

<https://www.youtube.com/watch?v=dsCjRjA4O7Y>

# The NEW Crisis in Cosmology

Sabina Hossenfelder

NOVÁ krize v kosmologii

1 252 368 zhlédnutí

16. 3. 2021

Můj komentář je červeným písmem.

00:00

**(01)-** I have good news and bad news. Bad news first: two years ago we reported on the Crisis in Cosmology. Since then, it's only gotten worse. And actually the good news is also that the crisis in cosmology has actually gotten worse, which means we may be onto something! The most exciting thing for any scientist is when something they thought they knew turns out to be wrong. So it's no wonder that many cosmologists are starting to get excited by what has become known as the Hubble tension, or the crisis in cosmology. The "crisis" is the fact that we have two extremely careful, increasingly precise measurements of how fast the universe is expanding which should agree with each other, and yet they don't. We first reported on the growing hints of this tension 2 years ago. Back then, the most likely explanation was that new, refined measurements would bring the numbers into agreement. So far that's not been the case. But just recently, one of these methods received a massive refinement due to the Gaia mission and its unprecedented survey of a billion stars in the Milky Way. And guess what - the tension is now even tenser. So is it time to rethink all of cosmology?

Before we can even think about that, we should probably do a refresher on what the issue actually is. So you may have heard that the universe is expanding. Space on the largest scales is stretching, throwing galaxies apart from each other. We've talked about how astronomers first figured this out. Long story short - when a distant galaxy's light travels to us through the expanding universe it gets stretched out - its wavelength increases. If we also know how far that light traveled - the distance to the galaxy - then we can figure out the rate at which space is expanding - at least along the path to that galaxy. Combine the redshifts and distances of many, many galaxies and you have the expansion rate of the universe, typically expressed as Hubble's constant after Edwin Hubble, the guy who first properly measured it back in 1929. By comparison, getting the distances is much, much trickier than getting the redshifts. It depends on a long chain of distance measurements that we call the cosmic distance ladder. First you measure distances to objects in the solar system - then use those to measure distances to nearby stars, then more distant stars, then nearby galaxies, then distant galaxies, etc. If one of those distance measures is wrong, all the subsequent rungs of the distance ladder are off. Hubble's distance measurements were based on a method pioneered by **Henrietta Swan Leavitt**. She developed one of the first so-called standard candles. These are objects whose true brightness or luminosity can be known. Knowing the true luminosity of an object means you can figure out its distance just by observing how its brightness has been dimmed by that distance.

**Swan Leavitt** realized that a type pulsating star known as a Cepheid variable has a rate of pulsation that depends on its luminosity. Measure the pulsation rate and you know its true brightness, and so can find its distance. And if the Cepheid is in another galaxy, you have the

distance to that galaxy also. Cepheid variables are great standard candles, but they're just stars, and are too faint to see beyond a certain distance. In the 1990s two teams of astronomers employed a new type of standard candle - the incredibly bright "type 1a" supernovae that result when a white dwarf star explodes after cannibalizing its binary partner. Using these supernovae to get distances to galaxies halfway across the universe, they found something totally unexpected - not only is the universe expanding, but that expansion is accelerating. And so dark energy was discovered - a mysterious and ubiquitous energy that grows as the universe grows, speeding up its expansion. Dark energy very likely holds deep, deep clues about the fundamentals of reality. With its discovery it suddenly became VERY important to perfect our measurements of the expansion rate - both to confirm dark energy's existence and to learn of its nature. And this is where our story splits. There are, broadly, two approaches to improving that measurement.

One is to double down on the old method - find more type 1a supernova and improve those distance measures. The other is to find a totally independent measurement of the expansion rate. A good reason to do that is that the supernova method is a pretty high rung on the cosmic distance ladder - which means if any rung below it is broken, the method fails. So different teams of astronomers pursued both approaches - and this is where the crisis emerged. One alternative method for getting the expansion rate is to study the oldest light in the universe - the cosmic microwave background.

.....

**(01)-** Mám dobré zprávy a špatné zprávy. Nejprve špatná zpráva: před dvěma lety jsme informovali o krizi v kosmologii. **Od té doby se to jen zhoršovalo.** A ve skutečnosti je také dobrou zprávou, že krize v kosmologii se ve skutečnosti ještě zhoršila, což znamená, že můžeme být na něčem! **Nejzajímavější věcí pro každého** vědce je, když se ukáže něco, o čem si myslel, že už to známe, **že se ukáže být špatně.** **Tak tady pochybuji. V české kotlině to neplatí. Tady když ukáže (amatér, laik), že je něco špatně, tak se nezkoumá ona námitka, ale zkoumá se ten osoba-laik ( posíláním do blázince za doprovodu vichru urážek a nadávek )** Kdyby námitku stejnou podala fyzikální celebrita, tak by se námitka zkoumala-debatovala. **Takže rozhoduje nikoliv smysluplnost námitky, ale osoba, tj. „kdo“ jí říká.** Není tedy divu, že mnoho kosmologů začíná být vzrušeno tím, čemu **se začalo říkat kdy se začalo ??** **Hubbleovo napětí ( Já začal námitkami proti Hubbleho zákonu už cca v r. 2002 )** nebo **krize v kosmologii.** „Krize“ je skutečnost, že máme dvě **extrémně pečlivá ?** a stále přesnější měření rychlosti rozpínání vesmíru, která by měla navzájem souhlasit, a přesto nesouhlasí. **Nesouhlasí proto že „pečlivostů na výsledky nemá tak velký vliv jako to „kam a do čeho“ jsou data dosazována k vyhodnocení** Poprvé jsme o narůstajících náznacích tohoto napětí informovali před 2 lety. Tehdy bylo nejpravděpodobnějším vysvětlením, že nová, **rafinovaná měření měření čeho ?, co se měří ?** uvedou čísla do shody. Zatím tomu tak nebylo. Ale nedávno byla jedna z těchto metod **metod měření ...čeho ??** masivně vylepšena díky misi Gaia a jejímu bezprecedentnímu průzkumu miliardy hvězd v Mléčné dráze. **Měření perfektní a data dosazovaná do závadných teorií** A hádejte co - napětí je nyní ještě napjatější. **A to je ono, že přehodnocovat je nutné nejen data** Je tedy na čase přehodnotit celou kosmologii? **Ano !!!!!** Než na to můžeme vůbec pomyslet, měli bychom si asi zopakovat, o jaký problém vlastně jde. **Jsem jedno ucho.** Možná jste tedy slyšeli, že se vesmír rozpíná. **?!?!** Ale „jak“, a „co“ se rozpíná ?, **toto dořešeno není.** Prostor v největších měřících se táhne a vrhá galaxie od sebe. **Galaxie „plavou“ v 3+3D časoprostoru, který je křivý a rozbaluje se, rozbalují se křivé dimenze.** Mluvili jsme o tom, jak to astronomové poprvé zjistili. **Krátký příběh - když k nám světlo vzdálené galaxie putuje rozpínajícím se vesmírem, roztáhne se - zvětší se jeho vlnová délka.** Pokud také víme, jak daleko toto světlo urazilo - vzdálenost ke galaxii - pak **můžeme zjistit rychlost, podle rovnice Hubbleho ?!** Ale pokud je ona špatně ?? tak zjistíte i špatný výsledek→

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_053.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_053.jpg) pak je i chybná vzdálenost i rychlost jakou prostor se rozšiřuje - alespoň po cestě do této galaxie. Zkombinujte rudé posuny ( rudé posuvy ve spektru jsou posuvy v rovině „xy“ spektra a...a zkoumané vlnové délky světla jsou v rovině „xz“ která je na „xy“ kolmá. Čím se vysvětluje zákon „rudého posuvu“ ( délková míra ) v rovině kolmé na rovinu přijímaného signálu-světla ( délková míra ) ??? a vzdálenosti mnoha, mnoha galaxií a získáte rychlost rozpínání vesmíru, obvykle vyjádřenou jako **Hubblova konstanta** po Edwinovi Hubbleovi, chlápku, který ji poprvé **správně** změřil v roce 1929. Hubble změřil linearitu „rozpínání“ pouze pro období stáří hodně po Třesku..., jenže onu část „rozpínání“ v období  $t = 0$  až  $t =$  milion či dva miliony let věku, **nikdy nezměřil ; a tam se Vesmír choval N E L I N E Á R N Ě !** → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_239.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg) Pro srovnání, získání vzdáleností je **hodně, hodně** složitější než získání rudých posunů. Záleží na dlouhém řetězci měření vzdálenosti, který nazýváme kosmický žebřík vzdálenosti. Čím je objekt dál od nás, tím je časoprostor zakřivenější, tedy „soustava objektu“ je vůči naší soustavě Pozorovatele pootočena. Pootočení ovlivní měření „úsečky“ ve vlastní soustavě emitenta vůči snímané úsečce v naší pozorovatelně. Důkazem je totiž i STR , která popisuje nikoliv „dilatace a kontrakce“ intervalů „na vzdálených objektech“, ale v podstatě popisuje pootáčení soustav (!) Nejprve změříte vzdálenosti k objektům ve sluneční soustavě - poté je použijete k měření vzdáleností k blízkým hvězdám, pak vzdálenějším a vzdálenějším hvězdám, pak blízkým galaxiím, vzdáleným galaxiím atd. až dojdeme do pozic kde už je časoprostor nezanedbatelně křivý !!! a tedy tam jsou pootočené soustavy emitenta. Domnívám se, že emitent „vypustí světlo“ ( proud fotonů ) nikoliv „kolmo na mou průmětnu-pozorovatelnou“, ale pod jiným úhlem a...a toto světlo putuje pak po časoprostoru „po oblouku“, nikoliv po přímce, po oblouku křivosti samotného časoprostoru mezi galaxiemi, a...a prot bude „rudý posuv“ zkráceným údajem než jakým by byl v rovném-plochem-přímém euklidovském prostoru. Proto není Hubbleho zákon správný, jeho je lineární, ale v realitě bude jiný. (*((( Svě vize a nové názory předkládám veřejnosti dvě desítky let...jenže “veřejnost” – nabubřelí fyzikové - nehodnotí kvalitu názoru, ale autora ; ten je laik, proto je i špatná fantasmagorická jeho vize. Kdyby tuto řekl Smolin, nebo Greene, nebo Penrose, nebo Guth, nebo Gross, to by už se zkoumalo, že ??? )))* Pokud je některá z těchto vzdáleností nesprávná, všechny následující příčky žebřík vzdálenosti je vypnutý. Hubbleova měření vzdálenosti byla **založena na metodě**, kterou propagovala **Henrietta Swan Leavittová**. O.K., ale to neznamená, že tato metoda je **navěky správná** ... Vyvinula jednu z prvních takzvaných standardních svíček. **Svíčky jsou v pořádku, ale vyhodnocování už v pořádku není...**; velkovesmír je zakřivený ( dokonce jsou lokální křivosti čp mezi kustry galaxií různé ) Jde o objekty, jejichž skutečný jas nebo svítivost lze poznat. A...a špatně vyhodnotit podle špatného Hubble Znalost skutečné svítivosti předmětu znamená, že **můžete zjistit** jeho vzdálenost pouhým pozorováním, jak byl jeho jas touto vzdáleností ztlumen. Swan Leavittová si uvědomila, že typ pulzující hvězdy známé jako proměnná Cepheid má rychlost pulzace, která závisí na její svítivosti. Změřte rychlost pulzace a poznáte její skutečný jas, a tak můžete zjistit její vzdálenost. **To je první hrubý pokus... jenže přijde-li do dialogu jiná vize, je korektní jí zkoumat, a né posílat autora do blázince...** A pokud je Cepheid v jiné galaxii, máte k této galaxii také vzdálenost. Proměnné Cepheid jsou **skvělé** standardní svíčky, **skvělé do vzdálenosti 1 miliardu let od Třesku, ale blíž už je čp potnatelně křivější** ale jsou to jen hvězdy a jsou příliš slabé na to, aby byly vidět na určité vzdálenosti. V devadesátých letech dva týmy astronomů použily nový typ standardní svíčky - neuvěřitelně jasné supernovy typu „Ia“, [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_239.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg) které vznikly výbuchem bílého trpaslíka po kanibalizaci jeho binárního partnera. Pomocí těchto supernov k získání vzdáleností ke galaxiím **v polovině vesmíru** našli něco zcela neočekávaného - nejenže se vesmír rozpíná, ale tato expanze se zrychluje. **Opět říkám názor, že je nutno přehodnotit, tj. vzít v úvahu „vyšší a vyšší křivost“**

časoprostoru směrem ke Třesku. Na zrychlující se expanzi rozhodně já nevěřím. A tak byla objevena **temná energie** - tajemná a **všudypřítomná** energie, především na **planckovských škálách** jakožto „vřící vakuum“ což svou podstatou jsou křivé dimenze, pěna dimenzí časoprostorových a ....a každé křivení časoprostoru je „hmototvorný akt“ ( potažmo pole a energie ) která roste s tím, jak vesmír roste, což urychluje její expanzi. **Nikoliv. Temná energie roste, ale hustota energie je konstantní v tom „rozbalenějším“ Vesmíru** **Temná energie velmi pravděpodobně uchovává hluboké a hluboké stopy o základech reality.** S jeho objevem se najednou stalo **VELMI důležité zdokonalit naše měření rychlosti expanze ne,ne,ne** dokonalení měření nepomůže budou-li data dosazována do chybných premis, do chybných teorií - jak pro potvrzení existence temné energie, tak pro **poznání její podstaty.** **Poznání je kreativita, a nápad a vize a každou navrženou je moudré zkoumat. Moji HDV nejenže nikdo nezkoumá, ale všichni jí ignorují ..důvod ?, no autor je blázen, nemá diplom z fyziky.** A tady se náš příběh rozděluje. **V zásadě existují dva (tři ?) přístupy** ke zlepšení tohoto měření. Jedním z nich je zdvojnásobit starou metodu - najít více supernovy typu 1a a ty vylepšit míry vzdálenosti. Druhým je najít zcela nezávislé měření rychlosti expanze. **A třetí přístup je PŘEHODNOTIT celou kosmologii dle HDV.** Dobrým důvodem je to, že metoda supernovy je docela vysoká příčka na kosmickém žebříčku vzdáleností - což znamená, že pokud je některá příčka pod ní prolomena, metoda selže. Různé týmy astronomů sledovaly oba přístupy - a tady nastala krize vynořilo se. Jednou z alternativních metod pro získání rychlosti expanze je studium nejstaršího světla ve vesmíru - kosmického mikrovlnného pozadí.

.....

**(02)-** This light was released only a few hundred thousand years after the big bang, and carries with it vast information about the universe's early state. I'll leave you to watch our previous video on the subject to see how our map of the CMB using the Planck satellite can give us the expansion rate. The Planck team calculated a Hubble constant of **67.6 km/s/Mpc** - let's not worry about the weird units right now. But they also claim an uncertainty of about half a percent, making it the most precise measurement of the expansion rate ever made. Meanwhile, **Adam Reiss**, one of the Nobel-winning discoverers of dark energy has doubled down on the supernova method. A couple of years ago his team published a new Hubble constant of **73 and a half +/- 1.5 km/s/Mpc**. That's in the same ballpark, but far enough off to raise many, many eyebrows. One possible explanation for the difference is that the nature of dark energy has changed over time. The Planck team's Hubble constant assumes that dark energy has had a constant density for the entire age of the universe. That's what you expect for the simplest models of what dark energy might be, But if dark energy has **HAS** changed over time it could explain the discrepancy **AND** indicate the dark energy is even weirder than we thought. It's hard to overstate how huge a discovery that would be. So you can see how it might be nice to find out one way or the other if the difference between the Planck and supernova results is real. Most people still think that there are unknown errors that are affecting one or both. For example, the cosmological distance ladder could have a broken rung. The supernova standard candles are calibrated based on distances from our good-ole Cepheid variables in galaxies where both are observed. But those distant Cepheids are in turn calibrated based on Cepheids in our own galaxy, for which we can get distances by a method that's much more reliable. That method is stellar parallax - and it's about as direct a method as you can get, short of building a giant space ruler. Ultimately, refining the supernova distance measurements comes down to refining parallax measurements, and that's what we've finally achieved. You're already familiar with parallax. Place a finger in front of your eyes and blink left and right. Your finger moves relative to the background, which I guess is me in this case. Move your finger away and the displacement is less. Closer and it increases. We can use this same trick to measure the distance to stars. As



the earth orbits the sun over the course of the year, nearby stars appear to move relative to more distant stars.

That's stellar parallax, and our quest to measure it has been central to understanding our universe for hundreds of years. Prior to the invention of the telescope, the fact that we didn't see obvious stellar parallax was taken as evidence that the Earth is NOT orbiting the Sun. It turns out that the stars are just so far away that you need careful observations with quite a good telescope to see parallax in even the nearest stars. And so it was that in 1912 Henrietta Swan Leavitt used parallax measurements of Cepheids in the Milky Way to turn these stars into standard candles and so founded our distance ladder, which ultimately led to the discovery of dark energy. But this feels like a bit of a house of cards - the ladder was entirely dependent on the relatively few Cepheids that are close enough for parallax measurements. Things started to get better when we put telescopes in space - above the blurring effect of Earth's atmosphere it's possible to make better position measurements.

The Hubble Space Telescope has done great work here, and so has the European Space Agency's HIPPARCOS satellite, which tracked the motion of 100,000 stars in our local patch of the galaxy. But to really nail down the lowest rung of the distance ladder, we need a lot more Cepheid parallaxes to much greater distances. And that's what ESA's Gaia mission has given us. Parked in an orbit just past the moon, Gaia scans the sky year after year, mapping the structure and motion of a good fraction of the Milky Way galaxy. Gaia is making the most accurate catalogue yet of parallax measurements, for the nearest brightest stars, it's 200 times more accurate than any previous measurement.

Gaia has allowed us to recalibrate Cepheid variables as standard candles, which in turn enabled a recalibration of type 1a supernovae - which in turn gave **Adam Reiss** and team a refined measure of the Hubble constant. So what do you think - do the supernova and Planck results agree? Not in the least. The Gaia-based Hubble constant of **73.2 km/s/mpc** seems to confirm the previous type-1a supernova result, now with more surety about the distance ladder it's based on.

.....

**(02)-** Toto světlo bylo uvolněno jen několik set tisíc let po velkém třesku a nese s sebou obrovské informace o počátečním stavu vesmíru. **Fluktuační v reliktním záření jsou v korespondenci s mou vizí o „nerovnoměrném rozbalování“ křivosti časoprostoru do „globálních“ měřítek** Nechám vás sledovat naše předchozí video na toto téma, abyste zjistili, jak nám naše mapa CMB pomocí satelitu Planck může poskytnout rychlost expanze. **Tým Planck vypočítal** Hubbleovu konstantu **67,6 km/s/Mpc** - teď si s podivnými jednotkami nedělejme starosti. **Což už je téměř moje hodnota stáří současnosti 14,24 miliard let, a kdy já tuto hodnotu „vypočítal“ už před 30 ti lety, kdy se tenkrát mluvilo o hodnotě 10-20 miliard let (rozptyl přesnosti značný)** Tvrdí však také nejistotu kolem půl procenta, což z něj činí nejpřesnější měření rychlosti expanze, jaké kdy bylo dosaženo. Mezitím **Adam Reiss**, jeden z Nobelových objevitelů temné energie, zdvojnásobil metodu supernovy. Před několika lety jeho tým zveřejnil novou Hubbleovu konstantu **73 a půl +/- 1,5 km/s/Mpc**. **A protože autor je Nobelista, je určitě jeho hodnota PRAVDIVĚJŠÍ** To je na stejném hřišti, ale dostatečně daleko, aby to zvedlo mnoho, mnoho obočí. **Jedním z možných vysvětlení rozdílu je, že povaha temné energie se v průběhu času měnila. Co to je „povaha“? Hubbleova konstanta Planckova týmu předpokládá, že temná energie má konstantní hustotu po celý věk vesmíru.** **O.K., také můj názor. Proto nebude temná energie příčinou nějakého zrychlování expanze** To je to, co očekáváte od nejjednodušších modelů toho, co by mohla být temná energie, ale **pokud se temná energie v průběhu času změnila, mohlo by to vysvětlit nesrovnalosti a naznačit, že temná energie je ještě divnější, než jsme si mysleli. Není..., je to stav křivosti dimenzí časoprostorových na planckových škálách** Je těžké přeceňovat, jak obrovský objev by

to byl. Takže můžete vidět, jak by mohlo být hezké zjistit jeden nebo druhý způsob, zda je rozdíl mezi výsledky Plancka a supernovy skutečný. **Většina lidí si stále myslí, že existují neznámé chyby, které ovlivňují jednu nebo obě. Né náhodou si to myslí. Tou meznámou „chybou“ bude to, že se vesmír nerozpíná lineárně podle Hubbleho zákona  $v = H \cdot d$** , ale se **Vesmír rozbaluje !** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_360.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_360.jpg) **Anebo pomocná animace** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_065.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_065.jpg) **Rozbaluje se podle jiné nelineární závislosti např.** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_357.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_357.jpg) ; **anebo** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_239.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg) **Například kosmologický žebříček vzdáleností může mít zlomenou příčku. ← Tato konkrétní spekulace není o nic víc hodnotnější než můj návrh o rozbalování časoprostoru nelineárním pochodem. Přesto fyzikové k mému návrhu mlčí, nejméně 5 let !! A mlčet budou do té doby než to vysloví jiný autor.** Standardní svíčky supernovy jsou kalibrovány na základě vzdáleností od našich dobrých proměnných cefeidů v galaxiích, kde jsou pozorovány obě. Ale tyto vzdálené cefeidy jsou zase kalibrovány na základě cefeidů v naší vlastní galaxii, pro které můžeme získat vzdálenosti mnohem spolehlivější metodou. Tato metoda je hvězdná paralaxa - a je to asi tak přímá metoda, jakou můžete získat, kromě stavby obřího vesmírného **vládce. ? to je co ?** Nakonec upřesnění měření vzdálenosti supernovy spočívá **v upřesnění měření paralaxy, jenže časoprostor v „našem blízkém okolí“ je už téměř plochý, linearita platí. Je nutno „přidat“ k měření křivosti prosotoročasu ( tedy „dů vzdáleností v oblouku ) v ranných fázích vesmíru** a toho jsme nakonec dosáhli. Paralaxu už znáte. Položte si prst před oči a mrkněte doleva a doprava. Váš prst se pohybuje relativně k pozadí, což jsem v tomto případě asi já. Odsuňte prst a výtlak je menší. Blíže a zvětšuje se. Stejný **trik** můžeme použít k měření vzdálenosti ke hvězdám. Jak Země v průběhu roku obíhá kolem Slunce, zdá se, že blízké hvězdy se pohybují relativně vůči vzdálenějším hvězdám. To je hvězdná paralaxa a naše snaha ji změřit byla stěžejní pro pochopení našeho vesmíru po stovky let. Před vynálezem dalekohledu byla skutečnost, že jsme neviděli zjevnou hvězdnou paralaxu, brána jako důkaz, že Země neobíhá kolem Slunce. Ukazuje se, že hvězdy jsou tak daleko, že potřebujete pečlivá pozorování pomocí docela dobrého dalekohledu, abyste viděli paralaxu i v nejbližších hvězdách. A tak se stalo, že v roce 1912 **Henrietta Swan Leavittová** použila měření paralaxy Cepheids v Mléčné dráze k přeměně těchto hvězd na standardní svíčky a tak založila náš dálkový žebřík, **což nakonec vedlo k objevu temné energie. Jak ?** Ale tohle mi připadá trochu jako dům z karet - žebřík byl zcela závislý na relativně malém počtu cefeidů, které jsou dostatečně blízko pro měření paralaxy. Věci se začaly zlepšovat, když jsme do vesmíru umístili dalekohledy - výše díky efektu rozostření zemské atmosféry je možné provádět lepší měření polohy. Hubbleův vesmírný dalekohled zde odvedl skvělou práci, stejně jako satelit HIPPARCOS Evropské kosmické agentury, který sledoval pohyb 100 000 hvězd v naší místní oblasti galaxie. Mnohem více cefeidních paralax na mnohem větší vzdálenosti. A to nám mise ESA Gaia dala. Gaia, zaparkovaná na oběžné dráze těsně za Měsícem, rok co rok skenuje oblohu a mapuje strukturu a pohyb dobré frakce galaxie Mléčné dráhy. Gaia vytváří **dosud nejpreciznější katalog měření paralaxy**, pro nejbližší nejjasnější hvězdy je 200krát přesnější **měření jsou přesná, jistě, ale jsou dosazována do nepřesného, chybného Hubbleho zákona  $v = H \cdot d$** . To platí i pro jiná bádání vědců, kdy je snaha o přesná a přesnější měření, která se pak dosadí do **vadných teorií, vadných rovnic** než jakékoli předchozí měření. Gaia nám umožnila recalibrovat proměnné Cepheid na standardní svíčky, které se obrátily umožnilo recalibraci supernov typu Ia - což na oplátku dalo **Adamu Reissovi** a týmu rafinované měřítko Hubbleovy konstanty. **Co si tedy myslíte - souhlasí výsledky supernovy a Plancka? Ani v nejmenším. No vida. A tak chyba je kde ?? Podobné to je se zjišťováním „temné hmoty“ v galaxii, kdy „přesná měření“ se dosazují do špatně postaveného zákona, viz** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_013.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_013.jpg) ; **bohužel můj názor fyzikové nečtou ( Kdyby ho četli, už by mi dali opoziční námítky ), anebo tomu nerozumí →**

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_017.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_017.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_031.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_031.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_028.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_028.pdf)

zde pak str. 35

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_029.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_029.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_030.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_030.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_034.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_034.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_062.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_062.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_067.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_067.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_075.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_075.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_076.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_076.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_081.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_081.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_088.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_088.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_120.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_120.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_158.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_158.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_162.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_162.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_168.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_168.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_167.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_167.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b\\_164.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_164.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_051.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_051.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_048.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_048.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_053.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_053.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_063.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_063.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_061.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_061.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_076.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_076.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_026.doc](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_026.doc)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_027.doc](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_027.doc)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_094.doc](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_094.doc)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_217.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_217.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_243.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_243.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_255.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_255.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_024.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_024.pdf)

změnit na webu

gram. deska

Zdá se, že Hubbleova konstanta Gaia na **73,2 km/s/mpc** potvrzuje předchozí výsledek supernovy typu 1a, nyní s větší jistotou ohledně žebříčku vzdáleností, na kterém je založena.

.....

**(03)-** Before we start jumping up and down and yelling about new physics, remember that we're level-headed scientists. Two independent methods aren't enough. We need more - and we have some great options that will either to break the tie between Planck and supernova, or to confirm that the difference is real. We've already talked about one of these options. It's to look for vast ring-like patterns in the way galaxies are scattered across the universe and use those rings as a sort of standard ruler. These "baryon acoustic oscillations" are the fossils of ancient sound waves that reverberated through the hot, dense plasma of the early universe. Now those ripples are frozen into the distribution of galaxies that formed from that matter. The Baryon acoustic oscillations seem to be coming on the side of the Planck result - a Hubble constant in the high 60s. Another extremely promising method is gravitational lensing - the bending of light around massive objects due to their warping of spacetime. One manifestation of this is when a distant

quasar - a giant, gas-guzzling black hole - happens to be closely aligned behind a more nearby galaxy. Then, that quasar's light travels multiple paths through this gravitational lens, resulting in multiple images of the quasar from our point of view.

Quasars are violent beasts - the maelstrom of gas fluctuates in brightness as it spirals into the black hole. And so we see lensed quasar images flicker - but they flicker out of sync. There's a time offset due to the fact that these different paths through the universe have slightly different lengths. By measuring the time delay in these flickering lenses, we can get a measurement of cosmic distances, and with that a measurement of the expansion rate that's independent of the cosmic distance ladder. So far we've only done this with a small number of lenses and so the uncertainty is large - but published results give a Hubble constant in the low 70s - so in agreement with the supernova guys. But this game is about to take off, with upcoming giant surveys set to discover thousands of new lenses that should massively improve this measurement. And before too long we may even be able to use gravitational waves from merging black holes to measure the Hubble constant. These waves get stretched by the expanding universe, just like light does. But unlike light, they also encode information about the distance they've traveled, and so can be used to measure the expansion rate without the cosmic distance ladder. We're calling these black hole mergers 'standard sirens', and while the error bars they give are still large, they'll only get smaller over time. That is where the crisis stands - it's increasingly clear that there's a hole in our understanding of the universe - whether it's a crack in the rung of the cosmic distance ladder or something more fundamental about how the universe expands. Scientists love being wrong - because when you find the source of that wrongness, it can only lead to greater understanding - in this case, of the strange forces driving our ever-expanding spacetime. As always, I want to give a shoutout to all of our Patreon supporters - your continued support is such a huge help. If anyone would like to pitch in - even a couple of bucks a month makes a real difference and also gets you access to the Space Time discord where you can nerd-out 24-7. And today's extra special shoutout goes to Sandy Wu, who's supporting us at the big bang level. Sandy, these are such strange and uncertain times - I mean seriously, we don't even know what Hubble's constant is. But your support grants some much needed stability to spacetime - the youtube show, not the expanding fabric of the universe - that's still freaking everybody out. Today we're doing comments for the last two episodes, in which we explored the connection between gravity, light, and the flow of time. Timebucks asks how can we be traveling at the light speed in the time dimension? I'm glad you asked, because this notion gets stated without much justification. The idea that massive objects travel through time at the speed of light its just one way to interpret the math of special relativity. In relativity, there's this thing called the spacetime interval which describes the separation between two events in space and time. It's the minus the sum of squares of the x, y, and z spatial intervals, plus the square of time interval times the speed of light. You need the speed of light in here to give time the same dimentions as space. Your velocity through spacetime - also called your 4-velocity - is just the change in spacetime interval divided by the change in time.

.....

**(03)-** Než začneme skákat nahoru a dolů a řvát o nové fyzice, pamatujte, že jsme vyrovnání vědci. Dvě nezávislé metody nestačí. Potřebujeme víc - a máme několik skvělých možností, které buď prolomí pouto mezi Planckem a supernovou, nebo potvrdí, že rozdíl je skutečný. O jedné z těchto možností jsme již hovořili. Je to hledat obrovské prstencové vzory ve způsobu, jakým jsou galaxie roztroušeny po celém vesmíru, a používat tyto prstence jako jakési standardní vládce. Tyto „baryonové akustické oscilace“ jsou **zkamenělinami** dávných zvukových vln, které se odrážely v horké husté plazmě raného vesmíru. **Zkamenělé vlny...hezky řečeno. Podobné vize já vedu o „balíčcích-klubíčkách“ z dimenzí**



časoprostorových které jsou už „znamenělinami = klony“ pro vyrobené elementární částice. Podle jakého klíče či pravidla či zákona byly vesmírem navrženy a vyrobeny „znameněliny = vlnobalíčky“ pro každou částici, to zatím nemám tušení. Nyní jsou tyto vlny zmrazeny do distribuce galaxií, které se z této hmoty vytvořily. Zdá se, že Baryonovy akustické oscilace přicházejí na stranu Planckova výsledku - Hubbleova konstanta ve vysokých 60. letech. Další mimořádně **slibnou metodou je gravitační čočka** - ohýbání světla kolem masivních objektů v důsledku jejich pokrivení časoprostoru. **Nemám námitek proti gravitační čočce, ale ptám se : když letí světlo z emitenta prázdným prostorem „jistým směrem“ a dorazí k takové čočce, pak jí „obteče“, a tak v jakém směru dál pokračuje ?, ve stejném anebo v odchylené cestě ? Ví se to ?** Jedním z projevů toho je, když se vzdálený kvazar - obr, plyn žhnoucí černá díra - shoduje za blízkou galaxií. Světlo kvasaru poté prochází více cest touto gravitační čočkou, což vede k několika obrazům kvasaru z našeho pohledu. Kvazary jsou prudká zvířata - vír plynu kolísá v jasu, jak se točí do černá díra. A tak vidíme, jak se objektivy kvazarových obrazů mihají - ale synchronizovaně se mihají. Existuje časový posun, protože tyto různé cesty vesmírem mají mírně odlišné **délky = vzdálenosti**. **Foton vyletící z kvasaru však mohl už dávno před „kolizí“ s čočkou několikrát měnit trasu když míjel jiné hmotné objekty. Jak víme, že ten „pozorovaný“ foton nepotkal „do mého oka“ více objektů než jednu čočku ?** Měřením **časového zpoždění** v těchto blikajících čočkách můžeme získat měření kosmických vzdáleností, **takže foton z kvasaru nikdy neměnil „tempo plynutí času“ ? A jak se tedy „zakřivuje“ čas v obecné teorii relativity ? a tím měření rychlosti expanze, která je nezávislá na žebříčku kosmické vzdálenosti**. **A jak se toto ví ?? Jak to souvisí s tím, že se mluví o „zrychlené expanzi“ od poloviny věku vesmíru ?** Doposud jsme to dělali pouze s malým počtem čoček, a tak je nejistota velká - ale publikované výsledky dávají Hubbleovu konstantu v 70. letech - tedy po dohodě s kluky ze supernovy. ? Ale tato hra se chystá vzlétnout, s nadcházejícími obřími průzkumy, které mají objevit tisíce nových čoček, které by měly toto měření masivně zlepšit. A před příliš dlouhou dobou budeme možná dokonce schopni použít gravitační vlny ze sloučení černých děr k měření Hubbleovy konstanty. (\*) **Hubbleova konstanta není konstanta..** Tyto vlny se rozpínají v rozpínajícím se vesmíru, stejně jako světlo. Ale na rozdíl od světla také kódují informace o vzdálenosti, kterou urazili, a lze je tedy použít k měření rychlosti expanze bez žebříčku kosmické vzdálenosti. Tyto fúze černých děr nazýváme „standardní sirény“, a přestože chybové pruhy, které udávají, jsou stále velké, postupem času se budou zmenšovat. Právě tam krize stojí - je stále jasnější, že v našem chápání vesmíru existuje díra - ať už je to trhlina na příčce žebříčku kosmické vzdálenosti nebo něco zásadnějšího **to zásadnější je že se vesmír „rozbaluje“ o tom, jak se vesmír rozpíná. nikoliv rozpíná. Vědci se rádi mýlí ( to je lež... ) - protože když najdete zdroj této nesprávnosti, může to vést jen k lepšímu porozumění - v tomto případě podivných sil, které pohánějí náš stále se rozšiřující časoprostor. Vědci v české kotlině se zatraceně neradi mýlí..., a jsou ochotni i k upalování čarodějnic = oponentů z řad laiků když jim kazí teorie** Jako vždy **chci dát výkřik** všem našim příznivcům **Patreonu** - vaše pokračující podpora je tak obrovská pomoc. !! Pokud by se někdo chtěl zapojit-i pár dolarů za měsíc ( **já pracuji už 40 let na HDV zadarmo !!**) je skutečný rozdíl a **také vám poskytne přístup** k neshodě v časoprostoru, kde můžete nerd-out 24-7. ? **A dnešní mimořádný výkřik patří Sandy Wu, která nás podporuje na úrovni velkého třesku. Sandy, to jsou tak zvláštní a nejisté časy - myslím to vážně, ani nevíme, co je Hubbleova konstanta**. Ale vaše podpora poskytuje časoprostoru potřebnou stabilitu - youtube show, ne expandující struktura vesmíru - to stále všechny děsí. Dnes děláme komentáře k posledním dvěma epizodám, ve kterých **jsme zkoumali spojení mezi gravitací, světlem a tokem času**. !!! Jak se „zkoumá“ tok času ?? Já sem navrhnul vizi, že v průběhu celé historie vesmíru nemusí být „tempo plynutí času“ stejné..., může se měnit. Byl sem za to poctěn - označen za fantasmagora ( bez podání argumentů ) **Timebucks** se ptá, jak můžeme cestovat rychlostí světla v časové dimenzi? Jsem ráda, že jste se zeptali, protože

tento pojem se uvádí bez velkého odůvodnění. ( čas neběží nám, ale my-objekty běžíme „po něm“ tedy putujeme po časové dimenzi a tím na ní ukrajujeme intervaly a tím „si měříme“ čas, své plynutí času ) Myšlenka, že hmotné objekty cestují časem rychlostí světla, je jediným způsobem, jak interpretovat matematiku speciální relativity. (\*) V relativitě je tato věc nazývána časoprostorovým intervalem, který popisuje oddělení mezi dvěma událostmi v prostoru a čase. Je to mínus součet druhých mocnin prostorových intervalů  $x$ ,  $y$ , a  $z$ , plus čtverec časového intervalu krát rychlost světla. Rychlost světla zde potřebujete, abyste dali času stejné rozměry jako prostor. časoprostor - také nazývaný vaše 4 -rychlost - je pouze změnou časoprostorového intervalu dělenou změnou času. **Nebudu komentovat, protože k tomu už vedu stovky stran výkladu jinde.**

.....

**(04)-** But if you are motionless then you have no change in the space intervals - and your spacetime interval is just  $c \cdot \Delta t$  divided by  $\Delta t$  - or just  $c$ , the speed of light. ??? to je asi chyba... That's where the idea comes from in the math. But what does this mean physically? Does it mean anything physically? That's less clear, because we don't really know what time is. Nor space for that matter - or whether they're really the same type of thing - dimensionally speaking. We would also need to justify why the  $c$  in the spacetime interval has to be the speed of light. It's worth a full episode to explore that one, and we'll definitely get around to it. But if you want a much better description of the math, check out **Sabine Hossenfelder's** episode on this - link in the description. **John Smith Noted** that the Huygen's Principle seems eerily similar to the double slit experiment if there were an infinite number of slits. Well, **John Smith**, you're in good company. There's this story of a young physics student hearing the description of the double slit experiment, in which the professor describes how you can figure out the interference pattern by thinking of circular waves originating from the slits, and calculating how these ripples add up at the screen. The student raises his hand and asks "but what if you had 3 slits" - so the professor says that you just add up the ripples of three waves. The student trolls the teacher with "what about four slits" which they reply with "obviously you add up the ripples of four waves" And then "what about 5 slits" etc.. until finally "what about infinite slits". That student was **Richard Feynman**, or so the story goes - and he'd just figured out **Huygen-Fresnel** principle all on his own - a couple of hundred years late, but independently nonetheless. So, John Smith, you're another 100 years late, but good work anyway. Tom Kerruish and clearnightsky saw the Feynman connection also - pointing out the Huygen's principle feels like Feynman's path integral formulation of quantum mechanics. For those who don't know, the path integral calculates the trajectory of a quantum object by adding up all possible and even impossible paths between two locations or states. The unlikely paths cancel out leaving you with a prediction of the path it'll actually take.

We did an episode - search for path integral on the channel home page. But it seems that Feynman was influenced by Huygens-Fresnel, as well as by the principle of least action. So, yeah, nice work reinventing all of physics guys. Several of you commented that this whole gravity bending light thing might explain why stormtroopers have such terrible aim. I think you may be onto something. Think about it - these poor guys have to fight in so many different gravitational fields - star destroyers, the death star, forest moons, ice planets - must be hard to recalibrate every time. Who knew **George Lucas** was such a jedi ? master of general relativity. But the whole series makes so much more sense when you think about it. For exame, when Greedo shot before Han in the "updated" releases, we were really just watching the same scene from the perspective of a passing star destroyer in hyperspace - it's superluminal motion reversed the apparent causal ordering. In other words, shot first, Han did.

.....

**(04)-** Pokud jste ale nehybní, nemáte v prostorových intervalech žádnou změnu- a váš časoprostorový interval je jen  $c \cdot \Delta t$  - nebo jen  $c$ , rychlost světla. Odtud pochází myšlenka z matematiky. Co to ale znamená fyzicky? Znamená to něco fyzicky? To je méně jasné, protože vlastně nevíme, kolik je hodin. ( \* ) Ani prostor - nebo zda jde skutečně o stejný typ věcí - rozměrově řečeno. **Nebudu komentovat, protože k tomu už vedu stovky stran výkladu jinde.**

Také bychom museli zdůvodnit, proč  $c$  v časoprostorovém intervalu musí být rychlost světla. Jeho prozkoumání stojí za celou epizodu a určitě se k němu dostaneme. (!) Pokud ale chcete mnohem lepší popis matematiky, podívejte se na epizodu **Sabine Hossenfelder** na toto téma - odkaz v popisu. **John Smith** poznamenal, že Huygenův princip se zdá být děsivě podobný experimentu s dvojitou štěrbinou, pokud by existovalo nekonečné množství štěrbin. Pane **Johne Smithi**, jsi v dobré společnosti. Je tu tento příběh mladého studenta fyziky, který slyší popis experimentu s dvojitou štěrbinou, ve kterém profesor popisuje, jak můžete zjistit interferenční obrazec tím, že přemýšlíte o kruhových vlnách pocházejících ze štěrbin a vypočítáte, jak se tyto vlnky na obrazovce sčítají. Student zvedne ruku a zeptá se „ale co kdybyste měli 3 štěrbin“ - profesor tedy říká, že jen sečtete vlnky tří vln. Student trollí učitele „co čtyři štěrbin“, na které odpoví „očividně sečtete vlnění čtyř vln“ A pak „co asi 5 štěrbin“ atd .. až nakonec „co nekonečné štěrbin“. Tím studentem byl **Richard Feynman**, nebo tak alespoň příběh pokračuje - a právě na princip Huygen -Fresnela přišel úplně sám - o několik set let později, ale přesto nezávisle. **Poznámka :** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_088.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_088.jpg) Takže, Johne Smithe, máte o dalších 100 let zpoždění, ale každopádně dobrá práce. **Tom Kervush** a clearnightsky viděli také Feynmanovo spojení - poukázání na Huygenův princip je jako integrální formulace kvantové mechaniky Feynmanovy cesty. Pro ty, kteří nevědí, integrál dráhový vypočítá trajektorii kvantového objektu sečtením všech možných i nemožných cest mezi dvěma místy nebo stavy. Nepravděpodobné cesty se zruší a ponechá vám předpověď cesty, kterou se ve skutečnosti vydá. Udělali jsme epizodu - hledejte integrál cesty na domovské stránce kanálu. Ale zdá se, že ano Feynmana ovlivnil **Huygens-Fresnel**, stejně jako zásada nejmenší akce. Takže jo, pěkná práce, která objevuje všechny lidi z fyziky. Několik z vás uvedlo, že celá tato gravitace ohýbající světlo může vysvětlovat, proč mají bouřliví vojáci ( hvězdné války ) tak strašný cíl. **Myslím, že bys mohl na něco přijít.** Přemýšlejte o tom - tito chudáci musí bojovat v tolika různých gravitačních polích - ničitelé hvězd, hvězda smrti, lesní měsíce, ledové planety - musí být pokaždé těžké znovu kalibrovat. Kdo věděl, že **George Lucas** je takovým mistrem obecné relativity. Ale celá série dává mnohem větší smysl, když se nad tím zamyslíte. Například, když **Gredo** střílel před **Hanem** v „aktualizovaných“ verzích, opravdu jsme jen sledovali stejnou scénu z pohledu projíždějícího hvězdného torpédoborce v hyperprostoru - jeho nadsvětelný pohyb zvrátil zdánlivé kauzální uspořádání. Jinými slovy, první výstřel, ten udělal **Han**.

\*\*\*\*\*

I'm Dr **Becky Smethurst**, [rebecca.smethurst@physics.ox.ac.uk](mailto:rebecca.smethurst@physics.ox.ac.uk) an astrophysicist at University of Oxford (Christ Church). I love making videos about science with an unnatural level of enthusiasm. I like to focus on how we know things, not just what we know. **And especially, the things we still don't know.** If you've ever wondered about something in space and couldn't find an answer online - **you can ask me!** My day job is to do research into how supermassive black holes can affect the galaxies that they live in. In particular, I look at whether the energy output from the disk of material orbiting around a growing supermassive black hole can stop a galaxy from forming stars.

Jsem doktor Becky Smethurst, astrofyzik z Oxfordské univerzity (Christ Church). Miluji natáčení videí o vědě s nepřírozenou úrovní nadšení. Rád se soustředím na to, jak věci známe, nejen na to, co víme. **A zejména věci, které stále nevíme.** Pokud jste někdy přemýšleli o něčem ve vesmíru a nenašli jste odpověď online - **můžete se mě zeptat!** Mojí každodenní prací je zkoumat, jak mohou supermasivní černé díry ovlivnit galaxie, ve kterých žijí. Zejména se dívám na to, zda výstup energie z disku materiálu obíhajícího kolem rostoucí supermasivní černé díry může zastavit galaxii ve vytváření hvězd .

JN com 16 – 29.09.2021