?** Panu Wagnerovi je existence zcela jasná a nepochybná, proto se může pustit do výkladu „o původu“ TH :

Zatím jsme prezentovali pouze gravitační projevy, ano...které **signalizují důkazy nikde, ani důkaz, že se do Newtona (ne)musí dosazovat úsečka v oblouku...existenci temné hmoty.** Daly by se tedy vysvětlit i tím, že gravitační teorie, které využíváme, nejsou dostatečně správné a přesné. **No vida.** Pokud to není alibismus, pana Wagnera, či všech vědců, pak to **prověřte, zda nutno dosazovat do Newtona úsečku v oblouku či nikoliv...** Kdyby intenzita gravitačního pole klesala ve velkých vzdálenostech se vzdáleností pomaleji, než předpovídá Newtonova nebo Einsteinova teorie gravitace, dala by se popsání pozorování vysvětlit jejich modifikací. **No vida. !!!!** A takové modifikace (například MOND – Modified Newtonian Dynamics) byly navrženy a zkoumány. **Báječné, ale modifikace „moje“ s úsečkou v oblouku, byla také zkoumána? Rád bych znal resume. Díky za předvedení.**

Z možnosti vysvětlit temnou hmotu je však nejspíše s konečnou platností vyřadilo pozorování srážky kup galaxií, které se podařilo v roce 2006. **K tomu, abychom mohli zjistit, zda je jev temné hmoty způsoben nepřesností popisu gravitace nebo existencí neznámé formy jen velmi slabě interagující hmoty, je potřeba vyzkoušet modifikaci s úsečkou v oblouku** normální a temnou hmotu od sebe oddělit v nějakém procesu, kde je významným činitelem i jiná

interakce, než gravitace. A právě k tomu dochází při srážkách kup galaxií. Můžete modifikovat rychlost ubývání intenzity gravitačního pole se vzdáleností, ale těžko je možné přesunout maximum gravitace mimo místo s maximem koncentrace hmotnosti. To by bylo nutno lépe vysvětlit a pečlivě popsat. My vidíme tu srážku „an fas“ (na plátně), ale ony dvě těžiště mohou být prostorově „jinde“ a také tu bude hrát roli ona křivost čp v obou galaxiích a křivost prostorová v konfiguraci celkové srážky hmot. Naprosto nelze vyloučit, že křivosti časoprostoru v celé konfiguraci nebudou téměř bizarní..., a to, pánové, chcete pak dosazovat do grav. rovnic? Jak ?

[Zvětšit obrázek](#)



Jiné zobrazení výsledků měření Kupy střela. Na fotografii kupy galaxií ve viditelném spektru je fialovou barvou zobrazeno rozložení horkého plynu získané rentgenovskou sondou Chandra a modrou polohu maxima intenzity gravitačního pole získané ze slabého čočkování. (Zdroj NASA).

Než přistoupíme k vysvětlení principu důkazu, musíme si připomenout, z čeho se kupa galaxií skládá. Především jsou to galaxie, které jsou vůči rozměrům kupy malé a kompaktní. Při srážce je velmi malá pravděpodobnost, že se dvě galaxie srazí. Zároveň jsou tak kompaktní, že řídký mezigalaktický plyn nemůže jejich pohyb zbrzdit. Pohyb galaxií je tak ovlivněn pouze gravitační interakcí. A...a co dál (?)

Druhou složkou je mezigalaktický plyn. Ten je sice extrémně řídký, ale při obrovských rozměrech kupy galaxií je jeho hmotnost téměř o řád větší než hmotnost galaxií v kupě. Plyn z jedné kupy pak při srážce interaguje elektrickými silami s plynem z druhé kupy. Plyn se tak vzájemným třením zpomaluje a opožďuje se za galaxiemi. Tření by znamenalo záření, plyn by zářil víc... Zároveň se třením ohřívá a vzniká velmi horký plyn, který září v rentgenové oblasti spektra. Aha, O.K. A...a co dál (?)

Třetí složkou by pak v případě její existence měla být temná hmota. Ta interaguje extrémně slabě a při srážce se tak pohybuje stejně jako galaxie pouze pod vlivem gravitace. Pokud existuje, tak by jí mělo být až skoro o řád více než normální hmoty kupy (hlavně plynu). Bude tedy tvořit největší část hmotnosti kupy.

[Zvětšit obrázek](#)

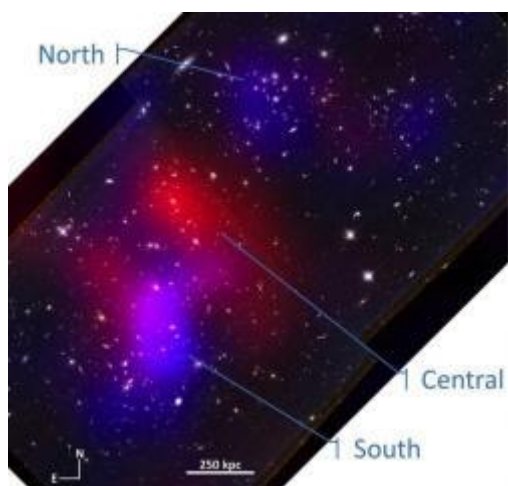


Další srážka kup galaxií. Tentokrát kupa MACS J0025.4-1222 ve vzdálenosti 5,7 miliard světelných let. Opět fialově vyznačeno rozložení plynu získané rentgenovským satelitem Chandra a modře výsledky měření intenzity gravitačního pole čočkováním. (Zdroj NASA).

Pokud dokážeme určit, jaké je rozložení intenzity gravitačního pole u kup po srážce, je možné zjistit, zda temná hmota existuje, či ne. **Pokud...pokud...pokud na Komorní Hůrce kouř zesílí, je dole o dva čerty víc...** **Pokud** existuje, musí být nejvíce hmotnosti a maximum intenzity gravitačního pole v místě, kde jsou galaxie a tedy i temná hmota. **Pokud** neexistuje a vše je způsobeno nepřesností našeho popisu gravitace, musí být maximum hmotnosti a centrum intenzity gravitačního pole v místě, kde je horký plyn.

Prvním pozorovaným výsledkem srážky dvojice kup galaxií byla dvojkupa 1E0657-558. Dnes označována jako „Bullet cluster“ (česky Kupa kulka nebo Kupa střela). Polohy galaxií byly určeny na fotografiích z velkých dalekohledů včetně Hubbleova teleskopu, pomocí snímků ve viditelném oboru bylo také pomocí slabého čočkování určeno rozložení intenzity gravitačního pole. Poloha horkého plynu pak byla zjištěna pomocí snímků rentgenovského satelitu Chandra. Jak je vidět na fotografiích, jsou maxima intenzity gravitačního pole koncentrována do míst, kde jsou také galaxie a horký plyn zůstal daleko za nimi. Je tak jasné, že výsledek srážky kupy galaxií nelze vysvětlit pomocí modifikace popisu gravitace ale pouze existencí neznámé slabě interagující formy hmoty.

[Zvětšit obrázek](#)



Další kupy galaxií po srážce. Tentokrát jde o kupu DLSS J0916.2+2951, která dostala název Perryho kupa nebo také Kupa kulka z muškety. Opět červeně je vyznačena poloha horkého plynu a modrou maxima intenzity gravitačního pole. (Zdroj NASA).

Později se podařilo najít několik dalších následků podobných srážek dvou kup galaxií, které jsou ukázány na dalších fotografiích. Podrobnější popis je v [dřívějším článku](#) pro Osla. Všechny byly v zásadě ve shodě s pozorováním u Kupy kulka. I když třeba v případě Kupy kulka z muškety je možné interpretovat pozorování i **zavedením jisté vzájemné interakce** mezi temnou hmotou. **no vida a už tu máme ty „korekční konstanty“ aby to vyšlo.** Zatím jsou však takové závěry v daném případě ještě **dost předčasné.** **A jsme zase na začátku, bublina splaskla...** I tak však ukazují na možnost **využít tyto srážky** k bližšímu poznání vlastností temné hmoty. **Využít lze kouř z Komorní Hůrky k určení počtu čertů i na Etně...** Ještě daleko komplikovanější je interpretace srážky čtyř malých kup Abell 2744. I v tomto případě však lze **pozorovaná data** vysvětlit pomocí existence temné hmoty a separace jednotlivých složek hmoty zúčastněných čtyř kup galaxií. **Bla-bla...**

Že vše nemusí být úplně snadné, se ukázalo u kupy Abell 520. Tam jde také o značně **složitou** srážku. Zpočátku **se zdálo**, že v některých oblastech, které vykazují relativně intenzivní čočkování, je vidět poměrně malý počet galaxií. **Nastaly tak problémy** s interpretací naměřených dat. Pozdější intenzivní snímkování velkými dalekohledy zjistilo, že část galaxií je zakrytá plynem a jejich světlo je zeslabeno a **interpretace pozorování je komplikována** **možná jeden čert je žízala...** složitou třírozměrnou geometrií vzniklého útvaru. Komplexnější **analýzy ha-ha** tak naznačují, že by se měl dát vzniklý útvar a rozložení různých komponent hmoty interpretovat v modelu zahrnujícím temnou hmotu. **A jsme tam, kde jsme byli...tj. před možností prozkoumat zakřivení čp v galaxii a tedy dosazovat úsečky v oblouku.**

[Zvětšit obrázek](#)



Útvar Abell 2744, který je srážkou čtveřice malých kup galaxií, rozložení plynu, galaxií i intenzity gravitačního pole je tak komplikovanější. (Zdroj NASA)

Hledání dalších kup galaxií je velmi důležité nejen z hlediska dalšího potvrzování toho, že temnou hmotu nelze vysvětlit modifikací gravitačních teorií, ale pouze existencí nové formy velmi slabě interagující hmoty. ?????????????????? Přesná analýza rozložení různých forem hmoty by nám mohla v principu přinést i důležité informace o povaze povahu nepotřebujeme znát dokud neznáme zda vůbec TH existuje...temné hmoty, její vzájemné interakci a jejím rozložení.

Srážky kup galaxií téměř jistě prokazují nemožnost vysvětlení fenoménu temné hmoty modifikací gravitačních teorií. ?????????????????? Její podstatou ?? hledáte špatně a dedukujete pak špatně... jsou tak s největší pravděpodobností neznámé jen velmi slabě interagující částice. Stávají se tak přímým důkazem existence neznámé formy hmoty, kterou nezahrnuje Standardní model částic a interakcí, a tedy významným krokem k nové fyzice.

[Zvětšit obrázek](#)



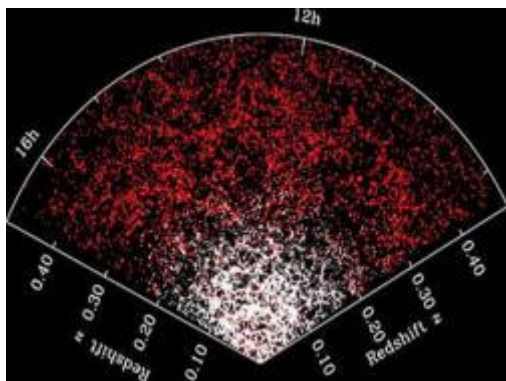
Objekt Abell 520 vzniklý komplikovanou srážkou kup galaxií, u kterého se objevily problémy s interpretací pozorovaných dat. (Zdroj NASA).

Další jevy, kde se projevují **příznaky** temné hmoty **příznaky anebo přízraky, spíš to druhé...**

Než se podíváme, jaké částice **by mohly** temnou hmotu tvořit, ukažme si ještě několik procesů, ve kterých dochází také k oddělení reakce normální a temné hmoty. Prvním je evoluce **bla-bla..** různých typů galaxií i kup galaxií. Tím, že se díváme do velkých vzdáleností vesmíru, odkud světlo letí stovky milionů až miliardy let, získáváme pohled na různě staré galaxie a na časový vývoj různých jejích typů. **Pro simulaci vývoje se vypracovávají modely a ty ukazují, že pozorovaný průběh nelze vysvětlit jinak, než s uvažováním existence temné hmoty.** Opakujete to tu už do omrzení, opakujete se a sami sebe nutíte násilím k zoufalému výkřiku, že žádná modifikace není a proto TH být musí a...a basta... Problém ovšem je, že příslušné interpretace jsou silně **modelově závislé.** Víte kolik modelů má Peklo s čerty? A lze dále vymýšlet další modely... Zajímavé je, že pro nejlépe sedící modely je potřeba mít dva různé typy temné hmoty. **Ha-ha... a pak dva typy „higgs-bosonu“ a pak ještě čtvrté neutrino s nesvětelnou rychlostí, a pak axiony, které vysvětlí další „problém“ Standardního modelu a...a tak dále.** Prvním je chladná temná hmota, která je složena s těžkých částic. Te je potřeba hodně. Kromě ní je však třeba i slabá příměs horké temné hmoty, což jsou částice, které jsou extrémně lehké a pohybují se rychlostí blízkou rychlosti světla. Podobně je to s modely vývoje kup galaxií.

Stejně tak je potřeba temná hmota **pro vysvětlení** vzniku velkoškálové struktury vesmíru, která je poměrně složitá. **A ještě více bude.** Každé desetiletí výzkumu se vesmír stává pro kosmologickou vědu složitější a složitější. Ta složitost neubývá od sedmdesátých let. Naopak. A problémů bude přibývat až...až konečně jednou přijde moudrý fyzik a konečně praští do stolu a řekne : tak my tu HDV už konečně prozkoumáme... Pozorovatelné jsou velké bubliny, uvnitř nichž je prázdnější prostor a kupy galaxií se koncentrují na styku těchto bublin. **→ to jsou průvodní jevy velkoškálových křivostí časoprostoru, které „plavou“ v jiných křivostech čp, čili jedna křivost „strukturální je vnořena do jiné křivosti strukturální“, a tyto křivosti pak koexistují, jako např. pole...atd.** **V modelech, které simulují vznik této struktury, se také nelze obejít bez temné hmoty.** ?? Jistě, jak by jste se mohli obejít na Komorní Hůrce bez čertů... Ve stěnách buněk by se měla koncentrovat právě temná hmota.

[Zvětšit obrázek](#)



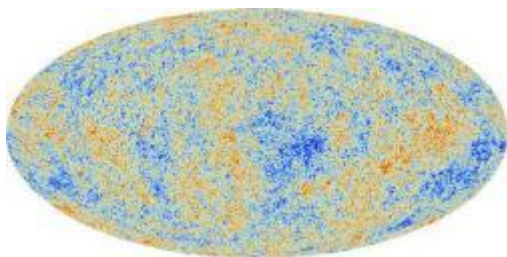
Vyobrazení rozložení galaxií pozorovaných SDSS. Je patrné, že galaxie nevyplňují celý prostor a tvoří velkoškálovou strukturu. Zdroj SDSS.

Bez temné hmoty nelze vysvětlit ani přesný průběh primordiální nukleosyntézy a zastoupení lehkých prvků vzniklých na počátku vývoje vesmíru. **Tak to mi vysvětlete opravdu pečlivě a přesně. Bez temné hmoty vznikl Standardní model, který chyby neměl a vše vysvětlil a najednou by SM nevysvětlil nukleosyntézu. To chce opravdu poctivé vysvětlení.**

Experimentální zastoupení helia 4 a deuteronu ukazuje na podíl klasické baryonové hmoty kolem 5 %.

Přesný podíl klasické baryonové hmoty a temné hmoty lze určit ze studia reliktního záření. **Reliktní záření nelze vyhodnotit bez TH ????? To dokažte !** Velice důležitým zdrojem informací je analýza úhlových fluktuací teploty reliktního záření. **Reliktní záření pochází z „období“ časového od-do , anebo ze „stop-času“ vývojového ??** Ty v sobě **nesou informace** o původních fluktuacích hustoty. **Naměřená amplituda spektra fluktuací je příliš malá, aby se dala současná struktura vesmíru vysvětlit pouze pomocí baryonové hmoty a záření. Nutno lépe pečlivěji vysvětlit.** Musí tak existovat slabě interagující částice a z průběhu spektra fluktuací lze určit jejich podíl. Zatím nejpresnější série měření byla provedena sondou Planck. Z jejich měření vychází zastoupení normální baryonové hmoty 4,9 %, zastoupení temné hmoty 26,8 % a zbytek je ještě záhadnější forma hmoty tzv. temná energie. **? Pozorování lze vždy vyhodnotit tak aby „nám vyhovovala“ a pasovala do krámu...Není to první ani poslední výrok v dějinách vědy kdy se původní poznatek otočil o 180°.**

[Zvětšit obrázek](#)



Fluktuace teploty reliktního záření rekonstruované pomocí sondy Planck (zdroj NASA).

Popsaná **pozorování jsou silnými, i když nepřímými, důkazy** pro existenci temné hmoty. Je však třeba znovu připomenout, že v případech uvedených v této části se jedná **o modelové závislé interpretace.** Ve svém souhrnu a v součinnosti s předchozími pozorováními srážek kup galaxií a analýzami pohybu hvězd v galaxiích a galaxií v kupách se jedná o opravdu silné důkazy existence neznámé formy hmoty. Podívejme se tak, jak vypadá stav lovu a identifikace částic této hmoty.

Hon na částice temné hmoty. Jeden bagr na Komorní Hůrku je málo, nasadíme (na vybagrování všech čertů) bagrů deset.

Jak už bylo zmíněno, uvažuje se o dvou druzích temné hmoty. Chladná temná hmota je složena z těžkých částic. Mezi hlavní kandidáty patří hypotetičtí supersymetričtí partneři částic Standardního modelu, které předpovídají teorie velkého sjednocení interakcí. Horkou temnou hmotu by měly tvořit částice s extrémně malou hmotností. Ze známých částic by se mohlo jednat o neutrina (v daném případě o reliktní neutrina), další možnosti jsou například axiony. Podrobnější populární přehled prokázaných i hypotetických částic, z nichž některé mohou být kandidáty na temnou hmotu, je [zde](#).



Experimentální vybavení družice Pamela (zdroj Pamela).

Ze známých částic mohou na účast ve vysvětlování původu temné hmoty aspirovat pouze neutrina. V současné době je však jasné, že kvůli své nízké hmotnosti by mohly vysvětlit jen horkou temnou hmotu a jen velmi malou část hmotnosti temné hmoty. Muselo by jít o reliktní neutrina, která mají teplotu 1,9 K. Teplota pak určuje rozložení rychlostí neutrin. Jejich střední kvadratická rychlost v případě hmotnosti neutrina $2 \text{ eV}/c^2$ je 5000 km/s. Jak už bylo zmíněno, úniková rychlost z galaxií je v řádu stovek kilometrů za sekundu a i z kup galaxií by neutrina unikla. Je tak jasné, že nemohou vysvětlit většinu pozorovaných jevů spojených s temnou hmotou. Zároveň je třeba připomenout, že z kosmologických modelů a pozorovaných parametrů našeho vesmíru plyne, že hmotnost neutrina je nižší než $0,3 \text{ eV}/c^2$. Modelově nezávislé určení hmotnosti neutrina však je možné pomocí měření spektra elektronů například v rozpadu tritia. O tom, jak se to provádí, je podrobně [zde](#).

Takže se musíme poohlédnout po zatím hypotetických částicích a pokusit se je ulovit. K tomu máme v podstatě dvě možnosti. První je využít toho, že částice temné hmoty mohou při setkání částice a antičástice anihilovat. Případně nemusí být úplně stabilní a mohou se

rozpadat na částice Standardního modelu, které by se detekovaly. Druhou možností je detekce pomocí rozptylu částice temné hmoty na jádře nebo částici normální hmoty.

[Zvětšit obrázek](#)



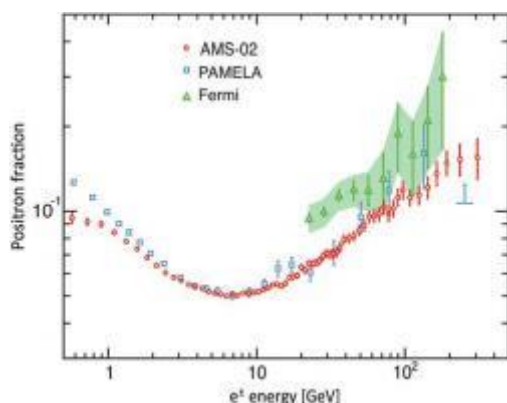
Spektrometr AMS 02 na stanici ISS (zdroj NASA).

Detekce produktů $au...au...$ $\phi\phi$ anihilace či rozpadu částic temné hmoty **bagr právě narazil na sluj...ještě tam hoří oheň pod kotlem...**

Pokud by byla částicí temné hmoty nejlehčí supersymetrický partner známých částic, musí jít o neutrální částici. **Jinak by** byla zachytitelná pomocí elektromagnetické interakce. Tato částice sice bude mít extrémně dlouhý poločas rozpadu, ale úplně stabilní nebude. Vzhledem k tomu, že jimi bude vyplněn celý vesmír a v galaxiích jich bude vysoká koncentrace, **mohlo by se** podařit zachytit produkty jejího rozpadu. Rozpadat **by se** mohla na dva fotony nebo na páry částice a antičástice. Například na pár neutrino a antineutrino, což je vzhledem k velmi slabé interakci neutrina s hmotou pro detekci problém. **Další možností** je rozpad na elektron a pozitron. Rozpad na proton a antiproton **by mohl** nastat jen pro částice temné hmoty s velmi vysokou hmotností. Největší snahy se tak ubírají do oblasti detekce záření gama a pozitronů. **To by mohly** být i produkty anihilace částic temné hmoty.

Hledají se tak přebytky v počtu fotonů záření gama či pozitronů v nějaké oblasti energií přilétajících z vesmíru z míst, kde **by se** temná hmota mohla koncentrovat. K detekci **se** využívají satelity pro detekci záření gama. V současné době je nejvýkonnější družice pro detekci záření gama Fermi. **Občas se objeví** sice náznaky záhadného zdroje záření gama, ale zatím nebyl potvrzen žádný kandidát na detekci produktů rozpadu či anihilace částic temné hmoty.

[Zvětšit obrázek](#)

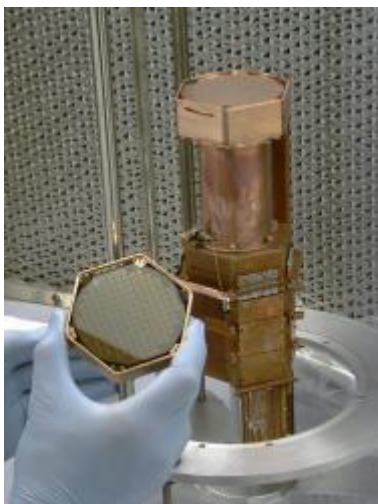


Pozorování poměru počtu pozitronů k elektronům v závislosti na jejich energii zjištěná pomocí tří různých vesmírných přístrojů (zdroj Phys. Rev. Lett.110 141102)

V oblasti detekce pozitronů jsou velice zajímavé výsledky z družice PAMELA a ze spektrometru AMS na vesmírné stanici ISS. V posledních letech se totiž podařilo pomocí těchto zařízení pozorovat **záhadný přebytek** v intenzitě pozitronů s vysokou energií, které přilétají z vesmíru. **Podle předpokladů by** mělo množství pozitronů pro vyšší energie s energií rychle klesat. Družice PAMELA pozorovala nárůst poměru počtu pozitronů vůči počtu elektronů pro energie větší než 10 GeV. Pozitrony přicházejí z celé oblohy a nemají definovaný zdroj. Tento objev publikovali fyzikové, pracující s tímto zařízením, v roce 2008. Později byl potvrzen už zmíněnou laboratoří FERMI pro detekci záření gama. Detekční systém laboratoře FERMI totiž detekuje záření gama pomocí detekce páru elektronu a pozitronu, který vznikne přeměnou z fotonu gama. Může tak pochopitelně detekovat i pozitrony a elektrony vznikající jiným způsobem. Nyní potvrdil přebytek pozitronů i spektrometrem AMS na vesmírné stanici ISS. A změřil jeho průběh v závislosti na energii přesněji a i pro vyšší energie pozitronů.

Vysvětlení tohoto přebytku pomocí anihilace částic temné hmoty je však **spíše nepravděpodobné, protože by muselo** jít o částice se značně vysokou hmotností a nejsou pozorovány antiprotony, které **by** měly při takové anihilaci také vznikat. Kromě možnosti, že jsou zdrojem pulsary, je i několik dalších možných klasičtějších vysvětlení. Navíc **se ukazuje**, že **by** množství pozitronů mohlo být vysvětleno i jako produkt interakce částic kosmického záření s jádry plynu v mezihvězdném prostoru Galaxie. V každém případě budou zajímavá další data, která naměří AMS. **Měla by** umožnit určit množství pozitronů pro ještě vyšší energie než doposud. V případě, že **by** šlo o produkt rozpadu částice temné hmoty, **měl by** přebytek pozitronů pro energie vyšší, než odpovídají hmotnosti této částice začít klesat. A jisté náznaky zpomalení růstu jsou v datech AMS už nyní. **Naděje, že by** mohlo jít o produkt pocházející z temné hmoty, tak **ještě nejsou úplně ztraceny**.

[Zvětšit obrázek](#)



Polovodičové detektory experimentu CDMS (zdroj CDMS).

Snahu o detekci produktů anihilace nebo rozpadu těžkých částic temné hmoty vyvíjejí i pozemní detektory vysokoenergetického kosmického záření, gama i neutrin. A také balónové experimenty detekující nabitě částice i gama záření z vesmíru. **Samá snaha po celém světě..., všichni se snaží a snaží, vymýšlí hypotézy a zkoumají čerty pod Komorní Hůrkou..., ale aby se konečně někdo zamyslel nad tím, „proč“ se TH (ne)projevuje pouze gravitačně (žádná TH totiž vůbec není) a že pro zkoumání té gravitace si fyzikové používají Newtonovy gravitační rovnice a do nich se dosazují „úsečku přímo“, namísto v oblouku, to prostě zuřiví fyzikové zkoumat nebudou a nebudou. Vím proč !**

Podzemní lov těžkých částic temné hmoty ...podzemní, ha-ha, já věděl, že se řeč dostane na to bagrování na Komorní Hůrce...ha-ha

V tomto případě je snaha detekovat rozptýl těžké extrémně slabě interagující částice s atomovým jádrem. Je třeba si uvědomit, že temná hmota je velmi chladná a kinetické energie částic temné hmoty by tak měly být velmi malé. I odražené jádro, které při rozptýlu obdrží část energie částice temné hmoty, bude mít velmi malou kinetickou energii. Detektor tak musí být chlazen na velmi nízké teploty. Pro představu se podívejme na dva v současnosti fungující experimenty.

Prvním je experiment CDMS (Cryogenic Dark Matter Search), který využívá dva typy polovodičových detektorů. Prvním typem jsou křemíkové detektory, které jsou citlivější pro částice s hmotností v jednotkách GeV/c^2 , tedy násobku hmotnosti protonu. Druhým pak germaniové detektory, které jsou citlivější v oblasti hmotností větších než $15 \text{ GeV}/c^2$. Detektory jsou chlazeny tekutým héliem na teplotu 40 mK a jsou umístěny v podzemí dolu Soudan v severní Minnesotě (USA).

A právě na základě měření pomocí křemíkového detektoru ohlásil experiment CDMS v minulém roce možnou detekci částic temné hmoty. Dosažená statistika měření se udává v součinu doby měření a hmotnosti citlivého objemu daného detektoru. Podařilo se získat 140

kg·den měření. Během této doby zaznamenal detektor tři případy, které by mohly být interpretovány, jako rozptyl částice temné hmoty na jádře. Je však třeba zmínit, že jako rozptyl částice temné hmoty může být interpretován i jiný proces, například rozptyl neutronu nebo jiné vzniklé při interakci částic kosmického záření nebo produkované radioaktivními rozpady. Proto se tyto experimenty provádějí hluboko v podzemí a je snaha snížit co nejvíce přirozenou radioaktivitu v jeho okolí. Toto pozadí bylo v daném případě odhadnuto na necelý jeden případ. Máme tak dva případy nad pozadím. To je však pro tak malý počet pozorovaných případů statisticky nepříliš signifikantní. Pokud by však dané případy byly reálné, jednalo by se o částice temné hmoty s hmotností $8,6 \text{ GeV}/c^2$ (tedy zhruba devíti hmotností protonu) a pravděpodobnosti interakce v řádu pravděpodobnosti interakcí neutrina.

[Zvětšit obrázek](#)



Fotonásobič detektoru experimentu LUX (zdroj LUX).

Další experiment LUX (Large Underground Xenon experiment) je umístěn 1,5 km pod zemí ve zlatém dole Homestake v Jižní Dakotě (USA). Je to důl, ve kterém provedl své experimenty s detekcí slunečních neutrin [Raymond Davis](#). V tomto případě jde o detektor, který se označuje jako časově projekční komora. Je to typ detektoru, který umožňuje třírozměrné zobrazení dráhy nabitě částice. V uzavřeném objemu je umístěno 368 kg kapalného ultračistého xenonu. Ten je scintilačním materiálem. Odražené jádro ionizuje a zároveň i excituje stavy, které se vybíjejí vyzářením fotonů světla (v ultrafialové oblasti spektra). Toto světlo se zachycuje fotonásobiči. Zároveň také elektrony vzniklé ionizací driftují v elektrickém poli, do kterého je citlivý objem detektoru umístěn. Z místa, kam dopadne světlo, a z času driftu elektronů, se získá umístění dráhy odraženého jádra v prostoru. Z důvodů odstínění od případů pozadí, třeba právě rozptylu neutronů, se pro hledání rozptylu částic temné hmoty využívá pouze centrální oblast detektoru. Vnější oblasti fungují jako aktivní stínění.

Tento experiment je citlivější než předchozí a v první sérii měření, která probíhala 85 dní, nezaznamenal žádný případ, který by mohl být interpretován jako rozptyl částice temné hmoty. To v podstatě vylučuje, aby výsledek měření křemíkového detektoru experimentu LUX souvisel s částicemi temné hmoty. Nyní začala nová perioda měření, která bude probíhat až do roku 2015. Při ní se nabere násobná statistika a třeba se podaří už konečně částice temné hmoty ulovit.

[Zvětšit obrázek](#)



Pohled do rezonanční dutiny experimentu ADMX (zdroj ADMX).

Lov lehkých částic

Předchozí experimenty jsou zaměřeny na těžké částice temné hmoty. Další experiment je zaměřen **na detekci axionů**. Óóó, už je to tu...já vám to prozradím : **Belzebub má axiony schované v trezoru...a bagr už tam brzo bude...** To jsou hypotetické částice, které by měly mít extrémně malé hmotnosti. Mohly by tvořit horkou temnou hmotu. Při jejich přeměně (rozpadu) by vznikaly fotony s velmi malou energií a vlnovou délkou v oblasti mikrovlnného záření. Taková přeměna však je v normální situaci **extrémně málo pravděpodobná**. **To už stokrát pravděpodobnější je moje HDV...** Je však možné ji iniciovat pomocí velmi intenzivního magnetického pole. To musí být v oblasti několika Tesla a je potřeba tak použít supravodivé magnety.

Jako příklad takového experimentu může sloužit detektor ADMX (Axion Dark Matter eXperiment). Zde se využívá supravodivý magnet umožňující dosáhnout pole 8 T. V tomto poli je umístěna rezonanční dutina generující vysokofrekvenční pole, jehož frekvence musí odpovídat hmotnosti axionu. Hledají se axiony s hmotností mezi jednotkami a desítkami mikroelektronvoltů. Velmi slabá interakce axionu s magnetickým polem může vést k jeho přeměně na fotony mikrovlnného záření. Detekce se provádí velice citlivým supravodivým zesilovačem (SQUID).

Existuje několik podobných experimentů, které hledají axiony různých hmotností a původu. Jeden z nich pracoval i v laboratoři CERN, kde využíval jeden z magnetů vyrobených pro LHC.

[Zvětšit obrázek](#)



Pohled na magnet experimentu ADMX (zdroj ADMX).

Co nám o nové fyzice řekl LHC?

Urychlovač LHC má za sebou úspěšný lov Higgsova bosonu, který vedl k [Nobelově ceně za rok 2013](#). Autoři předpovědi existence této částice na ní museli čekat téměř půl století. Máme higgs-boson ...co dál ?? Jak zdokonalit výklad smyslu „higgsova pole“, higgsova mechanismu o vzniku hmotnosti z ničeho...((jako každé pole, je i to Higgsovo „křivým stavem časoprostoru“. Jen křivý časoprostor je hmototvorný)) Dosavadní zjištěné a studované vlastnosti tohoto bosonu plně odpovídají předpovědím Standardního modelu částic a interakcí. Také další pozorování i velice vzácných a exotických reakcí a rozpadů částic složených z těžkých kvarků **b** a **c** plně odpovídají předpovědím Standardního modelu. Jeho předpovědím odpovídá i chování nejtěžšího kvarku **t**, který vznikl před LHC pouze na Tevatronu a nyní jej LHC produkuje v nebývalém množství. **O.K.** Prostě Standardní model je extrémně úspěšný a žádná nová fyzika za ním se zatím na LHC nepozoruje (přehled výsledků LHC za tři roky provozu je [zde](#)).

Vědci doufali, že by se jim mohlo případně podařit vytvořit na LHC supersymetrické částice. Nejlehčí z nich, která by mohla tvořit temnou hmotu, by musela být neutrální. Ale těžší by už byly i nabitě a s jejich detekcí by experimenty na LHC neměly problém. I ta nejlehčí neutrální by se dala ulovit. Stejně jako neutrina, která také detektorům na LHC unikají, by se projevila chybějící energií a hybností. To, že žádné takové částice se zatím na LHC neukázaly, znamená, že v případě jejich existence je jejich hmotnost větší, než je ta dosažitelná pomocí tohoto urychlovače.

[Zvětšit obrázek](#)



Před padesáti lety byla předpovězena existence kvarků, cesta pro jejich přijetí nebyla lehká. O tom může hodně říci třeba George Zweig, který v loňském roce navštívil CERN. Třeba nás čeká v oblasti temné hmoty podobný průlom. (Zdroj CERN, fotil Panagiotis Charitos)

I v případě, že hmotnost supersymetrických částic bude vyšší než maximum dosažitelné na LHC, je možné se o nich případně dozvědět. Kvantová fyzika způsobuje, že v případě své existence ovlivňují vlastnosti pozorovaných částic a procesů. Například jejich hmotnosti, poločasy rozpadu, pravděpodobnosti různých typů procesů. Týká se to hlavně částic s velkými hmotnostmi a procesů, které jsou velice málo pravděpodobné. Právě existence supersymetrických částic by mohla být **zdrojem odchylek od předpovědí Standardního modelu** proč má SM odchylky ? proč každý zákon zachování se někdy nezachovává, proč se nezachovávají další fyzikální jevy, stavy, parametry, principy, atd. atd. Co to je za „PRINCIP“ že se ve vesmíru „nic nezachovává přesně a dokonale“. ?? a studiem těchto odchylek by bylo možné zjistit jejich vlastnosti. Jak už však bylo zmíněno, experimenty na urychlovači LHC zatím žádnou novou fyziku, která by se projevovala odchylkami od předpovědí Standardního modelu, nepozorovaly. To může být známkou toho, že hmotnost nových částic je o hodně větší, než je dosah nejen LHC ale i značně větších urychlovačů.

Data získaná z prvních tří let provozu urychlovače LHC se stále analyzují. Dochází ke zpřesňování informací o stále exotičtějších reakcích a rozpadech, zpřesňují se parametry těžkých částic, jako jsou b a t kvarky nebo W^+ , W^- a Z^0 bosony. Již za rok by se měl urychlovač znovu spustit při vyšších energiích i intenzitách svazku. **Je tak naděje, že se známky nové fyziky přece jen podaří objevit** a mezi nimi se jako klenot vyloupne i informace o částici temné hmoty. Nyní však nelze předpovědět, zda k tomu opravdu dojde. **Předpovědět lze pouze to, že jednou se fyzikové budou zabývat zkoumáním HDV... jednou ano. Podstatné je zda to „odloží“ na hodně pozdější dobu anebo ne.**

[Zvětšit obrázek](#)



Při vzpomínce padesátého výročí předpovědi existence kvarků nelze zapomenout na Murraye Gell-Manna. Ten navštívil v loňském roce CERN také. V pozadí experiment ATLAS, který ulovil Higgse a hledá také stopy částic, které by mohly být zodpovědné za temnou hmotu. (Zdroj CERN, fotografoval Maximilien Brice).

Závěr

V článku jsem se pokusil nastínit současný stav znalostí o fenoménu temné hmoty. **O.K. nastínil jste ale mnoho otázek nových jste dostal.** Ten se projevuje v celé řadě procesů, které v našem vesmíru pozorujeme. Pro závěr, že se jedná o neznámý druh velmi slabě interagující hmoty **a nelze jej vysvětlit pomocí modifikace teorií gravitace, fuj !! já nemodifikuji „princip“ gravitace, ale modifikuji „použití“ dosazení do gravitace...** existuje celá řada nepřímých důkazů a jeden velmi zásadní. **Tím je průběh srážek kup galaxií.** **uvidíte že ten se vysvětlí „sférickým těžištěm“ konglomerátu srážky a též i mnoha křivostmi, několika křivostmi čp v tomto konglomerátu...; vysvětlení povede k odbourání potřeby TH** Experimentální data z různých oblastí jsou poměrně konzistentní a naznačují, že normální baryonové hmoty je ve vesmíru pouze okolo 5 % a temné hmoty pak okolo 27 %, zbytek by pak měl být tvořen temnou energií. Na druhé straně je však třeba přiznat, že experimentální nejistoty a nejasnosti ani v této oblasti úplně nevylučují překvapení.

[Zvětšit obrázek](#)



Velmi vzdálené galaxie v Hubbleově teleskopu. Jaká překvapení nás čekají při cestě za pochopením struktury a vývoje vesmíru? Patří do něj temná hmota? A jaké částice ji tvoří? Kdy to zjistíme? (zdroj NASA, Hubble).

Otázka, jaké částice za temnou hmotou stojí, je však úplně otevřená a zatím se v této otázce

žádný průlom nepodařil. Zde jsou dveře pro překvapení otevřeny dokořán. Ve světě pracuje řada experimentů, které by nám je mohly přinést. Máme se tak v příštích letech určitě na co těšit a i na stránkách Osla se tato tematika bude určitě objevovat často.

Autor: Vladimír Wagner

Datum: 20.01.2014 v 20:14

.....

[Vypsát celou diskuzi](#)

Diskuze

Výpis příspěvků

Nová fyzika je nevyhnutná.

[Vladimir Duga](#) 14.02.2014 v 09:56

Vďaka nesprávnym teóriám o gravitácii a hmotnosti telesa sú vedci donútení uvažovať o existencii temnej hmoty.

Až vedci pochopia, ako funguje gravitácia a hmotnosť telies, potom na vysvetlenie fungovania vesmíru nebudú potrebovať žiadnu temnú hmotu ani temnú energiu.

V skutočnosti nikto ani netuší, aká je skutočná hmotnosť Zeme i ostatných planét. Baviť sa o hmotnostiach hviezd a galaxií je nereálne.

Hmotnosť telesa je závislá od intenzity gravitačného poľa, v ktorom sa teleso nachádza. Ak má kozmonaut na Mesiaci 6-krát menšiu hmotnosť ako na Zemi, je to preto, lebo sa nachádza v gravitačnom poli Mesiaca, ktoré je 6-krát slabšie.

Vďaka rozdielnym vzdialenostiam planét od Slnka, na každú planétu pôsobí gravitácia Slnka inou intenzitou. Aj keby mali všetky planéty rovnakú veľkosť a hustotu, vďaka rozdielnej intenzite gravitačného poľa bude mať každá planéta inú hmotnosť.

Newtonov gravitačný zákon sa používa iba vo vesmíre, kde nie je možné overiť skutočnú hmotnosť telies. Hustota a hmotnosť planét sú odhadnuté tak, aby vyhovovali Newtonovmu gravitačnému zákonu, ale v skutočnosti nikto ani netuší aká je skutočná hmotnosť jednotlivých planét.

[Odpoveď](#)

Mám názor, nevím jestli správný.

[Milan Hrubeš](#) 25.01.2014 v 17:00

Stále se píše o "nové fyzice" a pláče se nad tím, že Standardní model je potvrzován. Nějak tomu nerozumím. Máme hypotetický pytel, v něm 100 kg hmoty a záření. Odstraníme to, co známe a máme asi 90 kg neznáma. A když počítáme s tímto "neznámem" tj. černou hmotou a energií, tak vše v modelu vychází. Kde te ta "nová fyzika"? Stačí jen prokázat "o co jde v té většině pytle". Chápu, že toto prokázání není jako si uvařit čaj, ale "novou fyziku" opravdu nevidím. Jen nedostatky současné. To, že "neumíme" skoro nic o gravitaci je sice smutné, ale Řím také nepostavili za den.

[Odpověď](#)

To: Pavel Brož

[Ctibor Jablonický](#) 23.01.2014 v 07:12

Omluvte malé faux pas... zaměnil jsem si Vás s nositelem stejného jména doc. RNDr Pavlem Brožem, Ph.D. z MUNI v Brně (což je pro změnu moje alma mater) :-)

<http://www.muni.cz/people/857?lang=cs>

Každopádně děkuji za vysvětlení a objasnění problému a ještě jednou se omlouvám. Trochu mne zmátlo to, že učíte fyziku. :-)

[Odpověď](#)

Dotaz.

[Josef Jindra](#) 22.01.2014 v 23:32

Měl bych jen rychlý dotaz : pokud se uvažuje že temné hmoty je ve vesmíru tak cca 5x více než hmoty klasické a je soustředěna v galaxiích spolu s normální hmotou proč tedy nepozorujeme v žádné měřitelné míře její vliv ve sluneční soustavě ?

[Odpověď](#)

Je to stejný důvod, proč

mezihvězdný plyn gravitačně neovlivňuje pohyb planet v slunečním systému. Jeho hustota je totiž hrozně malá. Tedy hmotnost mezihvězdného plynu i temné hmoty ve sluneční soustavě je zanedbatelná. Tu obrovskou její konečnou hmotnost, která ovlivní dění v Galaxii či kupách galaxií způsobí až to, že poměrně rovnoměrně vyplňuje obrovský objem mezihvězdného i mezigalaktického prostoru.

ad temná hmota ve Sluneční soustavě

[Pavel Brož](#) 23.01.2014 v 00:28

Předpokládá se, že temná hmota bude rozdělena na vzdálenostech o velikosti Sluneční soustavy velice rovnoměrně, potom se dá z Newtonova gravitačního zákona ukázat, že její vliv nebude možné pozorovat na pohybech planet či jiných těles ve Sluneční soustavě. Zjednodušeně řečeno, při homogenním rozložení temné hmoty se dodatečná gravitační síla temné hmoty vystředuje. Což má za následek co ? Že „vystředěná“ gravitační síla od temné hmoty už nemá na nic vliv ? To pak už TH nemá vliv na nic... a lze jí z vesmíru „vypráskat“ (Co tím básník vyřešil a vysvětlil ?) Nehomogenity se předpokládají až na rozměrech o velikosti řádově menší galaxie a výše. Nehomogenity čeho ? té temné hmoty ? Nop a pokud „se“ předpokládají, pak co ? co dělá ta TH ? ve tvaru nehomogenity ? do čeho zasahuje a co z toho vypočítáme-zjistíme ?

Nicméně o dílčích nehomogenitách se uvažuje i u objektů velikosti planet, frajer Brož uvažuje v pathetické rovině, vytasil slovíčko „nicméně“... v tom případě půjde ale o velice malé nehomogenity. Velké nehomogenity se prý vystředují a nemají vliv a malé nehomogenity taky nemají vliv protože ...protože bůh a Brož ví proč... Můžeme si to představit tak, že drtivá většina temné hmoty je v oblasti o rozměrech mnohonásobně převyšujících rozměry Sluneční soustavy rozložena sice homogenně, přesto ale existují extrémně jemná lokální zhuštění této temné hmoty (dejme tomu o jednu milióntinu či spíše ještě mnohem méně) v blízkosti planet. Čili podle Brože TH je vůkol nás , pěkně všude homogenně rozložená a dokonce ještě jsou lokality

polem planety kde je extrémně jemně vyladěná ... No a...
? a co s tím. Co to má vypovídat a objasňovat jaký fakt a
poznatek ? ví to někdo (myslím ze slov toho Mrože) Toto
je ovšem v dnešní době jenom hypotéza, navíc nevalně
přijímaná. O.K. a tak proč nám to tu tlačíš do hlav ?
Každopádně by tyto dodatečné nehomogenity v rozložení
temné hmoty musely být opravdu tak extrémně malé, aby
se bez ohledu na desetiletí přesných měření na to nepřišlo.
Zejména pak skutečnost, že se tímto exotickým způsobem
propagátoři té hypotézy snaží "vyřešit" dílčí nesoulady pro
pohyb některých družic, aniž by přitom byly vyčerpány
konvenčnější způsoby vysvětlení, působí jako ne nejlepší
reklama pro tuto hypotézu. **Není mi jasné o čem to vědec-
propagátor kosmologie mluví a co sleduje...**

To Pavel Brož

[Martin Plec](#) 23.01.2014 v 12:22

**Vaší odpovědi nerozumím. Důkaz, že v kolektivu čtenářů
je ještě jeden který také neví „co a o čem“ tu mistr Mrož
blábolí...** Slunce a planety vznikly díky shlukování hmoty
na základě gravitační síly. Planety pak časem svoje dráhy
vyčistily od drobného kosmického kamení a prachu, takže
v současnosti ve Sluneční soustavě poletuje jen velmi málo
takového volného materiálu. **Temná hmota sice s
normální hmotou reaguje minimálně, ale gravitace na ni
působí normálně. Proč by se tedy temná hmota neměla
shlukovat kolem planet stejně jako normální hmota, a proč
by planety neměly pročistit své dráhy od temné hmoty
stejně jako od normální? Kdyby se tak stalo, měla by být
temná hmota rozložena ve Sluneční soustavě velmi
nerovnoměrně. Jednalo by se samozřejmě jen o chladnou
temnou hmotu.** **Tohle je aspoň řeč myslícího mozku
majícího přesný cíl svých otázek a sdělení oproti
chaotickému vědeckému gulášovitému kdákání pana
P.Brože.**

A druhá otázka: Je pozorován nějaký rozdíl mezi pohybem
galaxií v kupách galaxií oproti pohybům hvězd v
hvězdokupách a malých galaxiích? V tom smyslu, že třeba
čím větší škála, tím více temné hmoty je potřeba, aby se
dal pohyb objektů v kupě vysvětlit. Píšete totiž, že v
malých galaxiích je temná hmota rozložena více méně
rovnoměrně. Proto bych očekával, že v hvězdokupách se
temná hmota na pohybu hvězd nijak neprojevuje. Pan

Wagner hned v prvním odstavci píše, že v naší Galaxii už ale rozdíly pozorovatelné jsou.

[Jiří Havránek](#) 23.01.2014 v 18:34

omlouvám se, že zase nějaká má hypotéza. Právě jak píše někde níže v souvislosti s Abellem 520 mi došlo totéž, co píše pan Brož, a vzhledem k tomu, že uvažuji v představách se strukturou vakua a nějaká konkrétní (buňková) mi vychází z hlediska efektů jako pravděpodobný kandidát, tak přirozeným důsledkem tohoto je, že částice temné hmoty v tomto systému mohou obsazovat potenciálová minima této struktury, tedy konkrétní množství v potenciálové jámě, větší než kritické by vedlo k neharmonickým jevům a získání energie k vykopnutí částice. V tomto případě by se neuplatňoval mechanismus gravitace tak jak jej známe v případě hmoty, ale docházelo by právě pouze k zaplňování potenciálových jam ve struktuře vakua a to prostý transport neklidem ve vakuu do oblastí s vyšší hustotou energie (vlivem přítomnosti klasické hmoty- pro přiblížení totéž jako porucha krystalické mřížky). Důsledkem by bylo "těžší" vakuum se strmějším průběhem gravitační síly.

ad p. Martin Plec - shlukování hmoty

[Pavel Brož](#) 23.01.2014 v 18:59

Na to shlukování hmoty samotná gravitace nestačí, je zde stejně nutná i disipace energie. Můžeme si to představit na idealizovaném případě prostoru rovnoměrně vyplněného plynem, u nějž zanedbáme disipaci energie třením (tedy v důsledku srážek molekul plynu). Pokud přidáme malé počáteční nerovnoměrnosti v rozložení té hmoty, gravitace se nám sice opravdu postará o to, že se ta hmota dá do pohybu - nicméně ale nezpůsobí kondenzaci té hmoty. To plyne ze zákona zachování energie; molekuly plynu se sice budou vydávat k těžišti toho lokálního clusteru, ve kterém je díky drobným nehomogenitám zrovna maličko více hmoty než v clusterech sousedních, nicméně pokud

zanedbáme disipaci, tak se byt' po složitých chaotických drahách budou zase vracet na okraj toho clusteru, kde začaly svou pout'. Půjde o podobný proces, jako když se čas od času v důsledku lokální incidence vydá nějaký zmrzlý superbalvan z Kuiperova pásu na svou pout' do vnitřku sluneční soustavy - on tím vnitřkem sice proletí v podobě komety, jenže se zase vrátí na tu periferii sluneční soustavy, odkud začal svou pout' (pak se buď může periodicky vracet do vnitřku soustavy, anebo v důsledku nějaké další lokální incidence může v tom Kuiperově pásu po některém svém návratu opět "zaparkovat").

Planety i Slunce vznikly v důsledku srážek molekul právě díky tomu, že tam ta disipace byla. Plyn při těchto srážkách ztrácel energii zářením, a pouze to umožnilo kondenzaci těch mračen. Podobně po vzniku planet tyto čistili okolí svých oběžných drah mj. kolizemi s tím smetím a menšími tělesy. Ano, část těch menších těles byla odchýlena pryč ze sluneční soustavy, jiná nemalá část ale nakonec skončila svou pout' kolizí s jiným tělesem, kdy kinetická energie toho tělesa byla z velké části přeměněna na tepelnou energii. A tato tepelná energie, původně tedy kinetická energie mateřského mračna, byla pak v následujících miliardách let těmi chladnoucími planetami vyzařována. Zdá se to sice skoro neuvěřitelné, že kinetická energie nesčítně mnoha až desítky kilometrů velkých skal o rychlostech až desítek kilometrů za sekundu může skončit v tak niterném procesu, jako je tepelné záření - nicméně právě toto se opravdu stalo během procesu utváření nejen naší planety. Naše vlastní planeta si sice ještě nemalý pozůstatek té původní kinetické energie stále ještě drží ve formě tepla zemského jádra, nicméně třeba takový Mars už stihnul za ty cca čtyři a půl miliardy let vychladnout zcela, kinetická energie jeho prakonstituentů už je dávno přeměněna na záření.

Podívejme se nyní na typické kandidáty na temnou hmotu, je přitom jedno, jestli horkou nebo chladnou. Nejnehodnověrnějšími se jeví nějaké neutrální částice podobné neutrinům, které by měly v případě horké temné hmoty klidovou hmotnost aspoň tak velkou, jako neutrina, spíše větší, v případě chladné temné hmoty pak klidovou hmotu aspoň tak velkou, jako má proton, raději ale o několik řádů větší. V obou případech se uvažuje o disipaci mnohem menší, než má běžná hmota, která nemá problém se zbavovat energie vyzářením fotonů (s výjimkou neutrin jsou totiž všechny známé fermiony nabitě, dokonce i neutrony jakožto složené z nabitých kvarků mohou v při svých srážkách vyzařovat fotony). U částic temné hmoty se ale předpokládá jednak extrémně malý účinný průřez jejich

srážek s naší hmotou (v opačném případě bychom srážky temné hmoty s tou naší už dávno pozorovali), a jednak také ne tak velká disipace energie - to druhé už ale souvisí s Vaší druhou otázkou, k níž rovnou přejdu.

Současné modely typicky uvažují, že galaxie mají kolem sebe halo z temné hmoty, jehož rozměr násobně přesahuje rozměr galaxií. S otázkou disipace temné hmoty mj. souvisí to, jestli tato hala jsou plochá nebo kulová, případně jak moc jsou plochá. Tady je důležitá okolnost, že kondenzující oblak vytváří rotující disk, jakmile začne být podstatná ta disipace; pokud je disipace malá, oblak zůstává spíše kulový. Vznik disku v případě, kdy disipace zanedbatelná není, je důsledkem zákona zachování momentu hybnosti - původní mračno zcela určitě nebude mít přesně nulový celkový moment hybnosti, bude jej mít nějaký sice relativně malý, ale nenulový. Tento celkový nenulový moment hybnosti se zachovává bez ohledu na sílu disipace - pokud je disipace silná, tak sice výrazně podusí pohyby plynu ve směrech kolmých na rovinu rotace, nicméně rotační pohyb zbylého disku je garantován právě tím zákonem zachování momentu hybnosti. V prostředí se silnou disipací tedy shlukováním plynu vznikají disky, v prostředí s malou disipací vznikají disky pomalu nebo vůbec.

Ač se to nezdá, tak astronomové skutečně umí z pozorovaných dat vyčíst pravděpodobný tvar temných galaktických hal. Ukazuje se, že tato hala jsou sice zploštělá, ale ne moc, tuším že typický poměr poloos rotačního elipsoidu temného hala vycházel na jedna ku třem. Tyhle věci jsou ovšem nadále předmětem probíhajících výzkumů, takže je docela možné, že časem s přibývajícími observačními daty tu hodnotu někdo sestřelí a prokáže, že je zcela jiná.

Pokud bychom ale nyní brali ten poměr pro poloosy galaktických hal jako zhruba jednu třetinu, tak z toho plyne, že disipace temné hmoty sice nějaká bude, ale nebude valná. To, že nějaká bude, to samozřejmě očekáváme, protože pokud by tam nebyla vůbec, pak by temná hmota zůstala dosti rovnoměrně rozptýlena, její gravitační vliv na naši hmotu by se velice dobře vystředoval, a my bychom ji neměli jak objevit. To, že temná hmota objevena byla, je ve skutečnosti jenom kvůli tomu, že i temná hmota je ve vesmíru rozprostřena nerovnoměrně, tj. že i ona nějakou měrou kondenzuje. Malá míra kondenzace ale vede k větší homogenitě na malých škálách.

Konkrétní velikost poměru temné hmoty k běžné hmotě opravdu závisí na velikosti galaxií, pro trpasličí galaxie vycházely jiné poměry, než pro obří galaxie, a pro malé kupy galaxií jiné, než pro ty velké - jak je zmíněno v článku, podíl temné hmoty roste s velikostí těch objektů. Jedná se ale spíše o statistický trend nežli o striktní funkční závislost, najdou se totiž i výjimky z pravidla, zejména trpasličí galaxie se v tomto směru chovaly dosti neukázně a způsobovaly bolení hlavy mnoha astronomům. Uvažuje se, že evoluce temné hmoty mohla probíhat dosti nezávisle na té naší, a že mohou existovat např. tzv. temné galaxie prakticky zcela bez přítomnosti naší hmoty. Takové galaxie se opravdu hledají, ovšem zatím s nevalným výsledkem, což je ale pochopitelné, protože takové objekty by se projevovaly pouze čočkováním viditelných galaxií za nimi, a je velice těžké prokázat, že v takto nalezených případech ta hmota uprostřed je opravdu temná hmota, a ne třeba jen slabě svítící hmota klasická (někdy je tato otázka zodpovězena pozorováním v jiné části spektra, kdy se tu klasickou hmotu podaří prokázat).

Co se týče nejmenších struktur, kde se vliv temné hmoty pozoroval, tak těmi jsou jednoznačně trpasličí galaxie. Není mi známo, že by někdy někdo pozoroval vliv temné hmoty na úrovni hvězdokup či snad ještě menší. Právě toto jsem měl na mysli, když jsem psal o tom, že nehomogenity se předpokládají až na rozměrech o velikosti řádově menší galaxie a výše - tou menší galaxií jsem myslel galaxii, jako je třeba Velké či Malé Magellanovo mráčko, což jsou typičtí zástupci trpasličích galaxií.

ad Martin Plec - dodatek

[Vladimír Wagner](#) 23.01.2014 v 21:19

na otázky pa Plece už perfektně odpověděl Pavel Brož, jen bych ještě vypíchl.

Pro první platí, že každé shlukování hmoty, včetně toho, které vytvořilo planety, potřebuje dostatečně intenzivní interakci. Takže shlukování velmi slabě interagující temné hmoty musí být diametrálně odlišné a mnohem slabší než u silně interagující normální hmoty.

Pro druhou pak. Vzájemný pohyb hvězd uvnitř hvězdokup není ovlivněn temnou hmotou, tou je ovlivněn pohyb celé hvězdokupy v galaxii (rotační pohyb galaxie). Jak správně

píše Pavel Brož a je to i v článku. ovlivněn je až rotační pohyb trpasličích galaxií.

Díky

[Josef Jindra](#) 24.01.2014 v 09:03

Panove velmi dekuji za vysvětlení, to ze shlukování neinteragujících částic v gravitačním poli bude potenciálně vypadat zcela jinak než u běžné hmoty mě prostě nějak nenapadlo.

Shlukování temné hmoty

[Martin Plec](#) 24.01.2014 v 09:41

Také děkuji za obsáhlé vysvětlení, vaši argumentaci rozumím. Intuitivně bych však čekal, že původně homogenní mrak temné hmoty periodicky procházející planety roztrhají, velkou část temné hmoty postupně vystřílejí pryč a malá část zůstane obíhat v okolí nebo uvnitř planet. Leda že by se temná hmota neustále doplňovala kvůli nenulovému vzájemnému pohybu hvězdné soustavy a temné hmoty. Bohužel nemám žádné prostředky, jak si to teď numericky nasimulovat, takže je možné, že se mýlím.

Když by to ale bylo po vašem, tak je otázka, proč se temná hmota drží jako oblak v okolí normální hmoty. Galaxie (prý) vznikly shlukováním původně relativně homogenního oblaku vodíku, původně relativně homogenní oblak temné hmoty by ale tendenci ke shlukování spolu s normální hmotou podle vás mít neměl. Možným vysvětlením je, že temná hmota vzniká při jaderných reakcích uvnitř hvězd stejně jako těžší chemické prvky. Je zvláštní, že by třeba při supernovách vznikaly nové neznámé částice, a ještě zvláštnější je, že by vznikaly v 10x větším množství než je normální hmoty. Nebo by se musel objevit nějaký jiný fyzikální děj, který by temnou hmotu ve velkém množství produkoval. Jaký na to máte názor?

[Martin Plec](#) 24.01.2014 v 10:40

Ještě jedno možné vysvětlení: Temná hmota se okolo normální hmoty (galaxií, galaktických kup) neshlukuje, my ale vidíme v jejich okolí jen nehomogenity v jejím jinak v celém vesmíru homogenním rozložení.

ad p. Martin Plec - gravitační vymetání hmoty

[Pavel Brož](#) 24.01.2014 v 12:45

Takhle, co se týče Vašeho argumentu o možném vystřílení temné hmoty pryč ze sluneční soustavy za pomoci efektu gravitačního praku planet (je to stejný typ efektu, který se jednak používá pro urychlování meziplanetárních sond, a který zároveň pomáhal vymést část hmoty ze sluneční soustavy v procesu jejího utváření po vzniku prvních protoplanet - mimochodem, dnes se předpokládá, že prvotních planet v naší sluneční soustavě bylo sto či více, z nichž některé byly vystřeleny ven ze sluneční soustavy, a zbytek se mezi sebou navzájem posrážel), tak je to velice zajímavý argument, jehož odpověď si vyžádá důkladnější rozmyšlení. Takhle z hlavy mě připadá, že u té temné hmoty by nemělo dojít k výrazné změně distribuce v důsledku jevu gravitačního praku, jenže důležitá jsou konkrétní čísla, nikoliv dojmy, a odhady těch čísel Vám teď z hlavy opravdu nedám - pokusím se nad tím ale porozmýšlet, protože je to zajímavý problém, a pokud na něco přijdu, dám Vám zde vědět.

Každopádně do problému té redistribuce temné hmoty uvnitř sluneční soustavy bude mít co mluvit i to, jestli se jedná o chladnou či horkou temnou hmotu. Pokud by se totiž jednalo o horkou temnou hmotu, pak by její případný úbytek uvnitř sluneční soustavy byl rychle doplňován z jejího okolí, částice horké temné hmoty se totiž podle předpokladu pohybují mnohonásobně rychleji, než planety, takže to zředování temné hmoty uvnitř sluneční soustavy by bylo rychle doplňováno. V případě chladné temné hmoty by to bylo složitější, momentálně mám dojem, že

ani v tomto případě by k výraznější redistribuci temné hmoty uvnitř sluneční soustavy nemělo docházet, nicméně je to jen dojem, který teď z fleku neumím podložit nějakými solidnějšími argumenty.

Co se týče případné tendence shlukování temné hmoty spolu s normální hmotou, tak se vzhledem k převaze temné hmoty uvažuje spíše o opačném kauzálním směru; pokud někde začala kondenzovat temná hmota, tak právě gravitace její vznikající nehomogenity hrála důležitou roli v následné kondenzaci hmoty obyčejné. Můžeme si to tedy představovat tak, že temná hmota se vzhledem ke své dominanci může dovolit ignorovat vliv obyčejné hmoty, který pro její evoluci není nijak podstatný - temná hmota si prostě tak nějak kondenzuje sama podle sebe. Naopak obyčejná hmota si nemůže dovolit ignorovat temnou hmotu, pravděpodobně to totiž bylo tak, že obyčejná hmota začala padat do gravitačních potenciálových jam způsobených obřimi nehomogenitami temné hmoty, a tam následně začala kondenzovat za vzniku galaxií a kup galaxií.

Ohledně hypotetického vzniku temné hmoty uvnitř supernov, tento scénář bohužel není reálný; i kdyby se na temnou hmotu měnila kompletně celá hmotnost supernovy, tak úhrnná hmotnost supernov je v porovnání s hmotou ostatních hvězd zanedbatelná. V žádném případě by tímto způsobem nemohlo vzniknout čtyřikrát více temné hmoty, než je hmoty normální. Něco podobného lze říci o existenci nějakého dnes neznámého fyzikálního jevu, který by temnou hmotu ve velkém produkoval - pokud by totiž měl vyprodukovat čtyřikrát více temné hmoty než je obyčejné, tak by takový jev buďto musel porušovat zákon zachování energie, pokud by tu temnou hmotu produkoval z ničeho, anebo by muselo původně existovat pětikrát více obyčejné hmoty, přičemž čtyři pětiny z ní by byly zkonvertovány do temné hmoty ještě v těch fázích vývoje vesmíru, které předcházely prvotní nukleogenezi (tedy v čase menším než jsou ony Weinbergovy první tři minuty). Ta druhá varianta nás ale nezajímá, problém temné hmoty je v tom, že je tady dnes, její případný vznik v ranných fázích existence vesmíru je už otázkou nesouvisející s její evolucí v následujících stamiliónech a miliardách let.

Také není moc pravděpodobný scénář, kdy by většina temné hmoty byla rozprostřena homogenně a to, co pozorujeme na úrovni galaxií a kup galaxií by byly jen relativně malé nehomogenity. Pokud by totiž té hypotetické homogenně rozložené temné hmoty (kterou by nešlo ani nepřímo pozorovat, protože její gravitační účinky

by se vyrušily) bylo o několik řádů více, než té temné hmoty, kterou pozorujeme díky jejím gravitačním účinkům na naši hmotu, tak by to výrazně ovlivnilo scénáře kosmologické expanze. Vesmír by pak obsahoval tak mnoho hmoty, že by během několika miliard let zase zkolaboval. Takže pokud existuje homogenně rozprostřená část temné hmoty, nemůže jí být příliš mnoho, protože by to mělo dopad na životnost našeho vesmíru.

[Martin Plec](#) 24.01.2014 v 14:34

Škoda, že zde příspěvky nelze zpětně editovat, byl bych býval některé své formulace ještě dodatečně formuloval srozumitelněji.

Jde o to, proč je temná hmota a normální hmota blízko sebe. Jsou dvě možnosti: buď zde byla temná hmota odjakživa (stejně jako vodík), takže je potřeba vyjasnit, proč se obě formy hmoty shlukly k sobě, anebo temná hmota vzniká tam, co je už normální hmota (a nebo obráceně). Shodli jsme se, že vznik temné hmoty z normální hmoty vypadá divně a nepravděpodobně. Možná by stálo zauvažovat nad opačným procesem - na začátku byl vesmír vyplněn jen temnou hmotou, a např. v nějaké fázi chladnutí z ní vznikla normální hmota. Ale ve skutečnosti se takový scénář z našeho hlediska moc neliší od situace, kdy zde temná hmota i vodík byly od počátku spolu. Zajímavé by bylo jen to, kdyby proměna temné hmoty v normální nastávala masivně i teď, ale pro to - zdá se - nic nesvědčí?

Takže zbývá, že zde vodík i temná hmota byly odjakživa. Vaše vysvětlení, že normální hmota se usazovala v potenciálových jamách nehomogenit tvořených temnou hmotou, zní věrohodně. Nevypadal by ale pak vesmír jinak? V tomto případě bych spíš čekal, že svítící hmota bude ve vesmíru rozložena homogenněji, a nebude tvořit vlákna (filaments). To, že v kopcích tvoří dešťová voda potůčky, je proto, že si korýtka sama vymlela. Ale kdyby je vymlít nemohla, tak jsou přirozenější bažiny.

U homogenního rozložení temné hmoty a námi pozorovaných malých nehomogenit argumentujete kosmologickými scénáři. Jenže to jsou jen modely, které

by se musely přepočítat. A věřím, že kdyby to bylo nutné, tak po různém pošolichání konstant a nějakých dalších úpravách by to nakonec zase vyšlo. :-) Pripadá mi tedy, že ač je aktuálně problematická, nelze tuto hypotézu zcela vyloučit.

Ještě otázka: Temná a normální hmota spolu téměř neinteragují. Proč si ale myslíme, že temná hmota neinteraguje ani sama se sebou? Tj. proč by temná hmota nemohla tvořit temné planety, hvězdy, galaxie, tedy vlastně celý paralelní vesmír? Vnitřní interakce temné hmoty by přeci snáze vysvětlila, proč se temná hmota shlukuje.

ad vázané systémy temné hmoty

[Vladimír Wagner](#) 24.01.2014 v 17:23

Pokud by existovaly planety z temné hmoty ve Sluneční soustavě, tak bychom je (pochopitelně v závislosti na jejich poloze a velikosti) objevily na základě jejich gravitačního vlivu. Tak, jak byl objeven třeba Neptun. Teď už by stačila menší planeta.

Pokud by existovaly temné hvězdy a temné galaxie, tak by se měly objevit pomocí gravitačního čočkování a gravitačního vlivu na okolní viditelné objekty. A ze studia čočkování (viz třeba v článku hledání primordiálních černých hvězd či slabě svítících objektů) se zdá, že pokud něco takového existuje, tak jen v malém množství (nevysvětlí temnou hmotu). U velkoškalové struktury se zdá, že jsou oblasti s přebytkem temné hmoty a malou hustotou normální hmoty, ale tato temná hmota nejspíše není vázaná do systému (neinteraguje silně)

To V. Wagner

[Martin Plec](#) 24.01.2014 v 17:49

Díky za vysvětlení, mělo mě to napadnout samotného, o čočkování se v tu v poslední době psalo dost. I když, po pravdě řečeno, není mi vůbec jasné, jak to hledání titěrných temných (třeba neutronových) hvězd pomocí čočkování může koncepčně vůbec fungovat, když najít dva objekty v

zákrytu vhodné k čočkování je těžké i u normálních hvězd.

Teleso z temnej hmoty

[Marek Šarmír](#) 24.01.2014 v 17:56

Zaujímavá debata, skúsím sa zapojiť nasledovnou otázkou. Čo by sme pozorovali v prípade, ak by sa zhuk temnej hmoty vo forme napríklad planétky dostal medzi nás (Zem) a zdroj svetla (Slnko)? EM žiarenie zo Slnka by takouto planétkou prešlo (keďže temná hmota pravdepodobne neinteraguje inak ako gravitačnou silou) a mi by sme nijaké teleso nezaregistrovali (ak opomeniem gravitačné pôsobenie) alebo by bolo žiarenie pohltené a teda by sme videli čiernu škvrnu v mieste polohy planétky, pričom jej hmotnosť by sa zväčšila o pohltenú energiu, keďže sama by ju nevyžarovala prípadne by bolo svetlo od planétky odrazené?

Mikročočkovaní.

[Vladimír Wagner](#) 24.01.2014 v 18:10

Pokud by přecházela taková planeta před vzdálenou hvězdou, tak bychom pozorovali mikročočkovaní (temná hmota neinteraguje s elmg zářením a tedy jej nemůže pohlcovat). Dráha paprsků by byla v gravitačním poli zakřivená a objekt z temné hmoty by fungoval jako čočka. Takže by došlo ke zjasnění této hvězdy. Tak se třeba hledají osamělé planety, neutronové hvězdy nebo černé díry.

Při přechodu před Sluncem by asi tento efekt zanikl v jasu Obrovské plochy Slunce, světlo ze které by nebylo ovlivněno gravitační čočkou. Ale vše závisí na velikosti objektu a geometrii případu.

[Marek Šarmír](#) 24.01.2014 v 18:22

Gravitačný vplyv temnej hmoty mi je jasný, skôr ma zaujímal čo by sa stalo s EM žiarením zo Slnka. Prešlo by skrz teleso?

To M. Šarmír

[Martin Plec](#) 24.01.2014 v 19:00

Vzhľadom k tomu, že EM záření s temnou hmotou neinteraguje, tak by prošlo, akorát by se při průchodu trochu ohlo.

Zrážka částic

[Marek Šarmír](#) 25.01.2014 v 10:00

Ešte jeden dotaz: Ak by sa dráha častice normálnej hmoty pretínala s dráhou častice temnej hmoty a malo by prísť ku zrážke, nastala by táto alebo by častice cez seba preleteli bez akejkoľvek reakcie? Pýtam sa preto, lebo aj keď temná hmota neinteraguje s EM žiarením, možno by mohla interagovať silnou alebo slabou interakciou. Je aj táto možnosť vylúčená? Nedala by sa napríklad temná hmota dokázať na LHC tým, že by prišlo k zrážke častíc normálnej a temnej hmoty, kde by sa táto mohla rozpadnúť na častice normálnej hmoty, ktoré by sme na LHC pozorovali (vznikli by vlastne z ničoho, keďže temnú hmotu nevieme v malom množstve detekovať).

To M. Šarmír

[Martin Plec](#) 25.01.2014 v 11:54

Na předpokladu, že aspoň někdy (i když velmi zřídka) by k nějaké interakci mezi částicí temné a normální hmoty došlo

mohlo, jsou založeny detektory popsané v článku.

Hustota

[Milan Bačík](#) 25.01.2014 v 14:50

Jaká je vlastně hustota temné hmoty uvnitř galaxie?

Mi falta

[Marek Šarmír](#) 25.01.2014 v 15:08

V mojom prípade evidentne platí, že mlčať je zlato. Budem sa toho držať :)

Díky

[Jakub Rint](#) 22.01.2014 v 21:20

Moc pěkný článek a shrnutí dosavadních znalostí a teorií, snad se dožiji rozuzlení (jsem třicátník :D).

[Odpověď](#)

ad nepřesnost - máte pravdu

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 14:34

Ano, je to jak píšete, ale jednalo se o řádové odhady. Je to opravdu tak, že pokud bychom brali průřez atomu jako 10^{-20} metrů čtverečních, pokud by byl jeden atom v krychlovém metru a pokud se prolétává 10^{20} takových krabic, tak ta pravděpodobnost vyjde jako $1 - (e^{-1}) = 0,63$. Nicméně těch numerických aproximací tam bylo více, tak např. rozměr atomu také

není těch 10^{-10} metru, přitom těch 10^{20} krabic jsem odvodil právě z odhadu této velikosti, stejně tak dobře jsem mohl vzít 10^{21} krabic, což by stále ještě byla pouhá desetina až setina velikosti mračna (typické kupy galaxií jsou ve skutečnosti ještě o řád větší). Podstatné je, že při průchodu tím zvoleným počtem krabic je více pravděpodobné, že se ten atom srazí, než že projde. Ta střední volná dráha nám pak vyjde někde mezi 10^{20} až 10^{21} metrů, což řádově je stále těch 10^{20} metrů. To podstatné tam je, že při typických velikostech těch mračen projde bez srážky pouze zanedbatelný zlomek jejich atomů, tedy že předpoklad, že se většina kinetické energie mračen přemění na tepelnou energii, je naprosto na místě.

Máte ale pravdu v tom, že jsem měl být opatrnější v té formulaci, a místo obratu jistota hodně se blížící blížící jedničky jsem měl použít obrat pravděpodobnost řádově srovnatelná s jedničkou. Jednalo se opravdu o to, že ta pravděpodobnost není třeba jedna tisícina nebo milióntina, ale že je podstatná. Berte to tak, že jsem deformovaný typickými hodnotami účinných srážkových průřezů jaké jsou v částicové fyzice. Co by za to částicovní fyzici dali, kdyby jim vycházela pravděpodobnost srážek částic kolem 63%, to by měli Higgse objeveného během jediného odpoledne :-)

[Odpověď](#)

špatně zařazeno

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 14:36

omlouvám se, mělo být jako odpověď panu Vojtěchu Kociánovi v jiném vláknu.

pěkný článek

[Jiří Havránek](#) 22.01.2014 v 00:15

mám drobnou prosbu či námět, jestli by nešlo rozšířit článek dodatkem s podrobnostmi srážek galaxií, kdysi jsem viděl myslím právě podrobnosti k Abellu 520 s rozdělením gravitačního čočkování a výskytu horkého plynu včetně trajektorií vlastních srážející se galaxií, bylo to zajímavé a myslím si, že to něco vypovídá o vlastnostech temné hmoty.

[Odpověď](#)

velice pěkný článek

[Pavel Brož](#) 21.01.2014 v 20:57

a děkuji za zmínku o tom mém článku, vůbec by mě nenapadlo, že je to už skoro deset let, co jsem ho psal. Je docela zajímavé, co všechno se za těch deset let podařilo ve vědě objevit, ta temná hmota a energie sice stále vzdorují. Nicméně ten pokrok v jejím poznání je znatelný, i když pro laiky zatím není moc viditelný, protože zatím je to na úrovni mohutnějších pozorovacích statistik, zpřesňování numerických odhadů, a postupném, byť pomalém vylučování hypotéz. Tedy nic takového, co by plnilo stránky médií.

Osobně bych si tipnul, že za dalších deset let stále ještě nebude otázka temné hmoty s určitostí vyřešena, nicméně že fyzika dost možná už bude v situaci, jako když se před deseti až patnácti lety čím dál více skloňovala otázka experimentálního prokázání existence Higgsova bozonu. Tzn. že už v té době bude fyzika možná mít jednoho hodně nadějněho kandidáta, na nějž bude ukazovat nejvíce indicií. Jeho definitivní potvrzení ovšem určitě zabere dalších léta trpělivé experimentální práce.

[Odpověď](#)

Hustý není totéž co horký

[J Kasom](#) 21.01.2014 v 20:32

A stejně tak studený neznamena co řídký. Teplotu spoluurčuje hybnost těch částic- a nezapomínat že pohyb je relativní

[Odpověď](#)

Upřesnění

[Vladimír Wagner](#) 21.01.2014 v 21:39

Pozor, ne každý pohyb určuje teplotu. Musí jít o !! chaotický !! pohyb atomů či částic. A takový pohyb není relativní. Tedy teplota koule bude v klidu vůči nám stejná jako teplota stejné koule urychlené na vysokou rychlost. (Tedy v případě, že tuto kouli neurychlujeme v hustém prostředí, kde se třením ohřeje :-))

Hmm, Temná hmota- to bychom si vzali baterku

[J Kasom](#) 21.01.2014 v 19:45

Ty Axiony, jak moc jsou hypotetické?

Já měl zato, že jsou součástí standardního modelu podobně jako ještě přednedávnem Higsony. Nebo tam není nějaký hlubší vztach k SM ?

[Odpověď](#)

Axiony a Standardní model

[Vladimír Wagner](#) 21.01.2014 v 21:54

Máte pravdu, že axiony byly zavedeny ve snaze vysvětlit jeden z parametrů Standardního modelu (související s extrémním vyladěním narušení CP symetrie v QCD). Ovšem nejsou (na rozdíl od Higgse) součástí Standardního modelu. Jen by mohl pomoci osvětlit hodnoty některého z jeho parametrů. Ale to by měly třeba i supersymetrické teorie (vysvětlit třeba hierarchii hmotnosti kvarků). V tomto směru má axion blíže k supersymetrickým částicím než k Higgsovu bosonu.

blba otazka :)

[Pavel Ondrejovic](#) 21.01.2014 v 19:23

"Zároveň se třením ohřívá a vzniká velmi horký plyn"

Zijem v presvedceni, ze medzegalakticky plyn je take nie uplne dokonale vakuum. Ako sa to "nic" dokaze zrazit a k tomu este aj ohriat?

Ak dobre clanku rozumiem, tak to "horuce" su cisla typu 10^6 kelvinov... kde sa to tam berie? :)

[Odpověď](#)

Vakuum v mezegalaktickém prostoru

[Vladimír Wagner](#) 21.01.2014 v 21:15

Máte pravdu, že hustota plynu v mezigalaktickém prostoru může být extrémně malá (podrobněji o klasickém i kvantovém vakuu zde:

<http://ojs.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/vakuum/vakuum.html>

). Může být až v řádu jednotek atomů na kubický metr.

Střední volná dráha mezi srážkami je tak extrémně velká.

Na druhé straně si však musíme uvědomit, že rozměry kup galaxií jsou miliony světelných let a tedy více než 10^{20} krát větší než náš rozměr a objem pak více než 10^{60} krát větší. To znamená, že počet srážek mezi které postihnou každý atom dvou srážejících se kup s atomy druhé kupy je dostatečný, aby se velká část jejich kinetické energie dána pohybem kupy nějakým směrem přeměnila na kinetickou energii chaotického pohybu atomů, tedy na teplo. Je třeba si uvědomit, že kupy se proti sobě pohybují rychlostmi přesahujícími tisíce km/s. Takže ten ohřev plynu může být opravdu tak extrémní.

konkrétní odhad teploty

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 01:25

Jenom doplním Vladimíra, jelikož příležitostně doučuji fyziku a studentům kladu na srdce, aby uměli z hlavy dělat rychlé kvantitativní odhady. Ta teplota se dá s dost velkou přesností odhadnout na základě následujícího zjednodušeného modelu – předpokládejme, že se čelně sráží dvě stejně hmotná plynová mračna rychlostí 100 km/s vůči jejich těžišti (tedy vzájemnou rychlostí 200 km/s). Předpokládejme pro zjednodušení, že před srážkou je teplota obou prakticky nulová, tzn. že separátně v rámci každého mračna se jeho atomy vůči sobě prakticky nepohybují, pouze to mračno jako celek se pohybuje rychlostí 100 km/s vůči budoucímu bodu srážky. Dále předpokládejme, že srážka je dokonalá, tj. kdy se veškerý původně uspořádaný pohyb atomů obou mračen změnil v pohyb neuspořádaný. Pokud jsou mračna velká natolik, že jejich průměr mnohonásobně převyšuje střední volnou dráhu atomů v nich, pak je takový předpoklad zcela na místě; naopak pokud by rozměr mračen byl výrazně menší než zmíněná střední volná dráha, tak potom je to neoprávněný předpoklad, protože drtivá většina atomů každého mračna projde tím druhým mračnem neovlivněna – v tomto případě by pak i po srážce byla teplota mračen

jen málo zvýšená oproti počáteční teplotě, kterou jsme zanedbali.

Za onoho předpokladu dokonalé srážky můžeme lehce zjistit střední kvadratickou rychlost atomů výsledného mračna (necht' jsou to mračna atomárního vodíku) – energie se totiž zachovává, původní kinetická energie na jeden atom byla $\frac{1}{2}mv^2$, kde m je hmotnost atomu vodíku ($1,67 \cdot 10^{-27}$ kg) a v je ona rychlost 100 km/s, tedy 10^5 m/s. Dodejme, že výsledný pohyb atomů bude nejen ve směru osy srážky, ale také ve směrech na nich kolmých – předpokládáme totiž dokonalou srážku, kdy se veškerá kinetická energie obou mračen změní na neuspořádanou kinetickou energii atomů výsledného mračna, kdy není žádný směr pohybu atomů statisticky preferován před jinými směry. Každopádně ale energie na atom zůstane stejná (k tomuto tvrzení se ještě vrátím níže), tedy oněch $\frac{1}{2}mv^2$, a protože předpokládáme, že se jedná o atom vodíku, který má tři stupně volnosti (může se pohybovat ve třech na sobě nezávislých směrech), a protože podle zákonů statistické termodynamiky pro systém nacházející se v termodynamické rovnováze připadá na každý stupeň volnosti tepelná energie $\frac{1}{2}kT$, kde $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K je Boltzmannova konstanta a T je teplota v Kelvinech, tak dostáváme:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$$

odkud po dosazení za $m=1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, $v=10^5$ m/s, $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K vypočteme teplotu:

$$T = mv^2 / 3k = 0,4 \cdot 10^6 = 400\,000 \text{ K}$$

To jsou řádově ony hodnoty zmíněné v článku.

Nyní se pojďme podívat na některé z provedených zjednodušujících předpokladů. Tak nejprve zde máme onen předpoklad dokonalé srážky, tj. předpoklad, že rozměr mračna musí být mnohonásobkem střední volné dráhy atomů. Pokud předpokládáme hustotu mračna řádově 1 atom na krychlový metr (střední hustota hmoty ve vesmíru je totiž jen o málo menší, takže při nižší hustotě bychom pak stěží mohli mluvit o nějakém mračnu), a pokud za typický rozměr atomu vodíku bereme 10^{-10} metru, tak potom střední volnou dráhu můžeme určit jako střední dráhu, na které atom vodíku téměř s jistotou musí narazit na některý atom vodíku druhého mračna. Snadno nahlédneme, že pokud do řady za sebou postavíme 10^{20} kubických metrů, v nichž v každém bude náhodně rozmístěn atom vodíku, tak pravděpodobnost střetu atomu

prolétávajícího takovouto řadou krychlí s některým z atomů v nich bude blízká jedničce – to nahlédneme třeba tak, že atomy v krychlích rozmístíme nejprve pravidelně tak, aby postupně vyplňovali kolmý profil té řady krychlí, tzn. plochu jednoho čtverečního metru. K vyplnění toho profilu potřebujeme právě přesně 10^{20} atomů; vrátíme-li se od pravidelného k náhodnému rozmístění, nic se už nezmění na tom, že v řadě 10^{20} metrových krychlí za sebou nepůjde prolétnout bez srážky, protože s jistotou hodně se blížíci jedničce vždycky něco trefíte.

Tím jsme tedy dostali onen odhad na střední volnou dráhu – pakliže-li mají mračna hustotu jeden atom vodíku na metr krychlový, tak při jejich čelné srážce je střední volná dráha atomů vodíku řádově oněch 10^{20} metrů. Což je bratru deset tisíc světelných let, tedy asi desetina průměru naší Galaxie. A to není mnoho. Řekli jsme si už, že pokud by mračna byla výrazně menší, než je ona střední volná dráha, pak se při srážce z většiny pouze prolnou, aniž by výrazně zvětšily svou teplotu, a naopak, pokud jsou rozměry mračen výrazně větší, pak je onen předpoklad dokonalé srážky opravdu na místě, protože pak prakticky každý atom při srážce těch mračen podstoupí nesčetně mnoho srážek, díky čemuž bude termalizace původní kinetické energie mračen prakticky stoprocentní.

Ve skutečnosti jsme se dopustili ještě jednoho předpokladu – zanedbali jsme záření. Právě popsaná dokonalá srážka by totiž měla tu vlastnost, že bychom se o ní neměli jak dozvědět, byla by naprosto neviditelná. My se o ní dozvídáme právě díky tomu záření. Protože jsou pozorovaná mračna ve srážejících se kupách galaxií tak obrovská (mají rozměry řádově stonásobně větší, než je rozměr naší Galaxie), dochází v nich také k tepelné rovnováze záření a atomů těch mračen. Podle Planckova vyzařovacího zákona, který popisuje záření absolutně černého tělesa, dokážeme vypočítat pík frekvence onoho záření, které k nám z oněch kup přichází, a právě z velikosti této frekvence pak usuzujeme na teplotu v těch mračnech. Pokud čtenář namítne, co že má společného absolutně černé těleso s mračny, která vidíme, byť v rentgenové oblasti spektra, tak on ten pojem absolutně černé těleso je názvem modelu, kdy se dopadající světlo od tělesa neodráží, přitom ale to těleso může samo vyzařovat tepelné záření. Tzn. že pokud třeba rozhıcujete kamna na pevná paliva tak, že vrchní plotýnka červeně žhnout, tak jste vyrobili přesně takový model absolutně černého tělesa, protože to vyzařované červené světlo vzniká v důsledku tepelné rovnováhy mezi kmitajícími atomy rozžhavené plotýnky a fotony emitovanými a pohlcovanými těmito

atomy. Podobně rozžhavené vodíkové mračno je ideálním modelem absolutně černého tělesa – svítí ne proto, že by bylo osvětlováno okolními zdroji (ve skutečnosti je prakticky všechno okolní světlo pohlcováno, přičemž ale naprosto zanedbatelnou měrou přispívá k energetické bilanci toho mračna), to mračno svítí úplně ze stejného důvodu, proč svítí ta do ruda rozžhavená plotýnka těch kamen – prostě protože při dané teplotě mají fotony, které jsou v tepelné rovnováze s těmi atomy, příslušnou frekvenci danou Planckovým zákonem.

Nicméně i přes uvedenou výhradu k zanedbání energie toho záření, kteréžto zjednodušení jsme použili při našem odhadu teploty mračna, zůstává výsledek řádově správně. Rychlosti ve stovkách km/s nejsou pro srážející se kupy galaxií ničím vyjímečným, spíše naopak. Proto nejsou nijak vyjímečné ani teploty plynu v nich, které vysoce převyšují milióny Kelvinů.

vdaka

[Pavel Ondrejovic](#) 22.01.2014 v 07:58

za vysvetlenie, clovek sa cely zivot uci :)

To: Pavel Brož - naivní dotaz

[Ctibor Jablonický](#) 22.01.2014 v 09:14

Pane docente, omlouvám se za naivní dotaz, jsem v tomhle oboru absolutní laik, ale napadlo mne - při představě dvou letících prachovým mračen a množství hmoty, která obsahují - že se vlastně musí vzájemně ovlivnit i gravitačně. Zákonitě jsem si položil otázku, že vlastně srážka není nevyhnutelně nutná, k tomu aby se přímočarý pohyb atomů změnil v chaotický a tím pádem v teplo. Totéž se vlastně může stát při průletu "kolem" místa kde je vyšší koncentrace temné hmoty. Takže i samotné, pohybující se mračno, by teoreticky mohlo vyzářit samo od sebe určité množství zaznamenané energie, nemám pravdu?

ad gravitační působení a termalizace

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 11:55

Dobrý den, předně se musím ohradit, nejsem docentem ani profesorem, dokonce se ani neživím vědou, ale momentálně opravováním chyb v softwaru běžícím na mainframech. Je to práce velice zajímavá, často až detektivní, mnohé problémy jsou zapeklitými oříšky, k jejichž rozlousknutí je nutné vynaložit hodně úsilí, nicméně věda to není. Teoretickou fyziku jsem vystudoval na MFF UK před více než dvaceti lety, dodnes ji pěstuji jako své největší hobby, nicméně tam moje odbornost končí, žádný pedagogický titul nemám.

Nicméně k té Vaší otázce - je sice pravda, že plynová mračna se ovlivňují i gravitačně, ale toto gravitační působení nemůže způsobit termalizaci mračna, tj. přeměnit uspořádaný pohyb atomů plynu na neuspořádaný. Důvod vězí ve velké homogenitě gravitačního pole působeného mračnem. Toto gravitační pole má původ v gravitaci jednotlivých atomů či molekul, nicméně gravitační síla každého jednotlivého atomu je i na vzdálenosti dané jeho velikostí zanedbatelně malá, proto i lokální nehomogenita gravitačního pole v blízkosti druhého atomu je zanedbatelná. Zkrátka řečeno, i na vzdálenosti rozměru atomu je gravitační pole druhého sousedícího atomu mnohonásobně menší, než je součet gravitačních sil ostatních atomů v mračnu. Díky tomu je výsledné gravitační pole na malých vzdálenostech vysoce homogenní.

Vysoká lokální homogenita gravitačního pole pak působí to, že pohyb se nechaotizuje; gravitační pole sice mění pohyb jednotlivých atomů, ale tyto atomy mění svůj pohyb víceméně synchronně, a to v oblastech o rozměrech srovnatelných s velikostí mračen, nebo dejme tomu aspoň v oblastech o jeden dva řády menších, což jsou pořád ještě řádově statisíce světelných let. To k termalizaci nestačí.

V právě provedené úvaze je důležité mj. to, že atomy mají svou danou velikost (řádově 10^{-10} metru) a že gravitační pole atomu je na této vzdálenosti velice malé. Proto je termalizace toho mračna způsobena prakticky výhradně srážkami atomů, nikoliv jejich gravitačním působením. Pokud bychom atomy mohli brát jakožto bezrozměrné

body, nebo přinejmenším aspoň jako objekty o mnoho řádů menší, nežli jsou, tak by se situace teoreticky mohla obrátit - pravděpodobnost srážky mezi atomy by prudce poklesla, naopak na vzdálenost velikosti atomů by už lokální nehomogenita gravitačního pole mohla být značná - na dostatečně malé vzdálenosti by totiž gravitační síla sousedního atomu už mohla být větší, než gravitační síla zbytku mračna. Ve skutečnosti bychom ale bližším rozbořem zjistili, že pak by se nám zase neúměrně prodloužila střední volná dráha těch atomů, a to na velikosti mnohonásobně převyšující velikost viditelného vesmíru, a proto je i v případě bodových atomů takový scénář nepoužitelný. Z tohoto důvodu můžeme jakékoliv úvahy, kdy by termalizace byla více působena gravitačním polem místo srážkami, zcela vyloučit. Platí to dokonce i v akrečních discích černých děr, kde je sice gravitační pole extrémně silné, nicméně materiál v těch discích se opět zahřívá na extrémní teploty jinými procesy, než jsou gravitační.

[Jiří Havránek](#) 22.01.2014 v 12:17

Jaká je tepelná setrvačnost těchto plynných mračen? Neměl by se projevovat při chladnutí vliv vymetení ze sražených galaxií, tedy když zmizí z plynných oblaků zářivá kompaktní hmota (hvězdy)?

ad tepelná setrvačnost mračna

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 13:34

Tepelná setrvačnost mračna je úměrná počtu srážek, které musí průměrně každý atom absolvovat, než mračno opustí. Měřena tímto počtem není velká, ten počet srážek je totiž výrazně menší, než je počet srážek, které musí absolvovat fotony do ruda rozžhavené kamnové plotny, než se dostanou k jejímu povrchu a následně jej opustí. Bereme-li u toho mračna střední volnou dráhu atomu jako řádově deset tisíc světelných let, a rozměr mračna jako řádově milion světelných let (to je např. polovina vzdálenosti od

nás ke galaxii v Andromedě), pak je poměr oné střední volné dráhy k rozměrům mračna řádově jedna setina, kdežto u té rozžhavené plotny dostaneme pro ty fotony střední volnou dráhu srovnatelnou s jejich vlnovou délkou, tedy cca jeden mikrometr, a při tloušťce plotny cca jeden centimetr dostaneme pro ten poměr střední volné dráhy a tloušťku plotny řádově jednu desetitisícinu. Z tohoto pohledu je tedy tepelná setrvačnost toho mračna malá.

Přes tento malý průměrný počet srážek trvá ale chladnutí mračna enormně dlouho v důsledku jeho obrovské velikosti. Předpokládejme, že průměrný atom musí absolvovat řádově tisíc srážek, než opustí mračno, při střední volné dráze deset tisíc světelných let tedy urazí průměrně deset miliónů světelných let, než opustí mračno. Necht' je průměrná rychlost atomů v mračnu 300 km/s, což je tisícina rychlosti světla. Klikatou dráhu o celkové délce cca deset miliónů světelných let tedy bude atom absolvovat deset miliard let. Těch deset miliard let je tedy řádově doba, kterou mračno potřebuje ke svému rozplývání, pokud bychom nebrali v potaz gravitační síly okolních galaxií, které to mračno také formují. Po těch řádově deset miliard let tedy to mračno bude difundovat a přitom chladnout. Z čehož plyne, že to zářící mračno bude pozorovatelné i dlouho potom, co galaxie srážejících se kup se prolnou a dávno opustí oblast srážky. Během tohoto procesu dojde zároveň k výraznému ochuzení těch kup o mezigalaktický plyn, který zůstane v oblasti té srážky, zatímco galaxie už budou dávno pryč.

Ad Pavel Brož - nepřesnost?

[Vojtěch Kocián](#) 22.01.2014 v 13:37

Statistika není můj nejoblíbenější obor, ale všiml jsem si něčeho podezřelého. Pokud má letící vodíkový atom šanci na srážku 10^{-20} v každém krychlovém metru, pak tím, že těch krychlových metrů naskládáme 10^{20} za sebe, nezískáme jistou šanci na zásah. Bude jen nějakých 63%. Tedy jde o střední volnou dráhu, ale k "jistotě hodně se blížíci jedničce", to má daleko. Nebo někde špatně počítám? V každém případě to nic nemění na vypočtené teplotě (ve vztahu pro její výpočet počet atomů nefiguruje), jen se změní velikost toho horkého mračna tím, že část atomů prostě proletí skrz bez interakce.

ad p. Vojtěch Kocián

[Pavel Brož](#) 22.01.2014 v 14:38

omlouvám se, špatně jsem zařadil odpověď, je uvedena výše. Holt i po těch letech tomu redakčnímu systému prostě občas skočím na špek :-)

[Jiří Havránek](#) 22.01.2014 v 17:19

nemýlíte se? Není hlavní složkou ztráty energie elmag záření? Takhle by to musel z principu dokonale pružný odraz mezi atomy plynu, pak by došlo k rozplynutí plynného oblaku, ale jestli vyvozují správně, opak je skutečností.

ad p. Havránek

[Pavel Brož](#) 23.01.2014 v 00:11

Máte pravdu, že hlavní - ve skutečnosti jedinou - složkou ztráty energie je to záření, po pravdě řečeno to ale plyne přímo ze zákona zachování energie. Jde tu o rychlost této ztráty. Dá se ukázat, že jediným podstatným procesem, ve kterém se generují ty fotony, jsou srážky nabitých částic (ta energie původních atomů vodíků je totiž tak velká, že se už při první srážce ionizují). Dále se dá ukázat, že při každé takové srážce dvou nabitých částic vznikne prakticky jenom jeden foton (proces vzniku více fotonů z jedné srážky má totiž už příliš malou pravděpodobnost ???). Dále se dá ukázat, že rychlost ztracení té energie je udávána rychlostí srážek elektron-proton, ale i mnoho dalších věcí. Ve výsledku klesá energie toho mračka exponenciálně v důsledku odnášené energie, nicméně chladnutí toho mračka stejně zabere nejméně stovky miliónů let, spíše mnohem déle. Bohužel toto všechno už

vyžaduje množství výpočtů, snažil jsem se to sepsovat, ale už to má přes tři stránky a vůbec se to nechýlí ke konci, navíc tam stejně mám nezbytné odkazy na vzorce použité z literatury (např. odhady účinných průřezů dílčích reakcí), takže by to asi nemělo tu přesvědčovací sílu, nebudu to zde proto dávat.

Pokusím se popřemýšlet o nějakém rychlejším způsobu, jak tu rychlost chladnutí odhadnout.

Rozpad na beznou částici a antičástici

[Martin Krupicka](#) 21.01.2014 v 09:45

Citace z článku: Vzhledem k tomu, že jimi bude vyplněn celý vesmír a v galaxiích jich bude vysoká koncentrace, mohlo by se podařit zachytit produkty jejího rozpadu. Rozpadat by se mohla na dva fotony nebo na páry částice a antičástice.

Tohle mi podezřele připomíná fluktuace vakua, případně vznik hmoty ve vesmíru jako takovém. Je to podobnost jen ciste nahodna?

[Odpověď](#)

Rozpad (přeměna)

[Vladimír Wagner](#) 21.01.2014 v 22:06

na pár částice a antičástice (hlavně třeba elektron a pozitron či mion a antimion) či dvě gama je dost běžné u neutrálních částic z důvodů, že je potřeba zachovat nulové hodnoty náboje a dalších zachovávaných se kvantových čísel. A zároveň je třeba zachovat i celkovou hybnost (proto nelze rozpad na jednu lehčí částici, třeba gama).

Chtělo by to nějakou novou teorii o abs.mn.hmoty..

[Jaroslav Mrázek](#) 21.01.2014 v 09:14

Absolutní možné množství hmoty a s tím spojená fyzikální omezení, brzdya temnou hmotu vypustit jako omyl... zatím temná hmota působí jako "potenciální návštěva tchyně"...