

Ukázka **průkopnických** poznatků autora. Myslím si, že práce neobsahuje **nové** poznatky, ani jeden, je **pouze** vyprávěním, převyprávěním tisíců, statisíců (!) odborných i populárních článků přednášených po 110 o této teorii, OTR :

<https://www.youtube.com/watch?v=IYZj19KEwuo>

## Institute Colloquium 2019 "Black Holes" By **Dr Shiraz Naval Minwalla**

760 zhlédnutí ke dnešku, tj. k 25.06.2021, kdy píši tento dokument. ( ..což je zhruba **jeden** **denně** ...; já mám zhruba 6 lidí deně ) k 23. 9. 2019

**(01)-** So he started his main research area is in string theory gravity quantum field theory fluid dynamics and many other he did his PhD from Princeton under professor nathan cifer then he went to Harvard for postdoc as a Harvard Junior Fellow and then subsequently at the age of 30 he become a assistant professor there and then after spending few years there he decided to come back to India and now he's a professor at attention of Fundamental Research Mumbai he has done several pioneering work which influenced not only my research a lot of young research like me around the world so some of which include the study of non-commutative field theory super conformal indices fluid dynamics duality between non symmetric field theories accept accept accept are so one of his rima in one of his remarkable works he sought proly he might touch upon him that black hole which i which is governed by Einstein's theory of relativity has nothing to do with the apparent leader has nothing to do with the fluid dynamics which is governed by never stokes equation full non-linear navier-stokes equation he saw that can be reproduced from Einstein theory of gravity which was truly remarkable his work has been recognized by various awards which include some of it includes some of it our ICT prize Infosys prize Sun tea syrup but nagger award a new horizon physics word etcetera etcetera kept apart from research he is then truly inspiring teacher as well as a mentor he has mentored many excellent PhD students and postdocs as well if you go to if you excellent post-doctoral which i believe by the way so if you go to TI for one other thing if you go to d t be one of the thing will stock that there was someone like a black hole and people are hovering around him okay so there will be a cluster of PhD postdoc undergrad students although he's hovering around him and he'll be continuously talking about physics all the time he is there in the in the institute and you know in this talk apart from ulong some physics which is black hole of course you will be inspired but one thing more I feel like one can learn or get inspired by his amount of enthusiasm or energy to do physics or in general science which i think is like quite infectious so I learned a bit but not much but hopefully to today we'll learn a lot more [Applause] okay so thanks a lot searchin for that very generous introduction and very affectionate introduction thank thanks a lot okay when Sunil first contacted me and asked me to give a colloquium hi I had planned a slightly more ambitious

topic talking talking about many details of many things then Sunil corrected me and said I had to give something that's very simple I hope I haven't swung too far the other way the secret this this talk is going to be extremely simple can have no almost no equations I hope nonetheless it was proved interesting so the topic of my talk here is it's black holes and okay so let's start the setting of the topic the setting of the topic that we're going to discuss namely black holes lies within Einstein's theory of general relativity now as all of you know a little more than 100 years ago Einstein developed a new theory of gravity a new classical theory of gravity that upgraded the earlier huge theory of Newton and this upgr nation was sort of remarkable in many ways it was remarkable partly because it didn't just you know change a few details and make the theory more accurate it was remarkable because it completely changed the conceptual framework within which a theory of gravity said Einstein explained to us that that gravity is a quite singular theory it is a force that has its origins in the fact that matter influences the geometry of space and time itself okay so try you know I've tried to depict this in some sort of cartoon imagine you've got some sort of heavy planet or a star or something like that in a in otherwise flat empty space the presence of that planet of star warps space and time then other things that are moving around this planet a star move around in this warp space and time and if that warping is not not very significant you can capture that effect by approximately thinking of that the effect of that warping is coming from a force namely the Newtonian force okay okay now as I've tried to explain here Einstein's general theory of relativity is an optimization of Newton's Newton's equations it's an optimization in the sense that we describe that is when the warping of space of time is weak the effect of that warping and other bodies moving around is well captured by bias by associating a force namely a Newtonian force acting on the bodies that are moving around okay

.....

**(01)-** Začal tedy **svou hlavní výzkumnou oblastí v teorii strun, gravitace, kvantové teorii pole dynamika tekutin a v mnoha dalších.** Doktorát získal na Princetonu pod vedením profesora Nathana cipher, poté odešel na postdoktorand na Harvard jako Harvard Junior Fellow a následně na ve 30 letech se tam stal odborným asistentem a poté, co tam strávil několik let, se rozhodl vrátit do Indie a nyní je profesorem v pozornosti Fundamental Research Mumbai udělal **několik průkopnických prací,** které ovlivnily nejen můj výzkum. Mladý výzkum jako já po celém světě, takže některé z nich zahrnují studium nekomutativní teorie pole super konformní indexy dynamika tekutin, dualita mezi nesymetrickými teoriemi pole akceptovat akceptovat akceptovat jsou tak jedním z jeho rima v jednom z jeho pozoruhodných děl, které hledal proly on by se ho mohlo dotknout, že černá díra, která se řídí Einsteinovou teorií relativity, nemá nic společného se zdánlivým vůdcem, nemá nic společného s Dynamika tekutin, která je řízena nikdy Stokesovou rovnicí plná nelineární Navier-Stokesova rovnice, kterou viděl, kterou lze reprodukovat z Einsteinovy teorie gravitace, která byla skutečně pozoruhodná, **jeho práce byla oceněna různými cenami,** z nichž některé zahrnují některé z nich naše cena ICT Cena Infosys Sluneční čajový sirup, ale cena naggera nový horizont slovo fyzika atd. atd., držené stranou od výzkumu, **je skutečně inspirativním učitelem** a také mentorem, který vedl mnoho vynikajících doktorandů a postdoktorandů, pokud půjdete vynikající postdoktorand, kterému mimochodem věřím, takže pokud půjdete na TI pro jednu další věc, pokud půjdete do d, bude jednou z věcí, že tam byl někdo jako černá díra a lidé se kolem něj vznášejí dobře, takže tam bude být shlukem

postdoktorandských studentů doktorského studia, i když se kolem něj vznáší a neustále bude mluvit o fyzice po celou dobu, co bude v ústavu, a v této přednášce kromě uložení Někakou fyziku, která je černá díra, samozřejmě budete inspirováni, ale ještě jednu věc mám pocit, že se **člověk může** naučit nebo **inspirovat jeho množstvím nadšení** nebo energie dělat fyziku nebo obecně vědu, která je podle mě docela nakažlivá, takže jsem se to naučil trochu, ale ne moc, ale doufejme, že se dnes dozvíme mnohem víc. [**Potlesk**] dobře, takže díky moc za hledání toho velmi štědrého úvodu a velmi láskyplného úvodu děkuji moc dobře, když mě **Sunil** poprvé kontaktoval a požádal mě, abych dal kolokvium ahoj, naplánoval jsem trochu ambicióznější téma mluvení o mnoha podrobnostech o mnoha věcech, pak mě **Sunil** opravil a řekl, že musím dát něco, co je velmi jednoduché, doufám, že jsem nezašel příliš daleko na druhou stranu tajemství této přednášky je bude extrémně jednoduché, nemůže mít téměř žádné rovnice, doufám, že se to přesto ukázalo jako zajímavé, takže tématem mého povídání jsou černé díry a dobře, takže začneme nastavením tématu nastavení tématu. **Nyní budeme diskutovat o černých dírách, které leží v Einsteinově obecné teorii relativity, jak všichni víte, před více než 100 lety Einstein vyvinul novou teorii gravitace, novou klasickou teorii gravitace, která upgradovala dřívější obrovskou teorii gravitace.**

### Otázka a problém gravitační konstanty

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_056.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_056.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_317.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_317.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_084.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_084.pdf)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_139.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_139.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_072.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_072.pdf)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_067.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_067.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_069.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_069.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_070.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_070.jpg)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_137.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_137.pdf)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_336.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_336.pdf)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_308.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_308.jpg)

<http://www.hypothesis-of-universe.com/en/index.php?nav=home>

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_415.gif](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_415.gif)

Newton a tato upgradovaná země byla v mnoha ohledech pozoruhodná, byla pozoruhodná částečně proto, že nejenom věděli, že jste změnili pár detailů a zpřesnili teorii, byla pozoruhodná, protože zcela změnila koncepční rámec, ve kterém teorie gravitace řekl Einstein nám vysvětlil, že gravitace je docela singulární teorie, je to síla, která má svůj původ ve skutečnosti, že **hmota ovlivňuje geometrii prostoru a času sama o sobě**, **Hmota nemůže říkat časoprostoru jak se má zakřivovat dokud, dokud, dokud sama není rozpořívována cizím příčiněním**, tj. změnami křivosti časoprostoru. Ty změny křivosti hmotě velí, ty jsou prvotní.

Stamiliardy bodů-kurzorů + hmotných koulí ve vesmíru (nejdříve) pasivně stojí (!) a rodeo pohybu-pohybů **jimi** vykonává sám časoprostor tím, jak On mění křivosti "svých dimenzí".

tak to zkus, víš, snažil jsem se to znázornit nějakým způsobem kreslený film představ si, že máš nějakou těžkou planetu nebo hvězdu nebo něco takového v jinak plochém prázdném prostoru **přítomnost této planety hvězdy deformuje prostor a čas** ano, jistě, ale nejprve se musí hmotné těleso nějak „přesunout“ do pozice, kde stav se bude stav zkoumat, musí běžet **M . v**, tj. rovnoměrný pohyb, případně se musí nějak měnit hmotnost objektu nebo rychlost se měnit na zrychlení. **M . a** a pak další věci, které se pohybují kolem této planety, hvězda **se pohybuje** v tomto warp prostoru a čase, a pokud toto deformování není příliš významné, můžete tento efekt zachytit tak, že si přibližně myslíte, že účinek tohoto deformování pochází od síly, jmenovitě od Newtonovy síly, dobře, dobře nyní, jak jsem se zde pokusil vysvětlit, Einsteinova obecná teorie relativity je optimalizací Newtonových Newtonových rovnic, je to optimalizace v tom smyslu, že popisujeme, že když je deformace prostoru času slabá, účinek tohoto deformování a pohybu jiných těles kolem je dobře zachyceno zkreslením přidružením síly, konkrétně newtonovské síly působící na tělesa, která se pohybují v pořádku

.....

**(02)-** so Einstein gravity reduces to Newtons Newton's theory in some limits but in other limits it's very different from the Newtonian theory and it's different enough so that it predicts entirely new phenomena one set of phenomena that it predicts that have recently become very famous gravitational waves within Einstein's theory space and time can ripple in a wave-like way much like the electromagnetic field ripples in a wave-like way in in Maxwell's theory okay there's no counterpart of that in Newton's theory these ripples travel across space-time much like light travels across space-time and these ripples as you know have been detected in telescopes recently scope like okay so one of the new phenomena that Einstein's theory predicts is gravitational waves this this will not be the main focus of my talk okay there's another sort of qualitatively new kind of thing that Einstein's theory predicts it predicts the existence of these strange objects called black holes which is going to be the focus of what I'm going to be which is gonna be the focus of my talk which is going to be what I'm going to be telling you about okay so what are black holes so Einstein published his theory of general relativity sometime between 1914 1915 and very soon after he published his theory so it's terrible his theory was a set of complicated differential equations that describe the dynamics of geometry of space and time very soon applying sent published his equations a young a young physicist man named Schwartz shield wrote a paper describing an exact solution to these equations okay this solution describes a lump you know it's a solution that for a space-time that becomes flat you know indistinguishable from empty space-time very far away almost indistinguishable from empty space-time very far away but as you go nearer and nearer to a central region which is special in the solution the space and time starts warping more and more and more and then there is a there is an inner central region by space-time is extremely extremely warped will describe that 1/2 minutes ok and this new this new solution which as I mentioned was a solution and exact solution of Einstein's equations is now called a black hole it's a solution describing the dynamics of space and time itself in the sense that the solution you know Einstein's equations of two parts there's a pause describing geometry and the right-hand side of its equations have some matter so I don't use that matter warps

geometry but you know there are we've also discussed that that geometry itself can fluctuate like gravitational waves even without the presence of matter fields this solution has an example of that kind of thing it's a solution of pure geometry without any matter on the right-hand side you know settle it's a love pure space time without any matter supporting this warping okay so let's let's let's let's look at this black hole solution a little bit more as I just try to say the black hole solution is a solution describing your space-time you know there's nothing inside of that solution other than space and time itself okay at least outside a certain central singularity where we don't really know what's going on we'll come back to that singularity in two minutes I'll say this as the singularity the black hole solution is just space-time itself warped an event funny way there are self-conceit consistently South solves Einstein's equations okay now this black hole solution here has very special region this special region as a name it's called an event horizon and the special thing about the event horizon is this within the classical theory of general relativity if you had a point inside the event horizon you cannot get out of it nothing can escape from inside the event horizon to go back outside to asymptotic space-time no matter how fast it tries to move you know the fastest anything can move locally it's the speed of light even with beam of light that is that stops up from here and you attempt to shine it out outwards falls into the black hole yeah so the event horizon surface is like a surface of the space a surface of no return okay if you get inside that region of space-time you're going to end up it in the singularity you'll never be able to make it back outside now this sounds a little weird so I want to explain this means with an analogy okay imagine imagine you're on a lake okay it's a lake that is with still in water way away where you know that the edge of the lake is calm and still nothing much is happening okay however there's something funny going on in the middle of the lake there's some sort of sink water

.....

**(02)-** takže Einsteinova gravitace se v některých mezích redukuje na Newtonovu Newtonovu teorii, ale v jiných mezích je velmi odlišná od Newtonovy teorie a je natolik odlišná, že předpovídá zcela nové jevy, jeden soubor jevů, které předpovídá a které se nedávno staly velmi slavnými gravitační vlny v rámci Einsteinovy teorie **prostor a čas se mohou vlnit podobným způsobem, jako se vlnění elektromagnetického pole** vlní v Maxwellově teorii. A nejen to že se můžou vlnit ( což znamená, že můžou křivit jejich dimenze ), ale můžou se i „balíčkovat“. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_422.gif](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_422.gif) Nikde jsem nečetl fyzikální zákon, který by zakazoval a vylučoval „křivení dimenzí do „zabalených“ útvarů. Světlo se šíří časoprostorem a tyto vlnky, jak víte, byly nedávno detekovány v dalekohledech jako v pořádku, takže jedním z nových jevů, které Einsteinova teorie předpovídá, jsou gravitační vlny, toto nebude hlavní náplní mé řeči, ano, je tu jiný druh kvalitativně nový druh věcí, o kterých Einsteinova teorie předpovídá, že předpovídá existenci těchto podivných objektů zvaných černé díry, které budou být středem toho, čím budu, což bude středem mé přednášky, které bude tím, o čem vám budu vyprávět, dobře, takže co jsou černé díry, takže Einstein někdy publikoval svou teorii obecné relativity mezi 1914 a 1915 a velmi brzy poté, co publikoval svou teorii, takže je to strašné, jeho teorie byla souborem komplikovaných diferenciálních rovnic, které popisují **dynamiku geometrie** prostoru a času **dynamiku geometrie znamená popisovat změny křivosti 3+3 dimenzí. Ty se mohou měnit poté, co hmotný objekt bude ve stavu rovnoměrného nebo zrychleného pohybu anebo se mu bude měnit velikost hmotnosti ... (co bylo dřív: slepice nebo vejce...)** velmi brzy aplikací poslal

publikoval své rovnice mladý mladý fyzik muž jménem **Schwartzshield** napsal papír popisující přesné řešení těchto rovnic dobře, toto řešení popisuje hrudku, víte, že je to řešení, které pro časoprostor, který se stane plochým, znáte nerozeznatelný od prázdného časoprostoru velmi daleko téměř nerozeznatelný od prázdného časoprostoru velmi vzdáleného ale jak jdete blíže a blíže k centrální oblasti, která je v řešení zvláštní, prostor a čas se začínají deformovat stále více a více a pak je zde vnitřní centrální region podle časoprostoru je extrémně extrémně pokroucený ((:-:)) popíše, že 1/2 minuty ok a toto nové toto nové řešení, které, jak jsem zmínil, bylo řešením a exaktním řešením Einsteinových rovnic se nyní nazývá černá díra. Je to řešení popisující dynamiku vesmíru a čas samotný v tom smyslu, že řešení, které znáte Einsteinovy rovnice dvou částí, je pauza popisující geometrii a pravá strana jeho rovnic má nějakou hmotu, takže nepoužívám, že hmota deformuje geometrii, jenže...““nejdříve““ musí Vesmír pomocí časoprostorových veličin vyrobit hmotu a to ((:-:)) tím extrémním kroucením dimenzí. [Takže co bylo dřív?] Časoprostor, který vyrábí hmotu z 3+3D ???, anebo hmota, která kroutí/zakřivuje dimenze časoprostoru svou přítomností ????????????, [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_471.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_471.jpg) ale víte, že jsme my' diskutovali jsme také o tom, že samotná geometrie může kolísat může se vlnit jako gravitační vlny i bez přítomnosti hmotných polí, toto řešení má příklad takových věcí, je to řešení čisté geometrie (vlny tu jsou vlnami čisté geometrie čp, tedy jeho dimenzí) bez jakékoli hmoty na pravé straně, víte, usad'te se, je to láska čistý prostorový čas bez jakékoli hmoty podporující toto deformování dobře, tak se pojďme podívat na toto řešení černé díry trochu víc, protože se jen snažím říct, že řešení černé díry je řešení při popisu vašeho časoprostoru víte, že uvnitř tohoto řešení není nic jiného než samotný prostor a čas, v pořádku, alespoň mimo určitou centrální singularitu, kde vlastně nevíme, co se děje, vrátíme se k této singularitě za dvě minuty. Řeknu to jako jedinečnost, že řešení černé díry je jen časoprostor sám zkroucený hmota-hmotnost je „multi-balík zamotaných sbalených dimenzí“ [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_420.gif](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_420.gif) událost legrační způsob, jakým existuje sebevědomí důsledně Jih řeší Einsteinovy rovnice dobře, teď toto řešení černé díry má velmi speciální oblast, tato zvláštní oblast, jak se jmenuje horizont událostí a zvláštní věc na horizontu událostí je to v klasické teorii obecné relativity, pokud máte bod uvnitř horizontu událostí, nemůžete se z něj dostat, nic nemůže uniknout z vnitřku horizontu událostí a vrátit se ven do asymptotického prostoro-času, bez ohledu na to, jak rychle se snaží pohybovat, víte, že nejrychleji se cokoli může pohybovat lokálně, je to rychlost světla i s paprskem světla, který se zastaví odsud a vy přistoupíte pt, aby to posvítilo ven, padá do černé díry, jo, takže povrch horizontu událostí je jako povrch vesmíru povrch, odkud není návratu, v pořádku, pokud se dostanete do této oblasti časoprostoru, skončíte v singularitě, nikdy se nebudete moci dostat zpátky ven, teď to zní trochu divně, takže to chci vysvětlit analogií dobře si představte, že jste na jezeře, dobře, je to jezero, které je stále ve vodě daleko, kde Víš, že okraj jezera je klidný a stále se nic moc neděje, dobře, ale uprostřed jezera se děje něco legračního, je tam nějaká klesající voda

.....

Na tomto místě (od str. 12 až po str. 25) ukončím své komentáře do textu, protože už by to nepřineslo podstatný myšlenkový přínos pro čtenáře, který „si žádá souvislost textu s mou HDV“ . Děkuji.

(03)- is disappearing into somewhere I don't know to the center of the earth something like that's disappearing somewhere okay in the middle in the middle of the lake okay now because the water is disappearing as you go nearer to the central point water is flowing into the center because of conservation of water mass okay so the water is flowing into the center and when you're very far away you hardly see this now as you come nearer and nearer and nearer the water is flowing into the central the central sink fast and fast and faster and okay now imagine that you are moving around on this lake you've got a motorboat which has a maximum velocity with respect to still water that's a hundred kilometres an hour with respect to still water okay now if you're watering around here and you sort of don't realize that there's this suction region in the middle of the lake when you're motoring around you come to the point where the water is moving at 50 kilometres an hour then you realize that you're being pulled in you're not in trouble you can turn your boat around and accelerate and move back move outwards you'll be able to move away because you'll move your boat can move with respect to still water faster than the water is moving to add stuff towards the center however they suppose you you know let's say that this blue line here is the place where the water in the lake starts moving towards the centre at 100 kilometers enough now if you're you know in a tent if enough to let your boat drift into this region then there's nothing more you can do because even if you turn your boat around and try to move outwards as fast as you can the water is moving faster than your boat water is moving in to the center faster than your boat moves with respect to water and so you'll be pulled in no matter what you do well this analogy is far from perfect and gives you a sense of what happens inside a black hole the analogy goes that the central region the sink into which everything is disappearing is sort of like a singularity this blue line here is sort of like the event horizon it's the point of no return notice that is in this analogy even though this blue line might be a point of no return knowing special is happening here if you're moving locally along with the water at a hundred kilometres nah the region of water around you seems like any other lump of water something similar we believe happens with a black hole locally space-time near an event the event horizon of a black hole it's not is not different from any other local patch of space-time anywhere else in say the patch of space-time in this room you don't blow chol measurements don't tell you that you're going through something special when you go through the event horizon we believe okay however the way that all these local regions are stitched up into a global geometry makes it that the event horizon is special for some global reason and the global thing is simply that you once you've gone past it you can never get out okay so fine so this is the kind of solution that's what shield produced just to recap once mod was a solution of a lump of pure space-time not supported by excerpts of the singularity by any of the matter the space-time is warped it's warped so much that inside a certain central region separated from the outside by the event horizon once you get in you can't move fast enough to get out oh by the way I should have said in this particular example here you know this blue line depended on the speed of your boat since your boat had a maximum speed 100 kilometres an hour the blue line that was relevant for interest this the place where the water was moving at hundred kilometers an hour but suppose you got a faster boat one that move 200 kilometres enough even if you reached out here you might be able to get back out you'd have another blue line relevant to you where the water was moving at 200 kilometres now okay however in the case of the black hole there aren't many different event horizons it's just one because there is a universal speed limit in the world namely the speed of light okay so the event horizon could be thought of as the place where not even light rays can escape from the black hole even if they're trying to escape as fast as efficiently is they can okay oh I tell you that this this

strange object emerged not in observations but in mathematics they merged it emerged as a solution to Einstein's equations now achieved now when Einstein and many other physicists

.....

**(03)-** mizí někam, kam nevím, do středu Země něco takového mizí někde dobře uprostřed jezera dobře, protože voda mizí, když se blíží k centrálnímu bodu voda teče do středu z důvodu zachování vodní hmoty v pořádku, takže voda teče do středu a když jste hodně daleko, tak to teď skoro nevidíte, když se přibližujete a přibližujete, voda teče do centrálního centra rychle a rychle a rychle a dobře, teď si představte, že se pohybujete po tomto jezeře, máte motorový člun, který má maximální rychlost vzhledem ke stojaté vodě, což je sto vodě za hodinu vzhledem ke stojící, teď, pokud zaléváte tady a vy si tak nějak neuvědomujete, že uprostřed jezera je sací oblast, když jde kolem, jde do bodu, kdy se voda pohybuje rychlostí 50 kilometry za hodinu, pak si uvědomíte, že když vás vtáhnou, nemáte potíže, můžete svou loď otočit a zrychlit a vrátit se pohybem směrem ven budete moci se vzdálit, protože se budete pohybovat, vaše loď se může pohybovat s ohledem na stojatou vodu rychleji než voda se pohybuje, aby přidala věci směrem ke středu, ale předpokládají, že to víte, řekněme, že tato modrá čára je místem, kde se voda v jezeře začíná pohybovat směrem ke středu ve vzdálenosti 100 kilometrů, dost nyní, pokud znáte stan, pokud je to dost na to, aby vaše loď unášela do této oblasti, pak už nemůžete dělat nic, protože i když otočíte svou loď a pokusíte se pohybovat ven tak rychle, jak jen můžete, voda se pohybuje rychleji, než se voda ve vaší lodi se pohybuje do středu rychleji, než se vaše loď pohybuje s ohledem na vodu, takže budete vtahovat dovnitř bez ohledu na to, co děláte dobře. Tato analogie má k dokonalosti daleko a dává vám představu o tom, co se děje uvnitř černé díry, drez, do kterého je vše di saparing je něco jako singularita, tato modrá čára je něco jako horizont událostí, je to bod, odkud není návrat, což je v této analogii, i když tato modrá čára může být bodem, odkud není návratu s vědomím, že se zde děje něco zvláštního, pokud se pohybujete se lokálně spolu s vodou na sto kilometrů, oblast vody kolem vás vypadá jako zvlášť jiná hrudka vody, věřím, že se děje s černou dírou lokálně v časoprostoru blízko události horizont událostí černé díry to není se neliší od žádné místní části časoprostoru kdekoli jinde, řekněme část časoprostoru v této místnosti, kterou nevyfouknete, měření chol vám neřeknou, že procházíte něčím zvláštním, když procházíte horizontem událostí věřím, že je to v pořádku, ale jiný způsob, jakým jsou všechny místní regiony sešity do globální geometrie, znamená, že horizont událostí je z nějakého globálního důvodu zvláštní a globální věc je prostě to, že jakmile to překoná, můžete nikdy nevypadni dobře, tak dobře, ta kže toto je druhé řešení, které vytvořil štít jen pro rekapitulaci, jakmile byl mod řešením kusu časoprostoru, který nebyl severní úryvky singularita žádnou hmotou, kterou časoprostor je zkroucený je natolik zkroucený, že uvnitř určité centrální oblasti oddělené od vnějšku horizontem událostí, jakmile se dovnitř, nemůžete se dostat dostatečně rychle, abyste se dostali ven, ach, mimochodem jsem měl říci v tomto konkrétním příkladu zde, znáte tuto modrou čáru závisela na rychlosti vaší lodi, protože vaše loď měla maximální rychlost 100 kilometrů za hodinu modrá čára, která byla relevantní pro zajímavost, toto místo, kde se voda pohybovala rychlostí sto kilometrů za hodinu, ale předpokládejme, že máte rychlejší loď, která se pohybuje 200 kilometrů stačí, i když se natáhnete sem, možná budete moci dostat zpět, měli byste další modrou čáru, která je pro vás relevantní, kde se voda pohybovala ve vzdálenosti 200 kilometrů, nyní v pořádku, ale v případě černé díry jich není mnoho se liší nt horizontů událostí je to jen jeden, protože na



světě existuje univerzální rychlostní limit, konkrétně rychlost světla je v pořádku, takže horizont událostí by se dal považovat za místo, kde ani světelné paprsky nemohou uniknout z černé díry, i když se uniknout tak rychle, jak efektivně, mohou být v pořádku, oh, říkám vám, že tento podivný objekt se neobjevil při pozorování, ale v matematice, kterou spojili, objevil se jako řešení Einsteinových rovnic, kterých nyní dosáhli, když Einstein a mnoho dalších fyziků

.....

**(04)-** looked at the solution for various reasons they regarded this they initially regarded the solution as mathematically correct of course because it was mathematically correct it solved Einstein's equations okay but physically irrelevant Einstein many times expressed the view and even wrote papers saying something like this but while the black hole solution was mathematically a solution to his equations it was not relevant for physics for various different reasons okay he offered various reasons for this but the intuition that seemed to have gone behind the thinking was then it was just too weird this whole thing was just too weird to represent something real within physics okay and for a long time Schwarzschild solution remain a sort of mathematical curiosity one of the exact solutions of Einstein's equations but wasn't thought of I believe as something in the real world now the next chapter in the story involved an Indian physicist famous Indian physicist subramanyam Chandra Shekar one of our Nobel Prize winners who played an important role in the understanding of the subject Chandra Shekar asked the following question okay in the jungle Shekar in the 1930s asked the following question he asked suppose you have a star okay what stops a star from collapsing after it runs out of fuel so before we get on to trying to answer this question let's try to put the question in context so you've got a imagine you've got a star the star is a very massive object like any other massive object itself gravitates gravity is trying to pull all the components of the star into common center okay now but if you look at our sun it's just sitting there it's not collapsing into its center why not what is the counter balancing force that's preventing the sun from collapsing into its center and in the case of our Sun it's easy to work out what that is and that that the counter balancing force comes from the pressure differentials in the gas in the side okay the differences in pressure between different layers balance the gravitational force allowing for higher for an equilibrium solution now these differences in pressure are in the end maintained because there is a constant source of heat in the Sun because the Sun is constantly burning hydrogen to helium giving it getting a constant source of heat okay Chandra Shekar asked the following question he asked well what happens when this runs out there's no more heat so now it's going to balance the inward pull of gravity okay now Chandra Shekar proposed that balancing force programme' T could be found within the quantum theory which was at that point quite newly invented and his basic idea meant went as follows look suppose you've got a box of fermions let's say electrons okay now all of you know that fermions obey a Fermi's exclusion principle which means they don't know two fermions sit in exactly the same state now suppose I take a box of electrons and I ask for the lowest energy state of that electron that has a certain small momentum I put one electron in that state now I put the next electron in the state in the Box the lowest momentum state the lowest energy state is no longer available because the first electron has taken up that that's data so the electron goes to the next lowest energy state you add another electron goes to the next lowest energy state and so on so if you fill electrons in a box you get the set of Fermi sea okay where electrons is

going to successively higher energy State oh so just having electrons in a box has some energy associated with with this there's an energy associated with the configuration of electron sitting in a box now suppose you try to make that box a little bit smaller the energy associated with this configuration increases quite rapidly why is that it's because the available energy states are more more largely spaced because you know well the first state has momentum approximately  $1/R$   $R$  is a measure of the length of the box then the next state is momentum approximately  $2/R$  and so on and when you make are smaller and smaller and smaller all of these energy levels become larger and larger larger spacing between the energy levels course larger and larger and larger and so the cost of putting a certain number of electrons into a box is a function of the size of the box which increases as you make the Box smaller what does that mean in thermodynamic zones how do you make something smaller you make something smaller by pushing it about pressing it okay because there's increasing energy in making this thing smaller the system is resisting that push and so has an intrinsic pressure associated with it this pressure has its origin not in some thermal yeah you know not in constantly pumping thermal energy into the system but just in Fermi's exclusion principle

.....

**(04)-** dívali se na řešení z různých důvodů, považovali to za to, že zpočátku považovali řešení za matematicky správné, samozřejmě, protože bylo matematicky správné, vyřešilo Einsteinovy rovnice v pořádku, ale fyzikálně irelevantní Einstein mnohokrát vyjádřil svůj názor a dokonce napsal papíry, které říkaly něco jako ale zatímco řešení černé díry bylo matematicky řešením jeho rovnic, pro fyziku to nebylo z různých důvodů relevantní, v pořádku, nabídl pro to různé důvody, ale intuice, která se zdála být za myšlením, byla potom prostě příliš divná. Celá ta věc byla prostě příliš divná na to, aby představovala něco skutečného ve fyzice, dobře a po dlouhou dobu zůstávalo řešení Schwarzschildova pole jakousi matematickou kuriozitou jedním z přesných řešení Einsteinových rovnic, ale nemyslelo se na to, věřím, jako na něco v reálném světě. Další kapitola příběhu zahrnovala indického fyzika, slavného indického fyzika subramanyama **Chandra Sheka** jeden z našich nositelů Nobelovy ceny, který sehrál důležitou roli v porozumění tématu Chandra Shekar se zeptal na následující otázku dobře v džungli Shekar se ve 30. letech 20. století zeptal na následující otázku: Předpokládejme, že máte hvězdu dobře, co brání hvězdě v kolapsu poté, co dojde pole, takže než se pustíme do pokusu odpovědět na tuto otázku, zkusme dát otázku do kontextu, abyste si mohli představit, že máte hvězdu, hvězda je velmi hmotný objekt jako jakýkoli jiný hmotný objekt sama gravituje gravitace se snaží stáhnout všechny součásti hvězdy do společného středu, dobře, ale když se podíváte na našeho syna, jen tam sedí, nehroučí se do svého středu, proč ne, jaká je protibalanční síla, která brání synovi zřít se do jeho střed a v případě našeho Slunce je snadné zjistit, co to je a že vyrovnávací síla pochází z tlakových rozdílů v plynu na straně v pořádku rozdílů v tlaku mezi různými vrstvami vyrovnávají gravitační sílu, což umožňuje vyšší rovnovážné řešení, nyní jsou tyto rozdíly v tlaku nakonec zachovány, protože na Slunci je konstantní zdroj tepla, protože Slunce neustále spaluje vodík na helium, což mu dává stálý zdroj tepla v pořádku Chandra Shekar se zeptal na následující otázku, zeptal se dobře, co se stane, když to dojde, už žádné teplo není, takže teď to vyrovná vnitřní tah gravitace v pořádku, teď Chandra Shekar navrhla, že program vyvažování síly“ T lze nalézt v kvantu teorie, která byla v té době zcela nově vynalezena a jeho základní myšlenka šla takto: Podívejte se předpokládejme, že máte krabici fermionů, řekněme elektrony, dobře, teď

všichni víte, že fermiony se řídí Fermiho vylučovacím principem, což znamená, že nevdí dva fermiony sedí v přesně stejném stavu, teď předpokládejme, že vezmu krabici elektronů a požádám o nejnižší energetický stav toho elektronu, který má ce rtain small moment. Uvedu jeden elektron do tohoto stavu nyní vložím další elektron do stavu v boxu stav s nejnižší hybností, stav s nejnižší energií již není dostupný, protože první elektron zabral to jsou data, takže elektron jde do další nejnižší energetický stav, který přidáte, přejde další elektron do dalšího nejnižšího energetického stavu a tak dále, takže pokud vyplníte elektrony do krabice, dostanete množinu Fermiho moře v pořádku, kde elektrony postupně přecházejí do vyššího energetického stavu, takže stačí mít elektrony v krabice má s tím spojenou nějakou energii, je tu energie spojená s konfigurací elektronu sedícího v krabici nyní předpokládejme, že se pokusíte tuto krabici trochu zmenšit, energie spojená s touto konfigurací se zvyšuje poměrně rychle, proč je to proto, že dostupná energie stavy jsou více rozmístěny, protože dobře víte, že první stupeň má hybnost přibližně 1 oproti R R je míra délky krabice, pak další stav je moment tum přibližně 2 přes R a tak dále, a když uděláte, jsou menší a menší a menší, všechny tyto energetické hladiny se zvětšují a zvětšují, větší rozestup mezi energetickými hladinami je samozřejmě větší a větší a větší, a tak náklady na umístění určitého počtu elektronů do krabice je funkcí velikosti krabice, která se zvětšuje, když krabici zmenšujete, co to znamená v termodynamických zónách jak uděláte něco menšího uděláte něco menšího tím, že na to zatlačíte a stisknete, v pořádku, protože při výrobě se zvyšuje energie tato věc menší, systém odolává tomu tlaku, a tak je s ním spojený vnitřní tlak tento tlak nemá svůj původ v nějakém tepelném ano, víte, ne v neustálém čerpání tepelné energie do systému, ale pouze ve Fermiho vylučovacím principu

.....

**(05)-** okay sometimes called degeneracy pressure there's a certain amount of pressure associated with a box of electrons just from Fermi's exclusion principle now Paola Paola Paola is exclusion some some some German some Europeans exclusion rates okay okay now Chandra Shekar asks could it be that this degeneracy pressure is sufficient to balance the pull of gravity could it be that this pressure is what ultimately stops something from gravitationally imploding on itself once once the star runs out of fuel now he did the cash no he did the calculation okay it's easy to do a sort of back of the envelope calculation to these things that's not so easy to get all the numbers right but roughly did the calculation and found more or less the following things okay he found red when the star in question was not too large you know in units of the mass of our Sun if the starter question was not too massive then the degeneracy pressure of the electrons in the star would be enough to balance the gravitational pull okay when when that balancing happened the star would enter it would end up with one kind of equilibrium okay that kind of equilibrium okay the various names let's not get into when now stars above a certain mass would have he found would have a gravitational attraction that was so large but this degeneracy pressure of electrons would not be enough to stabilize it now there's a detailed story of how electrons get you know pushed into the into the protons and then they're effectively turning into neutrons then over a certain month to make any other object of equal or smaller size that would remain static and have the same mass of the black hole of course there are other objects of the same mass the Sun has the same mass as a black hole of some kind of black hole but the black hole would be an object as we said of radius three kilometers where the Sun has a huge radius I don't even know how many

kilometres they make okay if you try to squash you maybe we could get more compact stars but there's no object in the universe that would be that you would be able to make more compact than black hole with that mass this is a theoretical result with the nine string theory of general relativity now black holes are very compact objects and they also in some sense the simplest objects in the universe what do I mean by that well take an object like this pointer it's extremely complicated because it's made up of order  $10^{23}$  atoms to give a complete description of what's happening in this pointer you need to specify all of the  $10^{23}$  atoms what they're doing that's been complicated thing on the other hand with a science classical theory of general relativity and we'll be correcting this by the end of the talk will in Einstein's classical theory of general relativity black holes are extremely simple objects because they're not made up of constituents they made up of space and time itself warping in a particular way and because of that it's very easy in some sense to describe the dynamics of black hole because all you have to do is keep track of the dynamics of space and time itself and the equations that govern those are very simple like oh then elegant to clean equations the equations by Einstein's general relativity ok and now the theoretical result is the following black hole's dissipative objects what do I mean by that well suppose you had let's say a pendulum without friction if you set the pendulum moving and there was no friction it would just keep moving forever it's it's solution at late times would be oscillations of any amplitude okay on the other hand if you had a plane you love with friction you set the pendulum moving you can send moving for a while but then the friction will damn clowns motion eventually will settle down to rest black holes behave in the same way okay you take a black hole and you give it a it has a certain amount of energy you hit it then black working sort of jiggle around but this jiggling motion is dissipative eventually the black hole settles down into the state likes to be in and the stain likes to be in like the pendulum is labeled by very few parameters the parameter is the neighbor of black holes equilibrium states are its mass and its angular momentum and that's it just some simple conserved charges ok so we've learned three things about black holes with the most complex compact objects in the universe they also appear to be the simplest because they made up entirely of space itself space-time itself and that equilibrium solutions of black holes are characterized by a few conserved charges now I wouldn't tell you a little bit more about black holes and with in general relativity one can prove the following theorem okay news Inga Einstein's equations on the on the generator of a horizon as manipulated by by this man a Malcolm Rho 3 a famous professor of physics it president two Presidency College in Calcutta

.....

**(05)-** dobře, někdy se tomu říká degenerační tlak, existuje určitý tlak spojený s krabicí elektronů právě z Fermiho principu vyloučení nyní Paola Paola Paola je vyloučení někteří někteří Němci někteří Evropané míra vyloučení dobře nyní se Chandra Shekar ptá, mohlo by to být tím tento degenerativní tlak je dostatečný k vyrovnání gravitace, mohlo by to být tím, že tento tlak je to, co nakonec zastaví gravitační implozi něčeho na sebe, jakmile hvězdě dojde palivo, teď udělal hotovost ne provedl výpočet v pořádku, je to snadné jakýsi druh výpočtu zadní části obálky k těmto věcem, které není tak snadné získat všechna čísla správně, ale zhruba provedl výpočet a zjistil víceméně následující věci v pořádku, když zjistil, že je červená, když dotyčná hvězda nebyla příliš velká, víte v jednotky hmotnosti našeho Slunce, pokud by startovací otázka nebyla příliš masivní, pak by degenerační tlak elektronů ve hvězdě

stačil k vyrovnání gravitační tah v pořádku, když by došlo k vyvažování, hvězda by vstoupila, skončila by s jedním druhem rovnováhy v pořádku tento druh rovnováhy v pořádku různá jména, do kterých se nepouštějme, když nyní hvězdy nad určitou hmotností zjistí, že budou mít gravitační přitažlivost to bylo tak velké, ale tento degenerativní tlak elektronů by nestačil k jeho stabilizaci. Nyní je zde podrobný příběh o tom, jak se elektrony dozvěděly, že byly vtlačeny do protonů a poté se účinně proměnily v neutrony a pak se během určitého měsíce vytvořily jakýkoli jiný objekt stejné nebo menší velikosti, který by zůstal statický a měl stejnou hmotnost jako černá díra, samozřejmě existují další objekty stejné hmotnosti Slunce má stejnou hmotnost jako černá díra nějakého druhu černé díry, ale černá díra by byl objekt, jak jsme řekli o poloměru tři kilometry, kde má Slunce obrovský poloměr, ani nevím, kolik kilometrů udělají v pořádku, když se vás pokusíte rozmáčknout, možná bychom mohli získat více compact hvězdy, ale ve vesmíru není žádný objekt, který byste byli schopni vytvořit kompaktnější než černá díra s takovou hmotností, toto je teoretický výsledek s teorií devíti strun obecné relativity, nyní jsou černé díry velmi kompaktními objekty a také v jistém smyslu nejjednodušší objekty ve vesmíru, co tím myslím, vezměte předmět, jako je tento ukazatel, je extrémně komplikovaný, protože se skládá z atomů řádu 10 až 23, aby poskytl úplný popis toho, co se děje v tomto ukazateli, který potřebujete specifikovat všech 10 atomů až 23. března, co dělají, to byla komplikovaná věc na druhou stranu s 9 vědeckou klasickou teorií obecné relativity **a my to na konci přednášky opravíme v Einsteinově klasické teorie obecné relativity černé díry jsou extrémně jednoduché objekty, protože se neskládají ze složek, které tvoří samotný prostor a čas, který se určitým způsobem deformuje, a proto je Popsat dynamiku černé díry je v jistém smyslu snadné, tohle je pomatený výklad reality, to není dobře. Ano, černá díra má jednoduché provedení pokřivení 3+3D, takže v ní není složitá geometrie, mnohonásobné sbalení dimenzí, ( Možná má i obyčejný atom např. uhlíku mnohem složitější „strukturu“ pokřivení dimenzí než celá černá díra ), protože vše, co musíte udělat, je sledovat dynamiku samotného prostoru a času a rovnice, které je řídí, jsou velmi jednoduché, jako ach pak elegantní, rovnice čistit rovnice Einsteinovým obecným relativita ok a teď teoretickým výsledkem jsou následující disipativní objekty černé díry, co tím myslím, dobře předpokládejme, že jste měli řekněme kyvadlo bez tření, pokud byste uvedli kyvadlo do pohybu a nebylo žádné tření, jen by se pohybovalo navždy, je to řešení v pozdních dobách by byly oscilace jakékoli amplitudy v pořádku, na druhou stranu, pokud byste měli rovinu, kterou milujete s třením, kyvadlo nastavíte do pohybu, můžete ho na chvíli poslat do pohybu, ale pak se tření zatraceně klaunů pohyb nakonec ustálí a zůstane černý díry se chovají stejně dobře, vezmete černou díru a dáte jí a má určité množství energie, trefíte ji, pak černá funguje, jak se třese, ale tohle jigglin g pohyb je disipativní nakonec se černá díra usadí do stavu, ve kterém se ráda nachází, a skvrna se ráda nachází ve stavu jako kyvadlo je označeno velmi málo parametry parametr je sousedem černé díry rovnovážné stavy jsou její hmotnost a moment hybnosti a to jsou jen některé jednoduché konzervované náboje ok, takže jsme se dozvěděli tři věci o černých dírách s nejsložitějšími kompaktními objekty ve vesmíru, které jsou také zdají být nejjednodušší, protože se skládají výhradně ze samotného prostoru, samotného časoprostoru a této rovnováhy řešení černých děr se vyznačují několika konzervovanými náboji, teď bych vám o černých dírách neřekl nic víc as obecnou teorií relativity lze dokázat následující teorém dobře zprávy Inga Einsteinovy rovnice na generátoru horizontu as manipulován tímto mužem, Malcolmem Rho 3, slavným profesorem fyziky, prezidentem dvou Presidency College v Kalkatě**

.....

**(06)-** is now no no more ok the fear the theorems of general relativity that I want to tell you about at least to the first theorem that uses writes all these equations to prove is that the area of the event horizon of a black hole in any physical dynamical process can either remain constant or can increase but can never decrease this actually goes hand in hand with the dissipative nature of black holes I max this the second theorem which and you have to remember everything I'm telling about a theorems within classical general relativity quantum mechanics can and in some situations will invalidate some of these results but only in weird situations okay so bright now whipping classical okay the second thing I want to tell you about is the theorem that says that within classical general relativity and event horizon the topology of even event horizon can never bifurcate which some more simply speaking says that if you've got one black hole no process with in general relativity will allow you to take that and make it to black okay now if both these theorems are completely correct what I mean by if they correct the theorem so they correct but it correct within classical general relativity but you know theorems and physics are as good as the assumptions that go into proving them sometimes physically the assumption fails so what should always be wary of theorems and physics but to the extent that these theorems are physically correct assuming

they're physically correct it means it has an implication it means that a black hole can never be destroyed at least classically without doing something clever on quantum what do I mean by this well suppose I have an object and you want to destroy it what does it normally mean it means break it up into some smithereen or many pieces right so let's let's let's uh let's let's do this thought experiment suppose suppose tomorrow you wake up and you read on in the newspaper that a new satellite put up by a straw has made up has made a terrible discovery it realizes that there's a black hole on collision course with the earth it's gonna hit us in six months what do we do well you know maybe Donald Trump will say let's blast that guy out of the sky send the nuclear arsenal so you send a bunch of missiles they'll go boom won't work the black hole will absorb the radiation of the missiles and keep going be a bit bigger actually in such a situation the only thing you could reasonably do is hope to deflect the black holes you can't destroy it but you might deflect it if it goes and eats Pluto who cares okay [Laughter] okay that's all I wanted to say about about black holes classically okay now a lot of research a current research region within the theoretical physics community about black holes it's not about the classical properties but about the quantum properties and in last ten minutes or so of this talk I want to give you a games of what what we think we know and what we what what what what people are trying to understand about black holes quantum mechanically okay so you know something that we we we say we said right from the beginning of the talk is that black holes are these objects into which from which things cannot escape okay that's that's part of the name because nothing comes out okay now in in the early 1970s then graduate student jacob bekenstein who's john wheeler student at Princeton began doing various thought experiments about black holes I don't I don't have the time to tell you about about some of these experiments but by playing around with various experiments things like you know kind of experiment he had in mind with something like this suppose I was you know in a rocket ship that was going around a black hole I was drinking a hot cup of tea the ste carries a lot of entropy I take this cup of three and I throw it at the black hole looks like the entropy of the universe has decreased but doesn't the second law of thermodynamics tell me that cannot happen okay these kind of experiments he played around with okay and why by by playing around with with these experiments with these four experiments he's he proposed

that black holes would violate the second law of thermodynamics unless the notion of entropy was enlarged was enlarged to associate and entropy with black holes themselves and bekenstein argued bekenstein argued that in order to say in the second law of entropy the entropy of the black hole must be proportional to the area of its event horizon okay now this proposal as as as it's often the case with interesting proposal physics was met with skepticism one of the people who was kept skeptical about this was Hawking who felt it was an absurd proposal you know I actually because I made maybe use of some of Hawking's theorems in classical general relativity

.....

**(06)-** nyní už není v pořádku strach z vět obecné relativity, o kterých vám chci říci alespoň k první větě, která používá všechny tyto rovnice, aby dokázala, je, že oblast horizontu událostí černé díry v jakémkoli fyzikálním dynamickém procesu může buď zůstat konstantní, nebo se může zvětšit, ale nikdy se nemůže snižovat, jde to ve skutečnosti ruku v ruce s disipativní povahou černých děr Maxiji tuto druhou větu, kterou a musíte si pamatovat vše, co říkám o vnitřních větvích klasická obecná kvantová mechanika relativity může a v některých situacích zneplatní některé z těchto výsledků, ale pouze v podivných situacích v pořádku, tak jasné, nyní klasické v pořádku, druhá věc, o které vám chci říct, je teorém, který říká, že v rámci klasické obecné teorie relativity a horizontu událostí topologie sudého horizontu událostí se nikdy nemůže rozdvajit, což někteří jednodušeji říkají, že pokud máte jednu černou díru, žádný proces s obecnou relativitou to nedovolí vezměte to a udělejte to do černého, teď, pokud jsou obě tyto věty úplně správné, co tím myslím, když opraví větu, tak se opraví, ale opraví se v rámci klasické obecné teorie relativity, ale víte, že věty a fyzika jsou stejně dobré jako předpoklady, jít do jejich dokazování někdy fyzikálně předpoklad selže, takže by se mělo vždy dávat pozor na teorémy a fyziku, ale do té míry, že jsou tyto teorémy fyzikálně správné za předpokladu jsou fyzikálně správné, znamená to, že to má důsledky, to znamená, že černá díra nemůže být nikdy zničena alespoň klasicky, aniž by se udělalo něco chytrého na kvantu, co tím myslím dobře předpokládejme, že mám objekt a vy ho chcete zničit, co dělá normálně to znamená, že to znamená rozdělit to na nějaké kousky nebo mnoho kousků, takže pojďme, pojďme, pojďme udělat tento myšlenkový experiment, předpokládejme, že se zítra probudíte a budete číst dál v novinách, že nový satelit postavený slámou má make up udělal hrozný objev, uvědomí si, že na kolizním kurzu se Zemí je černá díra, zasáhne nás za šest měsíců, co děláme dobře, víš, možná Donald Trump řekne, sestřelme toho chlapa z nebe, pošleme jaderný arzenál, takže pošlete hromadu střel, půjdou bum, nebude fungovat černá díra pohltí záření střel a bude dál být o něco větší vlastně v takové situaci jediné, co můžete rozumně udělat, je doufám, že odkloníte černé díry, nemůžete to zničit, ale můžete to odchýlit, pokud půjde a sežere Pluto, kdo se o to stará dobře [Smích] dobře, to je vše, co jsem chtěl říci o černých dírách klasicky dobře teď hodně výzkumu a současný výzkum regionu v rámci komunity teoretické fyziky o černých dírách nejde o klasické vlastnosti, ale o vlastnosti kvantové a v posledních zhruba deseti minutách této přednášky vám chci nabídnout hry o tom, co si myslíme, že víme a co my co co co se lidé snaží pochopit o černých dírách kvantově mechanicky v pořádku, takže víte něco, co my říkáme, řekli jsme hned na začátku rozhovoru, je, že černé díry jsou tyto objekty, do kterých věci nemohou uniknout, ano, to je součást jméno, protože teď nic nevychází v pořádku, na začátku 70. let pak postgraduální student **Jacob Bekenstein**, student John Wheeler na Princetonu, začal dělat různé myšlenkové

experimenty o černých dírách. Nevím. Nemám čas vám vyprávět o některých z těchto experimentů, ale tím, že jsem si pohrával s různými experimenty, měl na mysli něco takového, jako je ten, který měl na mysli, předpokládejme, že jsem byl, víte, v raketové lodi, která letěla kolem černá díra. Já jsem šálek horkého čaje. Ste nese hodně entropie. Vezmu si tento šálek tří a hodím ho na černou díru, vypadá to, že se entropie vesmíru snížila, ale nesnižuje se druhý termodynamický zákon řekni mi, že se to nemůže stát dobře, s těmito druhy experimentů si hrál dobře a proč tím, že si pohrával s těmito experimenty s těmito čtyřmi experimenty, navrhl, že černé díry by porušily druhý zákon termodynamiky, pokud by se nezvětšil pojem entropie. Zvětšené tak, aby byly spojeny a entropie se samotnými černými dírami, a Bekenstein tvrdil, že aby bylo možné říci ve druhém zákoně entropie, musí být entropie černé díry úměrná oblast horizontu událostí v pořádku, nyní tento návrh, jak už to tak bývá u zajímavých návrhů, se fyzika setkala se skepsí, jedním z lidí, kteří k tomu byli skeptickí, byl Hawking, který měl pocit, že je to absurdní návrh, víte, já vlastně, protože jsem to udělal možná použití některých Hawkingových teoremů v klasické obecné teorii relativity

Já o entropii pojednávám jinde, v jiném dokumentu, tak tady, nyní, entropii komentovat nebudu... .. koho můj názor k entropii hodně zajímá, může ahlédnout sem

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_354.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_354.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_112.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_112.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_227.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_227.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_210.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_210.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_202.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_202.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_112.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_112.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_136.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_136.pdf)

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_178.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_178.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_013.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_013.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_030.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_030.pdf) ;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_033.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_033.pdf) r.2005

.....

(07)- to argue for this result and Hawking you know some record saying he thought was misuse of his results to come to such an absurd conclusion try to make precise mind he thought this was an absurd conclusion and his he argued as follows look if something has entropy and also carries energy when we study in elementary thermodynamics then it must carry a temperature okay the temperate formula for the temperature is given by one over there a little bio entropy with respect to energy but don't we know that black holes don't carry a temperature after all the black anything with a temperature radiates black holes don't radiate so they don't carry a temperature but you know when you go through even more carefully you find a possible flaw because the entropy that hook that bekenstein wanted to associate with



black holes was proportional to the area but proportional to one over Planck's constant  $1/\hbar$  now the formula for the temperature is  $1/\Delta s$  by  $\Delta Y$  and so the  $1/\hbar$  goes back into the numerator so if you use this thermodynamic cause argument to predict the temperature of the black holes you find that the temperature of the black hole is proportional to  $\hbar$  so you know if you think this proposal seriously it implies the black holes have a temperature not classically but only quantum mechanically and then Hawking himself was weight went by i I have some of that here but okay let me say it now on yeah

Hawking himself well went around did a calculation with in quantum field here in the background of a black hole and much to surprise what he found was that when you did quantum mechanics correctly in the black background of a black hole you found that black holes do indeed quantum mechanically keep radiating stuff as if they are at a certain temperature okay so two kinds two different kinds of arguments one motivated by the second law of thermodynamics and second which is the second one which is beautiful simple lovely calculation within quantum field theory give basically identical results okay is that establishing without any real doubt for a theorist I think that black holes should be associated with an increment okay now let's look at the entropy okay the entropy of the blackboard is

proportional to  $C$  at the speed of light cube the area of the black hole by four  $G$  times  $\hbar$  this is quite a remarkable formula if you think about it because it's in one formula it combines many or all of the most interesting Universal constants of nature this Planck's constant that's Newton's constant there's the speed of light and this four okay okay okay so you know this formula is a formula for area associate it's a very large amount of entropy to the to a black hole for instance if you were to sell for a black hole with with solar mass you find that its entropy is  $10$  to the power  $78$  so that's the total number of states in such a black hole is  $e$  to the power  $10$  to the power  $78$  that's like a huge number of states ok now there are proposals that no object of a particular size can carry more entropy okay than a black hole of that same size okay colloquially this this this this this this this this theorem was often stated there's no object in the universe packed more information given volume than a black hole we've already gone through the material in this transparency this was about Hawking and his temperature and thermodynamics and so on so let's let's move let's move now okay but let me say say the following thing okay you see our classical picture of black holes was as these absorbing and never disappearing objects if you agree that quantum mechanically black holes radiate then as they radiate they lose mass so the quantum picture of a black hole is something that lives forever is is one of something that does not live for anymore okay you can create a black hole let's say by I do something violent by collapsing a star like Chandra Shekar wanted and if you had a universe of infinite life you waited for long enough that black hole will radiate and radiate and radiate lose mass and eventually disappear into nothing okay I think that our solar mass black hole would take very long time to disappear into nothisomething like ten to sixty four years hey you know the life of the universe is ten to the ten is yes something like ten to the ten years so this is much longer than light to the universe but you know we're not talking about practical things but in principle in a universe that would live forever it would eventually evaporate it's a smaller block of black holes with a beverage much faster okay now this this this this this this thing about black holes that they can evaporate let Hawking to propose to to to feel very uncomfortable hawking felt that the fact that black holes radiate and evaporate the fact that black holes radiate and evaporate and also appear

.....

**(07)-** argumentovat pro tento výsledek a Hawking, znáte nějaký záznam, který říká, že si myslel, že jeho výsledky byly zneužity k tomu, aby dospěl k tak absurdnímu závěru, snažil se udělat přesnou mysl, myslel si, že to byl absurdní závěr, a argumentoval následovně:

**Podívejte se, jestli něco má entropii a také nese energii, když** studujeme elementární termodynamiku, pak to musí nést teplotu dobře, mírný vzorec pro teplotu je dán jedním tam trochu bio entropie s ohledem na energii, ale nevíme, že černé díry nemají nést teplotu po tom všem, co je černé, cokoli s teplotou vyzařuje černé díry nevyzařují, takže nenesou teplotu, ale víte, když to projdete ještě pečlivěji, **najdete možnou chybu, protože entropie, která hák,** že **Bekenstein** chtěl spojit s černými dírami byl úměrný ploše plochy, ale úměrný jedné nad Planckovou konstantou 1 nad H bar, nyní je vzorec pro teplotu tempury 1 nad del s podle Del Y a tak t 1 nad H bar se vrátí do čitatele, takže pokud použijete tento argument termodynamické příčiny k předpovědi teploty černých děr, zjistíte, že teplota černé díry je úměrná H baru, takže víte, že tento návrh myslíte vážně. Implikuje, že černá díra má teplotu ne klasicky, ale pouze kvantově mechanicky a pak se váhavě vrhla i já mám něco z toho tady, ale dobře, dovolte mi to říct teď, jo Hawking sám dobře obešel výpočet v kvantovém poli zde na pozadí černé díry a velkým překvapením bylo, že když jste správně provedli kvantovou mechaniku na černém pozadí černé díry, zjistili jste, že **černé díry skutečně ano. Kvantově mechanicky stále vyzařují** věci, jako by měly určitou teplotu, v pořádku, takže dva druhy dva různé druhy argumentů, jeden motivovaný druhým zákonem termodynamiky a druhý, který je druhý, což je krásný jednoduchý krásný výpočet v rámci kvantové teorie pole dávají v podstatě identické výsledky v pořádku je, že pro teoretika bez jakýchkoli pochybností stanoví, že si myslím, že černé díry by měly být spojeny s přírůstkem dobře, teď se podívejme na entropii dobře, entropie tabule je úměrné „c“ při rychlosti světelné krychle plocha černé díry čtyři G krát H bar je to docela pozoruhodný vzorec, pokud se nad tím zamyslíte, protože je v jednom vzorci, který kombinuje mnoho nebo všechny nejzajímavější univerzální přírodní konstanty tato Planckova konstanta, která je Newtonovou konstantou, je rychlost světla a tato čtyři v pořádku, v pořádku, takže víte, že tento vzorec je vzorec pro oblast asociace, je to velmi velké množství entropie k černé díře, například pokud byste prodali za černá díra se sluneční hmotností zjistíte, že její entropie je  $10^{78}$ , takže to je celkový počet stavů v takové černé díře je **e na mocninu 10 na mocninu 78** to je jako obrovský počet stavů ok, teď jich je návrhy, že žádný objekt určité velikosti nemůže nést více entropie dobře než černá díra stejné velikosti dobře hovorově toto toto toto toto toto toto tato věta byla často uváděna, že ve vesmíru není žádný objekt nabitý více informacemi daný objem než černá díra, už jsme prošli materiálem v této průhlednosti to bylo o Hawkingovi a jeho teplotě a termodynamice a tak dále, takže pojďme se pohybovat pojďme se nyní pohybovat dobře, ale dovolte mi říct následující věc, dobře, vidíte naši klasiku obraz černých děr byl takový, že tyto pohlcující a nikdy nemizející objekty, pokud souhlasíte s tím, že kvantově mechanicky černé díry vyzařují, pak jak vyzařují ztrácejí hmotu, takže kvantový obraz černé díry je něco, co žije věčně, je jedním z něčeho, co neživí už je v pořádku, můžete vytvořit černou díru, řekněme tím, že udělám něco násilného tím, že zhrouťm hvězdu, jakou chtěla **Chandra Shekar**, a pokud jste měli vesmír nekonečného života, čekali jste dost dlouho, že černá díra bude zářit a zářit a vyzařovat ztrácet hmotu a nakonec zmizet v nic v pořádku, myslím, že naši sluneční hmotě černé díry by trvalo velmi dlouho, než by zmizela v ničem, něco jako deset až šedesát čtyři let, hej, víš životnost vesmíru je deset až deset je ano něco jako deset až deset let, takže je to mnohem delší dobu než světlo vesmíru, ale víte, že nemluvíme o praktických věcech, ale

v principu ve vesmíru, který by žil věčně nakonec by se vypařil, je to menší blok černých děr s nápojem mnohem rychleji, dobře, teď tohle tohle tohle tahle věc o černých dírách, které se mohou vypařit, nechte Hawkinga navrhnout, aby se cítil velmi nepohodlně Hawking cítil, že skutečnost, že černé díry vyzařují a vypařují skutečnost, že černé díry vyzařují a vypařují se a také se objevují

.....

**(08)-** to radiate appear to radiate in a very universal way okay the fact that black holes radiate and evaporate in a very Universal way seems to be in contradiction with basic laws of physics so more precisely is the basic laws of quantum mechanics in particular particular feature of the basic laws of quantum mechanics namely the linearity and in particular unitarity of evolution let me let me explain what I mean look suppose you've got a black hole that collapses because a particular star has run out of fuel now there's a great deal of information a great deal of information in the particular state of the star before it collapsed okay how much of that star was hydrogen how much helium how much boron what was the distribution of the border on all over the star you know all these complicated kinds of things once the star collapsed however as I have tried to explain to you it forms a black hole and that black hole is characterized by very few numbers just its mass and its angular momentum so you might have thought that this process is crazy it's a process in which you're losing information all the detailed information of the Constituent of the Stars got away into a few numbers okay this might already have made you uncomfortable but then you might have said well you know pumps this information is hidden behind the black hole we can't access it okay but now you can no longer say that if you believe the black holes evaporate and one day go into nothing so if information is going to be preserved it must be the information of the detailed constituent of the star comes out in the details of the radiation that that is emitted as the black hole evaporates but it's very hard to see how that could happen consistent with all the usual principles of physics including locality and causality because as we've said the black hole once a black hole is formed it settles and very very good approximation at least classically okay it's a very very good approximation at least basically it's characterized by very little information just a couple of conserved charges Hawking's calculation and all suggested improvements of Hawking's calculation give you radiation that is determined by these conserved charges but by nothing else so they're within their approximations at least the REA the details of the radiation that that are emitted carry no information about how much more on there was in the star before collapsed where did that information go okay Hawking proposed that this was a proposal that that this was this was so quality you know goat wasn't very very precise it was so qualitatively so far from preserving information that it suggested that black black hole physics cannot be consistent with unitarity of quantum mechanics in fact this led to famous bet between Hawking and Priscilla in which rescue law in which Hawking met that one that this this puzzle sometimes called the information loss puzzle would be resolved in favor of black holes we would conclude that unit clarity is not a fundamental principle of nature has to be replaced with something else in the black hole context press killed on the other hand bet that unitarity would win out that we'd find them some sort of flaw and Hawking's argument and in the end evaporation of the creation black hole and production of black the creation of black holes and the eventual evaporation would turn out to be a

completely unitary process now a few years ago Hawking famously conceded the bet telling fresca he now believes that he's right he cited some calculations done within the area safety correspondents as evidence that he felt that as evidence for as the thing that helped him change his mind I have to say that in my mind the calculations he cited were not terribly convincing and in my mind his uh his original paradox who not very sharp still too many feels unpleasant and I think there's a good chance we've not heard the last word of this so how are we going to clear up this issue you know let me say one more thing before I get this lost later the last thing is the last thing is this you know what lies in the heart of the information

paradox it's two different things I've told you in the talk that are totally different from each other the first was classical statement that black holes when they settle down a characterized by very few quantum numbers they mass and their angular momentum let's say the second is that black holes carry a large amount of entropy you know so from the first point of view black hole the extremely simple objects from the second point of view the extremely complicated objects because to specify the exact state of good luck all you have to say which one of those  $10^{10}$  to the power whatever you know which one of those large number of states the black hole actually is in how giving me true that some things carries

.....

**(08)-** vyzařovat **se zdá**, že vyzařuje velmi univerzálním způsobem, v pořádku, skutečnost, že černé díry vyzařují a vypařují se velmi univerzálním způsobem, **se zdá** být v rozporu se základními fyzikálními zákony, přesněji řečeno základními zákony kvantové mechaniky. Konkrétní rys základních zákonů kvantové mechaniky, jmenovitě linearita a zejména unitarita evoluce, dovoluňte mi vysvětlit, co mám na mysli, podívejte se předpokládejme, že máte černou díru, která se zhroutí, protože konkrétní hvězdě došlo palivo, nyní je velká množství informací velké množství informací o konkrétním stavu hvězdy, než se zhroutila dobře, kolik z té hvězdy byl vodík, kolik hélia, kolik bóru, jaké bylo rozložení hranice na celé hvězdě, znáte všechny tyto složité druhy věcí, jakmile se hvězda zhroutila, ale jak jsem se vám snažil vysvětlit, že tvoří černou díru a že černá díra je charakterizována velmi málo čísly, pouze její hmotnost a její úhlový momentum, takže jste si možná mysleli, že tento proces je šílený, je to proces, ve kterém ztrácíte informace, všechny podrobné informace o Složce hvězd se dostaly do několika čísel, dobře, už vám to mohlo být nepříjemné, ale pak jste **možná** měli řekl dobře, víte, pumpky, tato informace je skrytá za černou dírou, nemůžeme k ní přistupovat dobře, ale teď už nemůžete říct, že **pokud věříte**, že se černé díry vypařují a jednoho dne se zničí, takže **pokud** informace budou zachovány, musí být informace o podrobných složkách hvězdy vycházející v detailech záření, které je vyzařováno, když se černá díra vypařuje, ale je velmi těžké pochopit, jak by se to mohlo stát v souladu se všemi obvyklými principy fyziky včetně lokality a kauzality protože jak jsme řekli, černá díra, jakmile se vytvoří černá díra, usadí se a velmi velmi dobrá aproximace alespoň klasicky v pořádku, je to velmi velmi dobrá aproximace, alespoň v podstatě i Vyznačuje se velmi malým množstvím informací, jen pár konzervovaných nábojů Hawkingův výpočet a všechna navrhovaná vylepšení Hawkingova výpočtu vám poskytnou záření, které je určeno těmito konzervovanými náboji, ale ničím jiným, takže jsou v rámci svých aproximací alespoň REA podrobnosti o záření, které je emitováno, nenesou žádnou informaci o tom, kolik toho bylo ve hvězdě před zhroutením, kam se ty informace poděly v pořádku Hawking navrhl, že to byl návrh, že tohle je tak kvalitní, že

víte, že koza nebyla moc moc moc přesná, bylo to tak kvalitativně tak daleko od uchování informací, že to naznačovalo, že fyzika černých děr nemůže být v souladu s unitaritou kvantové mechaniky, ve skutečnosti to vedlo ke **slavné sázce mezi Hawkingem a Priscillou**, v níž se Hawking setkal se zákonem o záchraně, že jeden, který tato hádanka někdy nazývala hádanka ztráty informací, by byla vyřešena ve prospěch černých děr, dospěli bychom k závěru, že jasnost jednotek není základním principem přírody, musí být nahrazena něčím jiným v kontextu černých děr stisknete na druhé straně vsadíte se, že unitarita zvítězí, že v nich najdeme nějakou chybu a Hawkingův argument a nakonec se vypařování vytvoření černé díry a produkce černé, vytvoření černých děr a případné vypařování ukáže jako zcela jednotný proces nyní před několika lety Hawking skvěle uznal sázku a řekl fresca, že nyní věří, že má pravdu, uvedl některé výpočty provedené v oblasti bezpečnostních korespondentů jako důkaz, že to cítil jako důkaz jako věc, která mu pomohla změnit názor. Říci, že v mé mysli výpočty, které citoval, nebyly příliš přesvědčivé a v mé mysli jeho uh jeho původní paradox, který není příliš ostrý, stále příliš mnoho cítí nepříjemně a myslím, že je velká šance, že jsme z toho neslyšeli poslední slovo, takže jak vyřešíme tento problém, víte, dovolu mi říct ještě jednu věc, než se o to později ztratím, poslední věc je poslední věc to víte, co leží v jádru informací. Paradoxně jde o dvě různé věci, které jsem vám řekl v přednášce, které se od sebe naprosto liší, první bylo klasické tvrzení, že černé díry, když se usadí, charakterizují velmi málo kvantových čísel, které váží a jejich moment hybnosti řekněme druhý je že černé díry nesou velké množství entropie víte, takže z prvního pohledu černé díry extrémně jednoduché objekty z druhého pohledu extrémně komplikované objekty, protože pro upřesnění přesného stavu štěstí stačí říct který z nich z těch  $10^{10}$  na mocninu cokoliv víte, který z toho velkého počtu stavů černá díra ve skutečnosti je v tom, jak mi dáváte za pravdu, že některé věci nesou

.....

**(09)-** at the same time so little information classically but so much information quantum mechanically in some sense that lies at the heart of the information paradox in every guise of it okay so how we gotta clear the top of course I don't know and maybe in the end it'll turn out that it wasn't really a paradox it's one of these things right some sometimes there are some paradoxes in physics which have there which are stable in terms of very concrete equations you should have got two but you got one what's the problem okay those paradoxes are almost always useful sometimes paradoxes like this one and it's slippery it's hard to make into equations maybe they will one day just evaporate away maybe we'll realize that wasn't a paradox but we were just fooling ourselves into thinking it was one maybe but I think it's also possible that you know this paradox is telling us something something deep about quantum gravity and that will lead us will guide us in our attempts to find consistent theories of quantum gravity indeed a lot of work in string theory over the last couple two or three decades has been motivated by trying to understand black holes better trying to ask microscopically can we account for the fact that these black holes have so many states can we count them within a complete consistent theory of quantum gravity and that's and then then can be used what we learned from that to try to understand the information puzzle there's been a great deal of progress specially in counting base but by these these people and by the information paradox using the NES CFD correspondents invented by Melina but but okay I won't won't try to tell you what about that okay I'll just end with the statement fact that it's proved so difficult to find the mechanism for information transfer suggests that possibly it works in a

very non-trivial way it's possible that the study of black holes will provide the key to open the doors to the next chapter in our efforts to understand the Magnificent universe and in particular the next chapter in our efforts to understand quantum gravity a subject mister grappling with ok thank you [Applause] [Music]

.....

**(09)-** zároveň tak málo informací klasicky, ale tolik informací kvantově mechanicky v určitém smyslu, které leží v jádru informačního paradoxu v každém jeho nádechu, dobře, takže jak bychom se měli zbavit vrcholu, samozřejmě nevím a možná se nakonec ukáže, že to vlastně nebyl paradox, je to jedna z těchto věcí, že někdy jsou ve fyzice nějaké paradoxy, které tam mají, které jsou stabilní z hlediska velmi konkrétních rovnic, měli byste mít dvě, ale máš jeden v čem je problém dobře ty paradoxy jsou skoro vždy užitečné někdy paradoxy jako tento a je to kluzké je těžké udělat rovnice možná se jednoho dne prostě vypaří možná si uvědomíme, že to nebyl paradox, ale byli jsme prostě klamat sami sebe, abychom si mysleli, že to byl jeden, možná, ale myslím, že je také možné, že víte, že tento paradox nám říká něco hlubokého o kvantové gravitaci a to nás povede v našich pokusech najít konzistentní t teorie kvantové gravitace skutečně mnoho práce v teorii strun v posledních dvou nebo třech desetiletích bylo motivováno snahou lépe porozumět černým díram, pokusit se mikroskopicky zeptat, zda můžeme vysvětlit skutečnost, že tyto černé díry mají tolik stavů? spočítat je v rámci kompletní konzistentní teorie kvantové gravitace a to je a pak lze použít to, co jsme se z toho naučili, abychom se pokusili porozumět informační hádance, došlo k velkému pokroku, zvláště v počítačích základně, ale tito lidé a informace paradox pomocí korespondentů NES CFD vynalezených Melinou, ale dobře, nebudu se vám snažit říct, co s tím, dobře, skončím prohlášením, že se ukázalo tak obtížné najít mechanismus pro přenos informací, což naznačuje, že možná to funguje velmi netriviálním způsobem, je možné, Jako kobyly se tu přemnožilo vědecké slovo „možná“ že studium černých děr poskytne klíč k otevření dveří do další kapitoly v našem úsilí porozumět Mag. úžasný vesmír a zejména další kapitola našeho úsilí porozumět kvantové gravitaci předmět, pane, který se potýká s ok, děkuji [Potlesk] [Hudba]

.....

... tak to byla ta **PRUKOPNICKÁ PRÁCE** (ehm, ehm, podle mě pouze 1000 krát převyprávěný dějepis teorie relativity za 100 let tisící autory).



A na obrázku to je ten autor poctěný tou nadační cenou za >převyprávění<



[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_108.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_108.jpg)