

<https://www.youtube.com/watch?v=k6TWO-ESC6A>

# What are the Strings in String Theory?

Co jsou struny v teorii strun?

1 416 232 zhlédnutí

•18. 10. 2018

Dr. Matt O'dowd

(černé písmo google-překladač, červené písmo moje názory )

Děkuji 23andme za podporu PBS Digital Studios. Možná jste slyšeli obvyklý pop sci-fi popis teorie strun. Existují tyto drobné vibrující struny a odtud pocházejí všechny částice sil včetně gravitace v celém vesmíru. To vyvolává více otázek, než odpovídá. Jako proč struny? **Z čeho jsou vyrobeny?** ( Tady [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_001.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_001.pdf) si velký vědec L. Motl v r. 2001 dělal z této otázky, kterou jsem mu položil, srandu. ) A co je to za nesmysl zvláštních rozměrů? Ve fyzice bychom rádi zredukovali náš popis mechaniky reality na nejjednodušší možnou formu. Očekáváme, že nezákladnější strojní zařízení bude mít co nejméně pohyblivých částí nebo volných parametrů. **Proto** je standardní model částicové fyziky považován za neúplný. Jeho rovnice předpovídají mnoho věcí s ohromující přesností. Nejprve však vyžadují, abychom vyladili mnoho matematických knoflíků a čísel, pomocí fyzického měření musíme opravit **19 volných parametrů**, jako je množství částic, a pak existuje gravitace, která se nehodí do standardního modelu na tak jistě existuje hlubší sada zubů a kol. Teorie, která přináší všechny pozorovatelné jevy do stejného mechanického rámce, to by byla teorie všeho a pro ní je velkou nadějí teorie strun. V následujících epizodách prozkoumáme krvavé podrobnosti teorie strun, ale dnes je to teorie strun 10+1 **Odkud pochází tento šílený nápad?** Myslím tím, proč „potřebujeme“ malé vibrující struny? Versus doslova jakýkoli jiný malý vibrující cokoli? **Co přesně jsou řetězce ( a vlnolínky, klubička z dimenzí )** strunové teorie jako prvotní? ( **Když se takto zeptá titulovaný vědec, je to otázka legitimní. Když se takto zeptá laik, je to stupidní patafyzikální pitomost, potažmo u HDV je to fantasmagorie, která ničí lidové povědomí o správných poznatech o Vesmíru ...že pane Kulhánek ?** Pojdme udělat rychlý úvod do počátků teorie strun. **Myšlenka** začala v 60. letech snahou porozumět chování hadronových sbírek kvarků vázaných gluony silné jaderné síly, která zahrnuje protony a neutrony i mezony, které jsou kombinací kvarku a antikvarku. Zvláštnosti interakcí mezi dvojicemi mezonů, stejně jako lichý vztah mezi jejich úhlovým momentem a hmotami. Navrhla, že kvarky v mezonech jsou spojeny, uhodli jste, strunami. V tomto případě jsou struny roztažené trubice silné jaderné síly. Vibrační pružné pásy vyrobené z gluonů. ( **to je stále pouze abstraktní vize, stejné hodnoty jako je abstraktní vize mé HDV o tom, že ty kvarky, gluony, atd. jsou vyrobeny „sbalíčkováním-klubičkováním“ 3+3dimenzí čp.** ) Mnoho práce šlo do zjišťování kvantové teorie silné interakce založené na fyzice řetězců. **Mnoho teoretické matematické práce...** Tato teorie měla určitý úspěch, ale trochu se zasekla a nakonec ji nahradila kvantová chromodynamika. **Ta je vynikající.** Jedním z důvodů, proč se tato silná silová verze teorie strun zasekla, je to, že **předpovídala** existenci neočekávaných a nežádoucích vibračních režimů v gluonovém poli těchto řetězců . **matematika selhala ??** Co je vibrační režim v kvantovém poli? Je to částice. **To je naprosto smělá vize. Kdyby jí strunoví fyzikové řekli poprvé v české kotlině před**



protiargumenty, aby jí potopil a poslal na smetiště...pouze to urážení, ponižování a z toho neskutečné utrpení, které jsem za 40ti letou dřinu nasbíral ( Pochopitelně práci nikoliv za žold v nějakém Fermilabu či CERNu jako ho dostávají V Š I C H N I fyzikové světa, kteří ve fyzice pracují ). To je sakra požadavek. Abychom porozuměli kvantovým řetězcům, nejprve se musíme podívat na běžné řetězce, které jsou chladnější, než si myslíte. Klíčem je, že struny mohou nést vlny a pokud má struna konce nebo je svázaná ve smyčce, pak **vlna skončí překrývající se sama se sebou** Tuto vizi a představu já vykládám už 20 let po internetu, že : vlnobalíčky z dimenzí se „uvnitř“ krouží do všelijakých topologických smyček, to znamená, že je-li „venkovní šipka času“ stále do budoucnosti, může „uvnitř“ balíčku částice se zakroužit „do protisměru šipky času“ a to na malý superkrátký časový interval. Toto opačné zakroužení časové dimenze dělají antičástice. (?) že „čas uvnitř“ běží naopak, čili v nich zřejmě běží čas s opačnou šipkou času. → Nutno ještě promyslet. V takovém případě získáte stojatou vlnu Zhruba řečeno, když se tyto pohybující se vlny navzájem překrývají, mohou buď skládat, nebo rušit konstruktivní nebo destruktivní interference. **Viz virtuální páry částic ve vakuu..** Konstruktivní k interferenci dochází pouze v případě, že vlnová délka vlny zapadá úhledně několikrát po délce řetězce. Pak se fáze překrývající se vlny shodují správným způsobem a tato vlnová délka / frekvence vlny se zvýší. Všechny ostatní frekvence mají tendenci vymírat. Výsledkem je, že pro daný řetězec jsou možné pouze určité frekvence. Odpovídající určitým energiím. Tyto rezonanční frekvence závisí na délce řetězce. Je to také napětí, které definuje vlnovou rychlost a tak souvisí frekvence s vlnovou délkou. To například vede ke specifickým frekvencím vibrací na struně kytary. Ale tento druh chování, kdy jsou povoleny pouze konkrétní režimy diskrétní energie, zní velmi kvantově. Řetězcoví teoretici nebyli první, kdo si toho všiml, Niels Bohr přišel s prvním kvantovým modelem pro oběžné dráhy elektronů tím, že je považoval za prsten jako stojaté vlny kolem atomu vodíku, ale kvantové řetězce jsou mnohem ambicióznější než nudné oběžné dráhy elektronů. Vyladěné správně, tyto diskrétní vibrační režimy mohou být vyrobeny tak, aby odpovídaly **vlastnostem známých částic**. Všechny 24 částic Standardního modelu má tedy „svůj“  **tvar** sbalení balíčku a souvisí to pak s „vlastnostmi“ částic, potažmo sil. Hmotnost je vlastnost, spin, náboj, a všechna kvantová čísla jsou **vlastnosti** onoho topologicko-geometrického provedení částic. Částicová **hmotnost** právě vychází z délky řetězce ( tu vidět, že vize TS neprotiřečí názoru HDV.) a je to napětí, napětí je koneckonců jen energie na jednotku délky. Délka řetězce definuje hmotnost. **V mé vizi definuje hmotnost „tvar“ zakroučení dimenzí...a nejen hmotnost ale i další vlastnosti hmoty** Ale také definuje,  **který komplexní vibrační režimy jsou možné a tyto režimy zase definují vlastnosti částic, no a shoda TS a HDV je tu potvrzena jako je elektrický náboj a spin, takže toto je velký příslib teorie strun.** Takže, pane Kulhánek a spol. : od samého začátku pro tvorbu HDV vedu stejnou logiku úvah o „parametrech -kvantových číslech“ elem. částic, tedy stejnou fantasmagorii jako strunoví teoretici. Já matematiku neumím..., nevím kde mají strunaři potíže, ale vím, že by jim neuškodilo zauvažovat nad mou vizí, že „struna“ není z „ničeho“ a pak oni manipulují tím „fluidem“, ale jsou to dimenze časoprostorové, které jsou pravým reálným faktem pro řešení. Tudy půjde  **Nová fyzika**. Definováním jediného parametru by mělo být automaticky definováno napětí řetězce nebo ekvivalentně měřítko délky řetězce všechny možné částice. **TS manipuluje pouze s délkou měřítka u strun aby vyřešila hmotnost, energii, a další vlastnosti elem.částic..., to je dost plytké ; vlnobalíčky z dimenzí je úchvatná podívaná , nemyslíte ?** → <http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=ea> Porovnejte tento parametr s dalšími 19 volnými parametry standardního modelu. **Tady budu citovat WIKIPEDII : Přestože experimentální důkazy potvrzují předpoklady standardního modelu, mnoho fyziků tento model považuje za nedostatečný, protože obsahuje množství neurčitých parametrů, množství základních částic a jiné více teoretické úvahy jako hierarchický problém. Existuje několik spekulativních teorií mimo standardní model, které se pokoušejí odstranit tyto nedostatky.** Určitě to zní blíže k

základní teorii. Dobře, rekapitulujme, máme tyto jednorozměrné struktury Planckovy stupnice, které mohou být ve smyčkách v balíčcích jako má HDV nebo rozšířené, mají vibrační režimy, které definují vlastnosti částic. Doslova jako by autor opisoval z mé HDV. Mimochodem, tyto vibrace stojaté vlny. Nejste nějaká abstraktní vnitřní vlna, řetězce jsou skutečné fyzické prameny a vlny jsou ve skutečném prostoru kroutí, autor opisuje HDV ale co jsou to fyzické prameny? běžné odpovědi zahrnují čistou masovou energii základní neredukovatelnou existenci. Topologické nepravidelnosti ve struktuře reality já žasnu ..nebo nejběžnější odpověď. Je to nesmyslná otázka. Jsou zásadní, takže nejsou vyrobeny z ničeho, co ?.já zírám (!! ) nebo jinými slovy z materiálu známého jako zavírání a počítání onia. Úžas, to slyším poprvé za 40 let že by fyzik strunový teoretik upustil od „neochvějně“ vize že ty struny jsou z Ničeho. To čtu poprvé za 40 let. A taky : co to jsou onia ? Nerozumím. Většina strunových teoretiků se více zajímá o to, co struny nedělají, z čeho jsou vyrobeny. ?? To mě udivuje,. Že sem ještě nečetl nové vize „z čehože jsou struny“ když né z Ničeho..?! Takže, co dělají? : Dobře vibrují, zjevně mohou držet energii. (( aby vibrovaly musí jím být dodána energie anebo naopak : tím že vibrují vyrábí energii ? Kdo je tedy „rozvibruje ? )) Mohou se roztahovat, mohou se také sloučit a rozdělit od sebe. Základní klubička-vlnobalíčky se rozdělit už nemohou, jen konglomeráty. Tyto poslední vlastnosti jsou důležité, protože to dává mechanismus pro interakci částic strunové teorie a jejich rozpad na jiné částice. Chce snad ST říci, že struny se trhají na jiné částice ? tedy že „obecná struna“ jsou „všechny částice, které když fragmentujeme, dostaneme tím „základní částice“ Standardní model částic ??? jóó... Tento obrázek spojování řetězců a rozdělení je obrovská síla teorie. Takovou „sílu teorie“ má HDV taky. Řeší jeden z hlavních problémů s kvantováním gravitace. Kvantovou gravitaci bych momentálně z výkladu a komentářů vypustil. Je to nelineární problém. Viz → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_030.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_030.jpg) Možná si pamatujete z naší epizody o kvantové gravitaci, pokud se pokusíte popsat gravitační interakce na menších měřítcích, energie potřebné k interakci v tomto měřítku produkují černé díry. Neexistuje žádný způsob, jak dokonce myslet na tvar gravitačního pole na Planckově stupnici. V mikrosvětě panuje „lineární svět interakcí“. Gravitace panuje v makrosvětě a je to „křivost dimenzí čp“ v nelineárním tvaru. Je zapotřebí se zamyslet nad touto otázkou → To nevytváří beznadějnou teorii konfliktních řetězců to opravuje, protože graviton je smyčka, nikoli bodová částice, její interakce jsou rozmazané kolem tohoto řetězce a snadno se vyhýbají výbuchu matematických nekonečností. Dostanete se pod Planckovu délku. To vše zní skvěle a mimochodem nefunguje pro žádnou jinou geometrickou strukturu než pro 1D strunu. Tady to nesedí, je tu rozdílnost vize. TS vyrábí všechny element. částice pouze ze struny, která je jednodimenzionální. HDV vyrábí elem. částice z 3+3D a navíc i z extra-dimenzí. Takže vibrující kytarové struny, ano. Bicí kůže, ne. Bohužel to nebude tak snadné. Tuším, neschopnost je v matematické konstrukci oné myšlenky „jednodimenzionální struny“ že se musí „ponořit“ ( nebo pomnožit ?? ) do 10+1 dimenzí... Jo, samotné řetězce jsou 1D, ale dokonce chceme produkovat vlastnosti známých částic. Potřebují vibrovat ve více než jen třech dimenzích prostoru. Ve skutečnosti teorie funguje pouze v přesně devíti prostorové dimenze plus jedna pro čas. Plus jedna pro M teorii, ke které se v krátkosti vrátíme bez přesně tohoto počtu dimenzí. Nezákáte gravitony ani jiné bezhmotné částice. Podíváme se na to, proč v budoucích epizodách teorie je to ale přinejmenším trapné. Je to teorie, která funguje ve vesmíru, který zjevně není náš vlastní se svými ubohými třemi rozměry vesmíru. HDV nabádá k vizi, že „vyšší stavy dimenzí“, tj. křivější realita čp, „plavou“ v méně křivých stavech čp. Základním rastroem, předivem, mřížkou dění je 3+3 dimenzionální euklidovský časoprostor a v něm „plavou“ další časoprostory, tedy jiné křivější „stavy“ dimenzí. To je ta myšlenka. ( je dokonce podobná éteru který byl práááávé z toho „Ničeho“. Kdyby byl éter „z dimenzí čp“, křivých, to už by byla jiná alternativa....a možná by se i ujala = éter z dimenzí čp ale křivých...a ten „plave“ v základní mřížce 3+3. Ale tento druh věcí neodrazuje teoretiky

strun. 50-60 let. U cíle nejsou. Proč ?? Existuje způsob, jak **přidat** další prostorové dimenze, Kam strunová fyzikové přidávají ty další extra dimenze, kam ? to je ten jejich problém. Oni destrukují náš základní časoprostor na nějaký n-dimenzionální stav. To není dobře. Mnohem elegantnější je že „křivější stavy dimenzí „plavou“ ( jsou vnořeny ) do méně křivých časoprostorů ... které jsou stále v souladu s naším **vnímaným 3D** vesmírem, a o to jde, že strunaři destrukují základní podstatu vesmíru = 3+3 časoprostor. 3+3D je geometrický čp a...a extra-dimenze jsou „matematická nástavba“ pseudodimenzí, které se zabudovávají do hmoty. abychom dostali naše hlavy kolem tohoto. Představte si, že jsme žili ve 2D vesmíru. To známe...ale vezměte tu mou variantu PŘEDSTAV ; proč si mám představovat svět v 2D když si můžu p ř e d s t a v o v a t jiný svět, svět „křivých zamotaných dimenzí do klubíček – a ty jsou pak hmota. Proč si to také nemůžete „představovat“ ? Vnímáme pouze obří směry x a y. Ale co když rovina není skutečně plochá? Co když směr z? Má malou šířku. Toto je dimenze pac-man. Projděte malou šířku této dimenze a ocitnete se tam, kde jste začali. Velmi malé objekty, jako jsou kvantové řetězce, by mohly prozkoumat tu extra dimenzi a důležitě v ní oscilovat. **Jistě, placatí mravenci 2D považují třetí dimenzi za extra-dimenzi. My lidé 3+3D si představujeme extra dimenze jak ? Já v HDV tak jak popisuji. A co Vy ?** Ale my obří dřevařství Flatlanders by neměli tušení, že existuje. Dobře, teď to zvětšete o tři velké rozměry prostoru a šest malých rozměrů Pac-Mana, které zažívají pouze řetězce. **No vida abstrakce Vám jdou, mě taky.** Voila teorie strun je uložena Moderní m-teorie **navrhuje** ( **já taky navrhuji, každý navrhuje..**) další velkou prostorovou dimenzi našeho vesmíru 3d prostoru a 1d čas, je jako flatland na tomto 5d **objektu zvaném 5-braná m-teorie** spojuje různé verze teorie strun, protože demonstruje některé **filozoficky fascinující** duality mezi různými způsoby uvažování o dimenzích. **Chápu...ale vy nechápete HDV a to především proto, že jste jí nečetli, odmítli jste jí číst proto, že jí vymyslel magor, mašibl, což si všichni čeští fyzikové myslí jen proto, že na začátku (cca r. 2004-2006 ) bylo pár darebáků, kteří měli nevymáchanou hubu (+ obrovskou nenávisť) a zahájili pomluvy, urážky a honičku na čarodějnicí.** Nakonec to také vede ke konečné dualitě. **To je holografický princip Trpělivost, kobyly.** Dostaneme se tam. **Přesné chování řetězců závisí na tvaru jejich kompaktních rozměrů** Jinými slovy, slovy HDV : **chování hmotových elementů z dimenzí do přesných tvarů-útvárů-geonů-vlnobalíčků , tj.provedení vykazuje realitu vlastností částic-hmoty i vzájemné chování hmoty-interakce.** Ve skutečnosti se z jednoho volného parametru v teorii řetězců stává konfigurace dalších dimenzí. **To už jsou pouze různobarevné verbální popisy stejné reality v HDV i TS.** Najděte správné umístění v této řetězcové krajině a dokonale popíšete vesmír, jediným problémem je, že existují odhadem 10 na sílu 500 možných možností a téměř žádný způsob, jak zjistit, který z nich je náš. ? Teď se zdá, že teorie strun je ve slepé uličce.**Proč ? asi matematickým zápisem. Varianta b) → HDV** To nepřineslo žádné potvrzené předpovědi. Někteří by řekli, že to nebylo proveditelné žádné předpovědi. Vyladění toho, že strunová krajina odpovídá našemu vesmíru, je skličující a možná nemožné. **Nechápu, proč svět opomíjí přečtení HDV, když já čas od času posílám své vize různým fyzikům po celém světě fyziky. To už je za 20 let mnoho tisíc email dopisů. ( mám je v archívu ).** V nadcházejících epizodách se podíváme hlouběji na úspěchy, neúspěchy i hluboké podivnosti teorie strun, **60 let výzkumu... stovky až tisíce vědců na tom pracuje ( ve vybavených laboratořích a ústavech se vzájemnými konzultacemi ) a výsledek ..??.“něco až nula“... Já také pracuji na HDV 40 let...výsledek nula ( tj. jen málo ) ale jsem sám proti všem, proti nesmírně silně nenávislné bandě v české kotlině. pak se můžete sami rozhodnout, zda přijmete základní strunnou povahu časoprostoru. Díky 23andme za podporu PBS Digital Studios a časoprostoru 23andme je osobní genetická společnost vytvořená, **aby pomohla** ( **mě nepomohl nikdo ač jsem prosil** ) lidem pochopit, co o nich říká jejich DNA, měsíc říjen je měsícem rodinné historie, což je skvělý čas prozkoumat a dozvědět se více o své vlastní rodině a předcích objev, který může vést k novým spojením s ostatními. Dozvíte se více na**

23andme.com/spacetime. Minulý týden jsme hovořili o základních **výpočetních limitech** našeho universa a Mimochodem, co by bylo potřeba k výpočtu simulace vesmíru na horizontu událostí černé díry. Podívejme se, co jste museli říct Roman R se ptá, zda by výpočet na horizontu událostí zažil masivní dilataci času ve vztahu k vnějšímu pozorovateli Takže jak vidíme výsledky výpočtu? Jo, to je problém. Opravdu? Výsledky výpočtu horizontu událostí nemůžete odečíst prakticky nikdy.

**Další komentáře si už odpustím..**

Ve videu jsem se zmínil, že byste odečetli výsledek Hawkingova záření, což by trvalo dlouho než zemřela poslední hvězda ve vesmíru, aby vám poskytla jen malý zlomek z tohoto čtení. Pomalé čtení Hawkingovým zářením je ekvivalentní k problému dilatace času Víte, co tyto počítače s černou dírou sají. Nebudeme stavět jeden. Několik z vás poukázalo na to, že počítač s černou dírou nemohl ukládat informace o dalších černých dírách a máte pravdu, toto je jeden z předpokladů, které jsme provedli při výpočtu. Náš supermasivní počítač s černou dírou je dostatečně velký obsahovat všechny informace v záření a hmotě Ale většina informací ve vesmíru je v černých dírách nebo přesněji Většina entropie nebo skrytých informací je v černých dírách Takže náš počítač s černými děrami nemůže obsahovat informace skryté ve všech černých dírách. Nemůže obsahovat ani informace z černých děr větší než ona sama Yuval Nehemia se vrátil ke starému videu, které mě cituje, jak říkám Neilovi deGrasse Tysonovi K simulaci vesmíru potřebujete počítač o velikosti vesmíru. V přímém rozporu se vším, co jsem nedávno řekl o sputání bekensteinu. Je těžké uvěřit, že jsem někdy řekl něco špatného, než se obávám, že mě Yuval chytil. Můžete postavit vesmírný simulátor menší než vesmír. Vesmírný simulátor, který byste postavili uvnitř tohoto vesmíru, má limity Nemohl simulovat vesmír tak dokonale, že by simulovaný vesmír mohl obsahovat i stejně dobrý vesmírný simulátor Neexistuje žádná nekonečná sada vnořených simulátorů Jak jsem řekl, náš počítač s černou dírou je pouze simulace částic, ne černé díry Je to jako jednoduchá pole logických hradel, která lidé vytvářejí uvnitř Minecraft Emulátorů, nikdy nejsou tak efektivní, jak nám původní hardware Sam Gil říká, že toto bylo nejnudnější video, jaké jsem kdy viděl. Musím říct, že mi to trochu lichoť. Už jste byli na YouTube? Dokonce i PBS Digital Studios má velkolepé uchazeče. A co ten, kde Johansson nedělá nic jiného, než lízat lízátko více než 17 minut? Nebo doslovné „nejnudnější video všech dob“ Vanessy Hill? To je vlastně docela zajímavé

.....

Diváci jako vy pomáhají s tvorbou PBS (děkujeme ☐). Podpořte místní členskou stanicí PBS zde: <https://to.pbs.org/DonateSPACE> Chcete-li se dozvědět více o 23andMe, přejděte na <https://23andme.com/spacetime> **Proč struny? Z čeho jsou vyrobeny? Jak vůbec fyzici přišli s tímto bizarním nápadem?** A co je to za nesmysl zvláštních extra rozměrů? Můžete nás dále podporovat na Patreonu na <https://www.patreon.com/pbsspacetime> Získejte své vlastní tričko Time Time na <http://bit.ly/1QlzoBi> Tweetujte u nás! @pbsspacetime Facebook: facebook.com/pbsspacetime Napište nám e-mail! pbsspacetime [at] gmail [dot] com , [pbsspacetime@gmail.com](mailto:pbsspacetime@gmail.com) Komentář k Reddit: <http://www.reddit.com/r/pbsspacetime> **Pomozte přeložit naše videa!** [https://www.youtube.com/timedtext\\_cs\\_ ...](https://www.youtube.com/timedtext_cs_...) Předchozí epizoda: Computing a Universe Simulation [https://www.youtube.com/watch?v=0GLgZ ...](https://www.youtube.com/watch?v=0GLgZ...) Hostitel: Matt O'Dowd Napsal Matt O ' Dowd Graphics od Luka Maroldiho Asistent pro střih a zvukový design od Mike Petrowa Vytvořil Kornhaber Brown ([www.kornhaberbrown.com](http://www.kornhaberbrown.com)) Ve fyzice bychom rádi zredukovali náš popis mechaniky reality do nejjednodušší možné podoby. Očekáváme, že nezákladnější strojní zařízení bude mít co nejméně pohyblivých částí - nebo volné parametry. Proto je standardní model částicové fyziky považován za neúplný. Jeho rovnice předpovídají mnoho věcí s ohromující přesností, ale nejprve vyžadují, abychom vyladili mnoho matematických knoflíků a číselníků. Musíme použít fyzikální měření k opravě

19 volných parametrů, jako jsou hmotnosti částic. A pak je tu gravitace, která se do standardního modelu vůbec nehodí. Určitě tedy existuje hlubší sada ozubených kol a kol - teorie, která přináší všechny pozorovatelné jevy do stejného mechanického rámce. To by byla teorie všeho a toto je velká naděje teorie strun.

JN, 29.05.2021

\*\*\*\*\*

<https://www.youtube.com/watch?v=k6TWO-ESC6A> v angličtině originál →

Thank you to 23andme for supporting PBS Digital Studios .You may have heard the usual pop sci description of string theory. There are these tiny vibrating strings and That's where all the forces particles including gravity in the entire universe come from This raises more questions than it answers Like why strings? What are they made of? (Here [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_001.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_001.pdf) the great scientist L. Motl made fun of this question I asked him in 2001.) And what's all this nonsense of extra dimensions? In physics we like to reduce our description of the mechanics of reality down to the simplest possible form We expect the most fundamental machinery to have the fewest possible moving parts or free parameters This is why the standard model of particle physics is considered incomplete. Its equations predict many things with stunning accuracy But they first require us to tune many mathematical knobs and dials we need to use physical measurement to fix 19 free parameters like the masses of particles and Then there's gravity which doesn't fit into the standard model at all so surely there exists a deeper set of cogs and wheels A theory that brings all observable phenomena into the same mechanical framework That would be a theory of everything and this is the great hope of string theory. In the following episodes We're going to explore the gory details of string theory, but today it's string theory 10+1 Where did this crazy idea come from? I mean why tiny vibrating strings? (and wavy lines, wavepacked, balls of dimensions) Versus literally any other tiny vibrating anything? What exactly are the strings of string theory first? Let's do a quick primer on the origins of string theory. The idea started in the 60s with efforts to understand the behavior of hadrons collections of quarks bound by the gluons of the strong nuclear force That includes protons and neutrons as well as mesons, which are a combination of a quark and an antiquark Peculiarities in the interactions between pairs of mesons as well as an odd relationship between their angular momenta and masses Suggested that the quarks in mesons are connected by, you guessed it, strings In this case, the strings are stretched out tubes of strong nuclear force Vibrating elastic bands made of gluons. (It's still just an abstract vision, the same values as the abstract vision of my HDV that the quarks, gluons, etc. are made by "packing-geon" 3 + 3-dimensions spacetime.) A lot of work went into figuring out a quantum theory for the the strong interaction based on the physics of strings The theory had some success but kind of got stuck and was ultimately replaced by quantum chromodynamics One of the reasons this strong force version of string theory got stuck is that it predicted the existence of unexpected and unwanted vibrational modes in the gluon field of these strings. What's a vibrational mode in a quantum field? It's a particle. And one of those modes appeared to be a massless spin-2 particle. But the only hypothetical massless spin-2 particle is the graviton, the conjectured quantum particle of the gravitational field If the gravitational field is made of quantum particles .Which it might be we really don't know. Mass is a "property" of an elementary particle But if it is, then the quanta of gravity should have an uncanny resemblance to the type of particle produced by this little investigation into hadronic strings \* except that there's no way anything like the graviton should appear in that sort of string. This realization came in the early 70s A bold new proposal emerged forget mesons What if the math of this theory could be used in a theory of quantum gravity? in fact, what if all force carrying particles result from oscillations

in tiny strings? All we needed was to make the strings a bit smaller. Like 20 orders of magnitude smaller Shrinking from the size of a proton to the Planck scale Roughly the scale of the difference between the Milky Way galaxy and your living room Oh, and we needed to add 22 dimensions to the familiar 4. No biggie This was so-called bosonic string theory If it worked it would have been a candidate for a grand unified theory combining all known forces But why stop there? If wiggly strings can explain force carrying bosons, Why not also the fermions that comprise matter? Through the 70s and 80s, several proposals Introduced the idea of supersymmetry to bring the fermions and bosons into the same theoretical framework The resulting super string theory sought to become an all-encompassing mechanism to explain the underlying workings of our entire reality. A theory of everything. As an added bonus this ambition also shaved off a bunch of dimensions Only ten were needed once fermions were added. Then in 1995 Ed Witten brought the many forms of super string theory together into the single framework of M theory All for the low price of adding only one more spatial dimension for an eleven dimensional theory Okay enough for the history lesson. Let's talk strings. So wiggly strings could explain the whole universe That's a hell of a claim. To understand quantum strings, first we need to look at regular strings they're cooler than you think. The key is that strings can carry waves and If the string has ends or is tied in a loop then a wave will end up overlapping with itself In that case you get a standing wave Roughly speaking when these travelling waves overlap each other they can either stack up or cancel out constructive or destructive interference Constructive interference only happens if the wavelength of the wave fits a neat number of times along the length of the string Then the phases of the overlapping wave match in the right way and that wavelength / frequency of the wave is enhanced All other frequencies tend to die out The result is that for a given string only certain frequencies Corresponding to certain energies are possible. These resonant frequencies depend on the length of the string Also, it's tension which defines wave velocity and so relates frequency to wave length For example, this leads to the specific frequencies of vibration on a guitar string But this sort of behavior, where only specific discrete energy modes are allowed sounds very quantum like String theorists weren't the first to notice this Niels Bohr came up with the first quantum model for electron orbits by thinking of them as ring like standing waves around the hydrogen atom but Quantum strings are much more ambitious than boring electron orbits The hope is that tweaked just right, those discrete vibrational modes can be made to match the properties of known particles Particle mass just comes from the length of the string and it's tension tension is after all just energy per unit length string length defines mass But also defines which complex vibrational modes are possible and those modes in turn define particle properties like electric charge and spin So this is the great promise of string theory. By defining a single parameter the string tension Or equivalently string length scale all of the possible particles should be automatically defined Compare that one parameter to the 19 free parameters of the standard model It sure sounds closer to a fundamental theory. Okay recap, we have these Planck scale One-dimensional structures that can be in loops or extended they have vibrational modes that define particle properties By the way, those vibrations the standing waves You're not some abstract internal wave the strings are real physical strands and the waves are wiggles in actual space But physical strands of what? common answers include pure mass energy fundamental irreducible existence Topological irregularities in the fabric of reality or the most common answer. It's a meaningless question. They are fundamental so not made of anything or in other words a material known as shut-up-and-calculate-onium Most string theorists are more interested in what strings do not what they're made of So, what do they do? Well vibrate obviously they can hold energy They can stretch they can also merge and split apart These last properties are important because it gives a mechanism for the particles of string theory to interact and to decay into other particles This picture of strings coming together joining and splitting apart is



a huge strength of the theory It solves one of the main problems with quantizing gravity Maybe you remember from our episode on quantum gravity if you try to describe gravitational interactions on the smaller scales, the energies required to interact on that scale produce black holes There's no way to even think about the shape of the gravitational field on the Planck scale That doesn't produce a hopeless conflict string theory fixes this because the graviton is a loop not a point particle its interactions are Smeared around that string handily avoiding the explosion of mathematical infinities You get below the Planck length All this stuff sounds great and by the way doesn't work for any other geometrical structure other than a 1d string So vibrating guitar strings, yes. Drum skins, no. Unfortunately, it's not going to be this easy Yeah, the strings themselves are 1d but to even start to produce the properties of known particles They need to vibrate in more than just the three dimensions of space In fact, the theory only works in precisely nine spatial dimensions plus one for time Plus one for M theory, which we'll come back to in short without exactly this number of dimensions You don't get gravitons or any other massless particle. We'll look into why in future episodes But this is awkward to say the least. It's a theory that works in a universe That is clearly not our own with its measly three dimensions of space. But this sort of thing doesn't deter string theorists There's a way to add extra spatial dimensions that is still consistent with our perceived 3d universe to get our heads around this Imagine we lived in a 2d flatland universe. We only perceive the giant x and y directions But what if flatland isn't truly flat? What if the z-direction? Has a tiny tiny width back where you started Very tiny objects like quantum strings could explore that extra dimension and importantly oscillate in it But we giant lumbering Flatlanders would have no clue it existed Okay now scale this up three large dimensions of space and six tiny pac-man dimensions That only strings experience. Voila string theory is saved Modern m-theory proposes an additional large spatial dimension our universe of 3d space and 1d time is like flatland on this 5d object called a 5-brane M-theory unites different string theories because it demonstrates some philosophically fascinating dualities between different ways of thinking about the dimensions Ultimately, it also leads to the ultimate duality. That is the holographic principle Patience, grasshoppers. We will get there. The exact behavior of strings depend on the shape of their compact dimensions In fact the single free parameter in string theory becomes the configuration of the extra dimensions Find the right location in this string landscape and you perfectly describe the universe the only issue is that there are an estimated 10 to the power of 500 possible choices and almost no way to figure out which one is ours Right now string theory appears to be at an impasse. It has produced no confirmed predictions Some would say it's made no testable predictions Tuning that string landscape to match our universe is daunting and perhaps impossible Yet despite this impasse its promise and its elegance has convinced many that it must be right or at least the right path In coming episodes will look deeper into both the successes, the failures, and the profound weirdnesses of string theory then you can decide for yourself whether you accept the fundamental stringy nature of space-time Thanks to 23andme for supporting PBS Digital Studios and space-time 23andme is a personal genetic company created to help people understand what their DNA says about them the month of October is Family History Month, which is a great time to explore and learn more about your own family and ancestry a discovery that can lead to new connections with others You could learn more by going to [23andme.com/spacetime](https://23andme.com/spacetime) Last week we talked about the fundamental computational limits of our universe and Incidentally what it would take to compute a universe simulation on the event horizon of a black hole Let's see what you had to say RomanR asks Whether computation at an event horizon would experience massive time dilation relative to an outside observer So how do we see the results of the computation? Yeah, that's an issue Really? You can't read off the results of an event horizon computation until practically ever I mentioned in the video that you'd read off the result in Hawking radiation Which would take until long after

the last star in the universe has died to even give you a small fraction of that read out The slow read out by Hawking radiation is equivalent to the time dilation issue You know what these black hole computers suck. Let's not build one A few of you pointed out that a black hole computer couldn't store the information about other black holes and You're right this is one of the assumptions we made in the calculation Our supermassive black hole computer is only large enough to contain all information in radiation and matter But most of the information in the universe is in black holes or more accurately Most entropy or hidden information is in black holes So our black hole computer can't contain the information hidden in all black holes. It can't even contain the information from black holes larger than itself Yuval Nehemia went back to an old video that quotes me saying to Neil deGrasse Tyson To simulate the universe you need a computer the size of the universe. In direct contradiction with everything I've said recently about the bekenstein bound As hard as it is to believe that I have ever said anything wrong before I'm afraid Yuval has caught me out. You can build a universe simulator smaller than the universe That's it. The universe simulator that you'd build inside this universe has limits It couldn't simulate a universe so perfectly that the simulated universe could also contain an equally good universe simulator There's no infinite set of nested simulators Like I said our black hole computer is only simulating particles not black holes It's like the simple logical gate arrays that people build inside Minecraft Emulators are never as efficient as the original hardware Sam Gil tells us this was the most boringest video I've ever seen. I have to say I'm kind of flattered Have you been on YouTube? Even PBS Digital Studios has spectacular contenders What about that one where Johansson does nothing but lick a lollipop for over 17 minutes? Or Vanessa Hill's literal "The Most Boring Video Ever"? That one's actually quite interesting