

<https://www.osel.cz/12400-problemy-s-temnou-hmotou.html>

MOND versus standardní kosmologický model **od madam**

Dagmar Gregorová

+ můj komentář 12.07.2022

Temná hmota, temná energie jsou temnými stíny v našem více-méně prověřeném fyzikálním pohledu na svět. Kdyby to byly jenom stíny, ale tato tajemná monstra tvoří většinu vesmíru. Přesto nám jejich fyzikální podstata stále uniká. Je celkem přirozené, že někteří astrofyzikové se snaží hledat vědecky přijatelné teorie, které temnou hmotu ani temnou energii nevyžadují.

První autor studie Indranil Banik se na Fakultě fyziky a astronomie skotské Univerzity v St Andrews zabývá dynamikou galaxií Kredit: University Of St. Andrews

Podle Wikipedie The Conversation je síť neziskových médií, které online publikují zprávy a články z výzkumů s doprovodnými odbornými názory a analýzami. Mělo by jít o vysvětlující žurnalistiku a kromě "výjimečných okolností" autory jsou pouze "akademická pracovníci zaměstnaní akreditovanými institucemi nebo jinak formálně spojení s akreditovanými institucemi, včetně univerzit a akreditovaných výzkumných subjektů". Na stránkách The Conversation se před několika dny objevil článek mladého vědce, postdoktoranda Indranila Banika, který [v profilu](#) uvádí: „Pracuji na testování, zda při nízkých zrychleních je gravitace modifikována a zda taková modifikace může odstranit potřebu existence neviditelných hal temné hmoty kolem galaxií“. Ve zmíněném [článku](#) Banik přibližuje [studii](#), kterou se svým kolegou ze skotské Univerzity v St Andrews, Hongshengem Zhaoem, zveřejnil v časopisu Symmetry. Odborná práce porovnává možnosti standardního kosmologického modelu (Λ CDM), jenž počítá s temnou hmotou a „alternativní“ teorie tzv. modifikované newtonovské dynamiky (nebo také Milgremovy dynamiky) – zkratka MOND – poskytnout realistické předpovědi pro rychlost rotace galaxií a skupin galaxií na základě rozložení viditelné hmoty.

Problémem je, že MOND znepokojující nutnost existence temné hmoty nahrazuje minimálně stejně problematickou změnou gravitačního působení v prostředí s extrémně malým zrychlením, kde by gravitační síla nebyla inverzně závislá od čtverce vzdálenosti k těžišti galaxie, ale závislost by byla pouze inverzně lineární. Jinými slovy, Newtonův gravitační zákon v podobě, jak ho známe, není podle MOND univerzálně platný. On je platný, ale světově uznávané fyziky nezajímá názor laika, že →

These are two questions for you, the expert.

The question of dark matter.

why the stars in the arms of galaxies run slower than they should after inserting observation numbers into the law of gravity..., not least because you use the "correct" observation numbers and insert them into the "wrong Newton's law" $F_g = G.M.m / x^2$, where after "x" you substitute the distance between two bodies "as a straight line x", but in the reality of the universe according to OTR it is different: for Observers from a great distance the space-time inside the galaxy is already curved and it is necessary to substitute this line "x" in **arc** "x".

Then the results are different and no dark matter is missing in the galaxy

http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_056.jpg ; http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_031.jpg ; http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_439.jpg

Mnohým laikům – a asi nejen jim – to přijde jako **příklad pseudovědy**, nicméně si musíme uvědomit, že by to nebyla první pevně zakořeněná klasická fyzikálně představa, která v extrémnějších podmínkách, s nimiž se běžně v životě nesetkáváme, neplatí. Že s neznámou, jen gravitačně působící tmavou hmotou, jejichž existenci si vyžadují například vysoké rychlosti těles ve vnějších oblastech galaxií nebo celých galaxií na okraji galaktických kup, jsme konfrontováni po mnohá desetiletí a první podezření se zrodila dávno před tím, než švýcarský astronom Fritz Zwicky v roce 1933 použil pojem „dunkle Materie“. **Přesto doposud nám odpověď na základní otázku „co to je?“, uniká.** A že **standardní Λ CDM model** také naráží na jisté limity, nesrovnalosti a paradoxy. Některé zmiňuje i **Indranil Banik v článku**, který přebíráme jen s mírnými stylistickými úpravami a několika vysvětlujícími poznámkami v závorkách:

Otec teorie MOND, izraelský fyzik Mordehai Milgrom, emeritní profesor Weizmannova institutu v Rehovotu Kredit: Weizmann Institute of Science

Temná hmota: naše recenze naznačuje, že je čas se jí zbavit ve prospěch nové teorie gravitace

Pohyby planet ve Sluneční soustavě můžeme modelovat poměrně přesně pomocí Newtonových fyzikálních zákonů. Ale na počátku roku 1970 si vědci všimli, že **to nefunguje pro diskové galaxie (patří mezi ně i spirální galaxie s příčkou nebo bez ní)**. **Funguje, ale fyzikové včetně Very Rubin, dosazovali správné naměřené hodnoty do nesprávného Newtona, kde vzdálenost mezi objekty jsou v oblouku nikoliv v rovné úsečce** Hvězdy na jejich vnějších okrajích, daleko od gravitační síly hmoty v jejich středu, se pohybují mnohem rychleji, než předpovídá Newtonova teorie.

To fyziky přivedlo ke koncepci neviditelné matérie, kterou nazvali "temná hmota" a která poskytuje potřebnou gravitační přitažlivost navíc, umožňující pozorované rychlosti hvězd. Teorie vycházející z existence temné hmoty získala na široké popularitě. Nicméně v **nedávném přehledu** s mými kolegy argumentujeme, že pozorování v široké škále měřítek mnohem lépe vysvětluje alternativní teorie gravitace navržená v roce 1982 izraelským fyzikem Mordehaiem Milgromem. Tato fyzikální představa, nazvaná Milgromian dynamics neboli **MOND** (také „MOdified Newtonian Dynamics“) **nevyžaduje žádnou neviditelnou hmotu. HDV také ne.**

Hlavním postulátem MONDu je, že když je gravitace velmi slabá, jak je tomu na okrajích galaxií, **nechová se podle newtonovské fyziky.** **Chová, ale musíte dosazovat vzdálenost mezi objekty v oblouku nikoliv v rovné úsečce !! $F_g = G.M.m / x^2$**

http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ff_056.jpg ; http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_031.jpg ; http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_439.jpg Umožňuje pouze na základě viditelné (detekovatelné v nějakém spektru elmag. záření) hmoty **vysvětlit**, proč hvězdy, planety a plyn na okraji více než 150 galaxií **obíhají rychleji, než se očekávalo.** **Neobíhají rychleji než se očekávalo dosazením správných hodnot do nesprávně použitého Newtonova zákona.** Ale MOND takové oběžné křivky nejen vysvětluje, v mnoha případech je i předpovídá.

Filozofové vědy [tvrdí](#), že tato schopnost předpovědi činí teorii MOND nadřazenou standardnímu kosmologickému modelu, podle kterého je ve vesmíru více temné než viditelné hmoty. Její množství v konkrétní galaxii závisí od podmínek, jak vznikala – což ne vždy víme. To pak znemožňuje předpovědět, jak rychle by se galaxie měly otáčet. Takové předpovědi jsou však běžně pomocí MONDu vytvářeny a zatím se také potvrdily.

Mozaika centrální oblasti kupy galaxií Coma ve falešných barvách kombinuje infračervené a viditelné světlo a odhaluje tisíce slabých objektů (zeleně). Mnohé z těchto objektů, které se zde jeví jako slabé zelené šmouhy, jsou trpasličí galaxie patřící ke kupě. Středu dominují dvě velké eliptické galaxie NGC 4889 a NGC 4874. Právě studium Comy dovedlo Fritze Zwickyho k potřebě zavést „dunkle Materie“, tedy temnou nebo tmavou hmotu. Kredit: NASA / JPL-Caltech / L. Jenkins (GSFC)

Představte si, že známe rozložení viditelné hmoty v galaxii, ale ještě neznáme rychlost její rotace. Ve standardním kosmologickém modelu by bylo možné pouze s určitou jistotou říci, že rychlost otáčení na okraji galaxie bude kolísat mezi 100 km/s a 300 km/s. MOND však nabídne přesnější předpověď – rychlost otáčení v rozmezí 180 - 190 km / s.

Pokud pak pozorování upřesní rychlost rotace na hodnotu 188 km/s, pak je to v souladu s oběma teoriemi. Je ale jasné, že MOND se střelil mnohem lépe. Jedná se o moderní verzi [Occamovy břitvy](#) – že **jednodušší řešení je vhodnější než složitější**. → vzdálenost mezi objekty je zapotřebí dosazovat v oblouku, protože křivost samotného časoprostoru je v galaxii už vysoká pro vzdáleného pozorovatele. Uvnitř galaxie pozorovatel nepozoruje to zakřivení prostoru podobně jako námořník na moři nepozoruje zakřivení vodní hladiny kdežto astronaut z větší vzdálenosti už vidí zaoblení Země. Co se rychlosti hvězd v galaxiích týče, naměřené hodnoty bychom měli vysvětlit s co nejmenším počtem "volných parametrů". Volné parametry jsou konstanty – určitá čísla, která musíme zapojit do rovnic, aby tyto fungovaly. Nejsou však dány samotnou teorií – není důvod, proč by měly mít nějakou zvláštní hodnotu – takže je musíme změřit pomocí pozorování. **Příkladem je gravitační konstanta G** v Newtonově gravitační teorii nebo množství temné hmoty v galaxiích v rámci standardního kosmologického modelu.

Zavedli jsme pojem známý jako "teoretická flexibilita", abychom zachytili základní myšlenku Occamovy břitvy, že teorie s více volnými parametry je konzistentní s širším rozsahem dat – což ji činí složitější. V [našem přehledu](#) jsme tento koncept použili při testování standardního kosmologického modelu a MOND na základě různých astronomických pozorování, jako je rotace galaxií a pohyby v kupách galaxií.

Pokaždé jsme přidělili skóre teoretické flexibility v rozmezí -2 až +2. Výsledek -2 znamená, že model poskytuje jasnou a přesnou předpověď bez nahlížení do dat. Naopak +2 znamená "cokoli je možné", kdy teoretici by byli schopni napasovat téměř jakýkoli věrohodný výsledek pozorování (protože existuje mnoho volných parametrů). Hodnotili jsme také, jak dobře jednotlivé modely odpovídají pozorováním, přičemž +2 znamená vynikající shodu a -2 je vyhrazeno pro pozorování, která jasně ukazují, že

teorie je chybná. Od skóre shody s pozorováním jsme pak odečetli skóre teoretické flexibility, protože shoda s daty je dobrá, ale schopnost přizpůsobit se čemukoli je špatná.

Dobrá teorie by měla poskytovat jasné předpovědi, které se později potvrdí. V ideálním případě by měla získat kombinované skóre +4 v mnoha různých testech (+2 -(-2) = +4). Špatná teorie by získala skóre mezi 0 a -4 (-2 -(+2)= -4). Přesné předpovědi by v jejím případě selhaly – je nepravděpodobné, že by fungovaly se špatnou fyzikou.

V 32 testech standardní kosmologický model dosáhl průměrné skóre -0,25, zatímco MOND ve 29 testech dosáhl průměru +1,69.

Skóre pro každou teorii v mnoha různých testech jsou znázorněna na obrázcích 1 a 2 níže pro standardní kosmologický model a Mond.

Je okamžitě patrné, že u MOND nebyly zjištěny žádné závažné problémy, což přinejmenším věrohodně souhlasí se všemi údaji (všimněte si, že spodní dva řádky označující falzifikace jsou na obrázku 2 prázdné).

Porovnání pozorovaných a očekávaných rotačních křivek typické spirální galaxie (M33). Vysoké rychlosti na okraji galaxie si vyžadují gravitační působení temné hmoty nebo modifikaci Newtonova gravitačního zákona. Což znamená konečně z v á ž i t možnost dosazovat do Newtona vzdálenost mezi objekty v oblouku..., tak jak „nařizuje“ OTR i STR Kredit: Stefania.deluca, Wikipedia, CC0 1.0

Problémy s temnou hmotou

Jeden z nejpozoruhodnějších selhání standardního kosmologického modelu se týká "galaktických příček" – lineárních jasných oblastí tvořených hvězdami, které spirální galaxie často mají ve svých centrálních oblastech (jako i naše Mléčná dráha). Příčky se v průběhu času otáčejí. Pokud by galaxie byly zasazeny do masivních hal temné hmoty, jejich příčky by se zpomalily. Většina, ne-li všechny pozorované příčky galaxií jsou však rychlé. To s velmi vysokou spolehlivostí standardní kosmologický model [falzifikuje](#).

Dalším problémem je, že [původní modely](#), které počítaly s halo temné hmoty v galaxiích, byly zatíženy velkou chybou – předpokládaly, že částice temné hmoty sice gravitačně ovlivňují okolní viditelnou hmotu, ale samy nebyly gravitační silou této normální hmoty ovlivněny. To sice zjednodušilo výpočty, ale neodráží realitu. Když se to pak v [následných simulacích](#) vzalo v úvahu, **jakou ?** bylo zřejmé, že hala temné hmoty kolem galaxií nevysvětluje jejich vlastnosti.

Existuje **mnoho dalších selhání** standardního kosmologického modelu, které jsme [v našem přehledu](#) zkoumali, přičemž pomocí MOND bylo možné pozorování často

[přirozeně vysvětlit](#). Důvodem, proč je standardní kosmologický model přesto tak populární, mohou být chyby ve výpočtech nebo omezené znalosti o jeho selháních, z nichž některá byla objevena poměrně nedávno. Může to být také způsobeno **neochotou lidí upravovat gravitační teorii**, **no vida, máme tu přiznání ...** která byla tak úspěšná v mnoha jiných oblastech fyziky.

Obrovský náskok teorie MOND před standardním kosmologickým modelem v naší studii nás vedl k závěru, že dostupná pozorování výrazně upřednostňují teorii MOND. Sice netvrdíme, že MOND je dokonalá, přesto si myslíme, že je z celkového pohledu správná – že galaxie skutečně postrádají temnou hmotu.

Doporučená literatura: Mordehai Milgrom: [MOND vs. temná hmota ve světle historických paralel](#)

(Izraelský fyzik a emeritní profesor na katedře částicové fyziky a astrofyziky na Weizmannově institutu v Rechovotu v Izraeli, Mordehai Milgrom (1946) je autorem teorie MOND)

Literatura: [The Concversation](#), [Symmetry](#)

Autor: [Dagmar Gregorová](#)

Datum: 11.07.2022

MOND je založen na následujícím poznatku: Zrychlení v galaktických systémech jsou o mnoho řádů menší, než se kterými se setkáváme na Zemi nebo ve sluneční soustavě. To umožňuje představit si zobecnění – MOND – které se odchyluje od standardní **dynamiky při velmi nízkých zrychlení**, ale zachovává známé úspěchy této dynamiky, které **se všechny týkají vysokých zrychlení**.

Při dosazení vzdálenosti „x“ v oblouku a ještě s mocninou do rovnice

$F_g = G.M.m / x^2$ dostanete **žádaná velmi nízká zrychlení. → MOND-Navrátil**
