

<https://www.youtube.com/watch?v=9If-K9R3Ka4&t=13s>

## Where Are All The Hidden Dimensions?

**Kde jsou všechny skryté dimenze?**



### History of the Universe

856 tis. odběratelů

3 419 482 zhlédnutí 2. 7. 2022 [#stringtheory](#)

Start speaking a new language in 3 weeks with Babbel 🦉. Get up to 65% OFF your subscription → HERE: <https://go.babbel.com/t?bsc=1200m65-y...> -----  
----- Written by Joseph Conlon Professor of Theoretical Physics, University of Oxford Author, Why String Theory? <https://www.amazon.com/Why-String-The...> Edited and Narrated by David Kelly Thumbnail Art by Ettore Mazza Huge thanks to Oliver Knill for the use of his Calabi-Yau imagery, and Jeff Bryant for his. Footage from Videoblocks, Artgrid. Footage of galaxies from NASA Goddard. Image Credits: Democritus By Didier Descouens - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Aspen Centre for Physics By Éamonn Ó Muirí - Flickr: The Aspen Center for Physics, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Silesia By derivative work: Dunmerr (talk) - Wrocław\_1.jpg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> String theory SriVrushank(1840372), CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/...>, via Wikimedia Commons String theory t duality calculations Andrius.v, CC BY 3.0 <https://creativecommons.org/licenses/...>, via Wikimedia Commons Mobius Strip By 09glasgow09 - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> By Alex P. Kok - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Klein bottle By Ttrung - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Roman surface By en:user:A13ean - Transferred from en.wikipedia to Commons by Keyi., CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Calabi Yau Manifold By The original uploader was Lunch at English Wikipedia. - Transferred from en.wikipedia to Commons by Lunch. This diagram was created with Mathematica., CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Quintic By The original uploader was Floriang at German Wikipedia. - Transferred from de.wikipedia to Commons by Trockennasenaaffe using CommonsHelper. This diagram was created with Mathematica., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> Plant cells By Des\_Callaghan - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index...> 00:00 Introduction 04:15 The Fifth Dimension 10:03 A Theory of Strings 16:30 Visualizing The Invisible (Calabi-yau Manifolds) 22:31 Where Are The Hidden Dimensions? 33:01 Hunting For Evidence At The Beginning Of Time.



0:02

**(01)-** Fame, glory, riches and acclaim... For those whose dream it is to be recognised in their own lifetime, fundamental physics is not the best choice of career. Over two thousand years ago, the Greek philosopher Democritus speculated that matter, instead of arising from combinations of earth, air, fire and water, was built from tiny indivisible constituents called atoms. These atoms would be small, fundamental and indestructible, and he hypothesised that such atoms would be the basic ingredients of all the objects and all the matter that we see around us. This was called the atomic hypothesis. In time, this did turn out to be true – but not until sixty generations after Democritus had died at the end of his long and full life, and his own atoms had been laid to rest within the warm sun-baked Mediterranean soil. More recently, in 1783 the English clergyman-scientist John Michell was thinking about the implications of Newton's laws of forces and Newton's theories of gravity, when they were applied to the corpuscular theory of light. Michell conceived of bodies which could be sufficiently dense and sufficiently massive that the escape velocity from their surface would be even greater than the speed of light itself. In this case, Michell theorised, even light itself would be unable to escape, and these objects would be highly massive but totally dark. He named them 'Dark stars'. Michell's idea was clever, correct and revolutionary – and so far ahead of his time that it would be entirely forgotten for two centuries. It was only in the 1970s, at a time when the first astrophysical Black Holes were being discovered, that his work was remembered again. Atoms as matter's building blocks, and black holes as compact astrophysical objects – two ideas first conceived of centuries before they were widely acknowledged to be true. To this we can, perhaps, add a further, even more revolutionary idea. An idea first suggested by Theodor Kaluza in the early 1920s, an idea mused on by Einstein himself, but still argued about today. This is the idea that there are extra, as yet undiscovered, dimensions to space. Additional, hidden, directions beyond up and down, across, x y and z. Directions we have never yet been able to perceive. But what would this mean? Where would such dimensions exist - and what would they look like? And how would we – ever – be able to detect them? This video has been kindly sponsored by Babel. Einstein spoke German, Curie spoke French, Dirac was English. Groundbreaking physics is an international effort, and that was only in 1927. Today, our world is more multilingual and global than ever - so being multilingual is hugely helpful. It's a simple, fun way to learn the basics and more - Babel starts you straight from the beginning with conversational tools it's focused on helping you communicate, not solve grammar puzzles - its lessons having been designed by real teachers with real life experience, not algorithms or AI It even has a podcast

section - I have personally found podcasts an amazing way to improve my Spanish, and Babbel has lots of different fun ways to help you absorb the language in a natural, native way. So click on the link to get up 65% off your subscription, and start learning one of 14 languages available. Thanks to Babbel for supporting educational content on YouTube. The Fifth Dimension This story starts in 1916, in the midst of the largest and bloodiest war the world had ever seen. While the meat grinder of the Somme ate up the youth of Europe, the thoughts of Albert Einstein were on higher and more eternal matters. For the last ten years, Einstein had been attempting to extend his Special Theory of Relativity, developed in 1905, to include gravity. After many false starts, he finally succeeded, and formulated his General Theory of Relativity. This turned gravity – the force we have all been familiar with since we were babies – into geometry, the curved geometry of four spacetime dimensions. It was a beautiful theory – but a hard one to understand. The mathematics was unfamiliar, the physics seemed obscure and any possible experimental consequences seemed few and far away. One of the physicists grappling with this new and remarkable theory of Einstein was Theodor Kaluza. Kaluza had been born into a vanished society – Silesia, as a part of Prussia under the German Imperial Kaiser. He grew up in the cultured university city of Königsberg, where his father was an academic, drinking long and deep from the intellectual values of traditions of German-speaking Europe and its great universities. The places and society he grew up have now utterly vanished or changed – Silesia has long since been part of Poland, while

.....

**(01)-** Sláva, sláva, bohatství a uznání... Pro ty, jejichž snem je být uznán za jejich života, není základní fyzika tou nejlepší volbou kariéry. Před více než dvěma tisíci lety řecký filozof Democritus spekuloval, že hmota místo toho, aby vznikla kombinací země, vzduchu, ohně a vody, byla postavena z malých nedělitelných složek zvaných atomy. Tyto atomy by byly malé, základní a nezničitelné a on předpokládal, že takové atomy budou základními složkami všech objektů a veškeré hmoty, kterou kolem sebe vidíme. Tomu se říkalo atomová hypotéza. Časem se to ukázalo jako pravda – ale až po šedesáti generacích poté, co Democritus na konci svého dlouhého a plného života zemřel a jeho vlastní atomy byly uloženy k odpočinku v teplé, sluncem rozpálené středomořské půdě. Nedávno, v roce 1783, anglický duchovní a vědec **John Michell** přemýšlel o důsledcích Newtonových zákonů sil a Newtonových teorií gravitace, když byly aplikovány na korpuskulární teorii světla. Michell si představoval tělesa, která by mohla být dostatečně hustá a dostatečně masivní, aby úniková rychlost z jejich povrchu byla dokonce větší než rychlost samotného světla. V tomto případě, teoretizoval Michell, by ani samotné světlo nemohlo uniknout a tyto objekty by byly vysoce masivní, ale zcela tmavé. Pojmenoval je „Temné hvězdy“. Michellův nápad byl chytrý, správný a revoluční – a tak daleko před svou dobou, že by byl na dvě století zcela zapomenut. Teprve v 70. letech 20. století, v době, kdy byly objeveny první astrofyzikální černé díry, se jeho dílo znovu připomnělo. Atomy jako stavební kameny hmoty a černé díry jako kompaktní astrofyzikální objekty – dvě myšlenky, které se poprvé objevily po staletí předtím, než byly široce uznány za pravdivé. K tomu můžeme snad přidat další, ještě revolučnější myšlenku. Myšlenka, kterou poprvé navrhl **Theodor Kaluza** na počátku 20. let 20. století, myšlenka, o níž přemýšlel sám Einstein, ale dodnes se o ní vedou spory. To je **myšlenka, že prostor má další, dosud neobjevené, dimenze**. Další, skryté, směry za nahoru a dolů, napříč, x y a z. Směry, které jsme ještě nikdy nebyli schopni vnímat. Ale co by to znamenalo? Kde by takové dimenze existovaly – a jak by vypadaly? A jak bychom je – kdy – mohli odhalit? Toto video bylo laskavě sponzorováno společností Babbel. Einstein mluvil německy, Curie francouzsky,

Dirac byl Angličan. Průkopnická fyzika je mezinárodním úsilím, a to teprve v roce 1927. Dnes je náš svět vícejazyčný a globálnější než kdy jindy – takže být vícejazyčný je nesmírně užitečné. Je to jednoduchý, zábavný způsob, jak se naučit základy a ještě mnohem víc – Babel vás od začátku rovnou začne konverzačními nástroji, zaměřuje se na pomoc při komunikaci, ne na řešení gramatických hádanek – jeho lekce byly navrženy skutečnými učiteli se zkušenostmi z reálného života, nikoli algoritmy nebo AI. Má dokonce sekci podcastů – osobně jsem zjistil, že podcasty jsou úžasným způsobem, jak zlepšit svou španělštinu, a Babel má spoustu různých zábavných způsobů, jak vám pomoci vstřebet jazyk přirozeným, nativním způsobem. Klikněte tedy na odkaz a získajte 65% slevu na předplatné a začněte se učit jeden ze 14 dostupných jazyků. Děkujeme Babel za podporu vzdělávacího obsahu na YouTube. **Pátá dimenze**. Tento příběh začíná v roce 1916, uprostřed největší a nejkrvavější války, jakou kdy svět viděl. Zatímco mlýnek na maso Somme požíral evropskou mládež, myšlenky Alberta Einsteina se týkaly vyšších a věčných záležitostí. Posledních deset let se Einstein pokoušel rozšířit svou Speciální teorii relativity, vyvinutou v roce 1905, o gravitaci. Po mnoha chybných začátcích se mu to nakonec podařilo a zformuloval svou Obecnou teorii relativity. To změnilo gravitaci – sílu, kterou všichni známe už od dětství – v geometrii, **zakřivenou geometrii čtyř prostoročasových dimenzí**. Byla to krásná teorie – ale těžko pochopitelná. **Myslím nakonec, že pochopitelnější bude geometrie 3+3 dimenzionální...** Matematika byla neznámá, fyzika se zdála nejasná a jakékoli možné experimentální důsledky se zdály být velmi vzdálené. Jedním z fyziků, kteří se potýkali s touto novou a pozoruhodnou teorií Einsteina, byl **Theodor Kaluza**. Kaluza se narodil do zaniklé společnosti – Slezska, jako součást Pruska za německého císařského císaře. Vyrůstal v kultivovaném univerzitním městě Königsberg, kde byl jeho otec akademikem a dlouho a hluboce pil z intelektuálních hodnot tradic německy mluvící Evropy a jejích velkých univerzit. Místa a společnost, na které vyrostl, nyní zcela zmizela nebo se změnila – Slezsko je již dávno součástí Polska, zatímco .....

**(02)-** Königsberg has become Kaliningrad, host port of the Baltic Fleet of the Russian Navy. His ideas, however, remain. While thinking about Einstein's equations, Kaluza asked himself a striking question According to Einstein, geometry was dynamical and central to the physics of gravity. So – what would happen if Einstein's equations were instead written out for five spacetime dimensions (four space dimensions, and one time dimension) instead of the conventional three space dimensions and one time dimension? At first sight, this idea seems silly – or at least, a topic suitable only for a mathematician with no interest in the real world. In the world we live in, there are three directions (or dimensions) to space – not two and not four, but three. So, while it may be an interesting academic exercise to think about Einstein's equations in four spatial dimensions, it – surely! - cannot be of any relevance to the actual physical world that we live in. Surely not indeed – unless, Kaluza argued, the extra dimension was so small as to render it unobservable. In this case, the spatial geometry would consist of three large spatial dimensions and one small one. And so Kaluza wrote down Einstein's equations of general relativity for such a space – and solved them. The result was striking. The equations separated themselves, allowed themselves to be re-written in a different way - and then they came back together with an entirely different structure – one that can be read as a purely three-dimensional set of equations, describing Einstein's general relativity in three dimensions – plus the dynamics and interactions of an additional force that behaved in a very similar way to the electromagnetic force we are familiar with – plus again additional particles. Kaluza had found something stunning – gravity in four spatial

dimensions, in a limit of one invisibly tiny extra dimension, was equivalent to gravity in three spatial dimensions plus an electromagnetic force. He published his result in the Proceedings of the Prussian Academy of Sciences, with the paper sponsored by Albert Einstein himself. This result was amazing. It was deep. It was striking – and almost no one cared, not then and not for decades afterwards. Instead, this was a time of destruction. In the depressing world of politics, the rich culture and science of 19th century Germany, which had hosted and nurtured many brilliant Jewish scholars from Einstein downwards, was being slowly destroyed and perverted by the ascent of the cancerous ideology of NS and with its doctrines of racial purity and Aryan supremacy. In the more exalted and eternal world of physics, destruction – creative and fruitful destruction – was also the order of the day. During the 1920s and 30s, the new and radically mysterious world of quantum mechanics was being discovered, the previous foundations of the subject were being dissolved, and in the whole history of physics, there has been no better time to be young – with time on your hands, the world at your feet and atoms in your brain. General relativity, meanwhile, may have been deep and it may have been important. It was not, however, as exciting. Even in three spatial dimensions, general relativity in the 1920s, 1930s or 1940s had limited contact with observation. Add in an unobserved and hypothetical extra fifth dimension to the mix – and why should anyone spend their time on this, rather than the magical and revolutionary world of quantum mechanics then opening up? And so, first for years, and then decades, and then for the better part of a century the possibility of extra dimensions was relegated to the backwaters of science.

A Theory of Strings Nestling among the Colorado Rockies is the mountain town of Aspen, an expensive and exclusive home, or second home, for those rich enough to afford a residence among the beautiful surroundings. But alongside the socially elevated houses is a centre for physics, where physicists gather to discuss current projects and deep ideas about various topical areas. In 1984 a conference was being held. Two of the physicists attending, Michael Green of Queen Mary and Westfield College, part of the University of London, and John Schwarz of the California Institute of Technology, were some of the few keeping the flame alive for extra dimensions. As thunder rolled outside, Green and Schwarz worked out and presented their solution to a problem that was widely believed to render extra dimensions physically impossible. And as the Green-Schwarz solution became widely known, extra dimensions rapidly became one of the hottest topics in theoretical physics. What had happened? For many decades, physicists had ignored the idea of extra dimensions in favour of other, more exciting, ideas. Starting in the 1970s, however, one obscure and oddball idea

.....

**(02)-** Königsberg se stal Kaliningradem, **hostitelským** přístavem Baltské flotily ruského námořnictva. Jeho představy však zůstávají. Při přemýšlení o Einsteinových rovnicích si Kaluza položil nápadnou otázku: Podle Einsteina byla geometrie dynamická a ústřední ve fyzice gravitace. Takže – **co by se stalo, kdyby** Einsteinovy rovnice byly místo toho napsány pro pět prostoročasových dimenzí (čtyři prostorové dimenze a jednu časovou dimenzi) namísto konvenčních tří prostorových dimenzí a jedné časové dimenze? Na první pohled se tato myšlenka zdá hloupá – nebo alespoň téma vhodné pouze pro matematika bez zájmu o skutečný svět. Ve světě, ve kterém žijeme, existují tři směry (nebo dimenze) do vesmíru – ne dva a ne čtyři, ale tři. Takže, i když to může být zajímavé akademické cvičení přemýšlet o Einsteinových rovnicích ve čtyřech prostorových dimenzích, je to – jistě! - nemůže mít žádný význam pro skutečný fyzický svět, ve kterém žijeme. Určitě ne - ledaže by, tvrdil Kaluza, byl



extra rozměr tak malý, že by byl nepozorovatelný. V tomto případě by se **prostorová geometrie skládala ze tří velkých prostorových dimenzí a jednoho malého**. A tak Kaluza sepsal Einsteinovy rovnice obecné relativity pro takový prostor – a vyřešil je. Výsledek byl zářející. Rovnice se samy od sebe oddělily, nechaly se přepsat jiným způsobem – a pak se vrátily dohromady se zcela odlišnou strukturou – takovou, kterou lze číst jako čistě trojrozměrnou sadu rovnic, popisující Einsteinovu obecnou relativitu ve třech dimenzích – plus dynamika a interakce dodatečné síly, která se chovala velmi podobným způsobem jako elektromagnetická síla, kterou známe – plus opět další částice. **Kaluza našel něco ohromujícího** – gravitace ve čtyřech prostorových dimenzích, v limitu jednoho neviditelně malého rozměru navíc, byla ekvivalentní gravitaci ve třech prostorových dimenzích plus elektromagnetická síla. Svůj výsledek publikoval v Proceedings of the Prussian Academy of Sciences, přičemž článek sponzoroval sám Albert Einstein. Tento výsledek byl úžasný. Bylo to hluboké. Bylo to zářející – ale téměř nikoho to nezajímalo, ne tehdy a na celá desetiletí poté. Místo toho to byla doba zkázy. V depresivním světě politiky byla bohatá kultura a věda Německa 19. století, která hostila a vychovala mnoho skvělých židovských učenců od Einsteina dolů, pomalu ničena a přerušována vzestupem rakovinné ideologie NS a jejími doktrínami rasová čistota a árijská nadřazenost. Ve vznešenějším a věčném světě fyziky byla destrukce – kreativní a plodná destrukce – také na denním pořádku. Během dvacátých a třicátých let byl objeven nový a radikálně tajemný svět kvantové mechaniky, předchozí základy tohoto předmětu se rozpouštěly a v celé historii fyziky nebyl lepší čas být mladý – postupem času. Vaše ruce, svět u vašich nohou a atomy ve vašem mozku. Obecná relativita mezitím mohla být hluboká a mohla být důležitá. Nebylo to však tak vzrušující. I ve třech prostorových dimenzích měla obecná teorie relativity ve 20., 30. nebo 40. letech omezený kontakt s pozorováním. Přidejte do mixu nepozorovaný a hypotetický extra pátý rozměr – a proč by měl někdo trávit čas tím, spíše než tím, že se otevírá **kouzelný a revoluční svět kvantové mechaniky?** A tak byla nejprve na roky a poté desetiletí a pak na větší část století **možnost dalších dimenzí odsunuta** do zapadákovů vědy. **Jako HDV**. Teorie strun. Uhnížděný mezi Colorado Rockies je horské městečko *Aspen*, drahý a exkluzivní domov nebo druhý domov pro ty, kteří jsou dostatečně bohatí, aby si mohli dovolit bydlení v krásném prostředí. Ale vedle společensky vyvýšených domů je centrem fyziky, kde se fyzici scházejí, aby diskutovali o aktuálních projektech a hlubokých představách o různých aktuálních oblastech. V roce 1984 se konala konference. **To už jsem já měl 3 roky práce nad HDV za sebou**. Dva z přítomných fyziků, **Michael Green** z Queen Mary a Westfield College, součást Londýnské univerzity, a **John Schwarz** z Kalifornského technologického institutu, byli jedni z mála, kteří udržovali plamen naživu **pro další dimenze**. Když se venku valil hrom, Green a Schwarz vypracovali a představili své řešení problému, o kterém se všeobecně věřilo, **že činí extra rozměry fyzicky nemožnými**. A jak se Green-Schwarz řešení stalo široce známým, **a jak se to dělá aby nějaké řešení se stalo široce známým??**, **extra dimenze se rychle staly jedním z nejžhavějších témat teoretické fyziky**. Co se stalo? Po mnoho desetiletí **fyzici ignorovali myšlenku dalších dimenzí ve prospěch jiných, více vzrušujících myšlenek**. **Myšlenky HDV si nevšimli zatím 40 let!!! Kdy si všimnou? (je mi už skoro 80 let)**. Počínaje sedmdesátými léty však **se zrodila jedna obskurní a podivná myšlenka**

.....

**(03)-** appeared to require, for consistency, the existence of extra dimensions. This idea was string theory. String theory has a justified reputation as a difficult and complex subject. Its

origins, though, come from one single problem. Take the equations that describe a one-dimensional object under tension – think a violin string or a cracking whip. Promote these equations to a relativistic limit, where the ends move at the speed of light itself. Finally, take the quantum mechanical version of these equations – and study them. Take strings – make them relativistic, make them quantum mechanical – and you have the subject known as string theory. When the ideas of string theory were first developed – by the Italian physicist Gabriele Veneziano in the revolutionary summer of 1968, against a background of protest, a summer filled with students who were both rioting and rutting – the ideas of string theory were thought of as a possible explanation for the behaviour of the strong force, which binds the nuclei of atoms together. Despite five years of intense work from 1968 to 1973, this idea did not succeed. There were two major problems: the particles the theory predicted did not match those actually found in experiments on strong interactions, and more abstractly the theory simply broke – probabilities failed to add up to one – if space did not have an additional six spatial dimensions beyond the three we already know. This meant that string theory, by the early 1970s, seemed destined for the rubbish bin of failed ideas. But for a small number of physicists – including Green and Schwarz – something nagged. Many things about the theory worked surprisingly well – there were odd and unexpected cancellations that looked too good to be simply a coincidence. Why were these happening? Maybe string theory was actually something else? Maybe using string theory to describe the strong force was a desperate attempt to force a square peg into a round hole? Maybe, just maybe, they and others whispered in hushed voices, string theory was actually the quantum theory of the gravitational force - the long awaited theory that underlies everything. Were the strings of string theory the fundamental components of the universe? The response was disinterest. Why care? Quantum gravity was obscure. String theory was obscure. Put the two together – and the number of people working on the topic was literally a handful. For this was the great age of the Standard Model, and new particles were discovered almost every year. String theory in mid- to -late 1970s physics was about as fashionable as powdered wigs and top hats. It also appeared to be facing insurmountable problems. Any versions of string theory that tried to include the type of particle that make up the Standard Model appeared internally inconsistent: the probabilities in quantum mechanical computations, again, were failing to add up to one. What happened in rainy Aspen in 1984 was that Green and Schwarz found a way to solve this problem. The problem was one of what are called anomalies – for a whole host of calculations in the quantum theory, probabilities were not adding up to one. Every time this happened, the theory was marked as inconsistent. Green and Schwarz discovered a new, previously missed term in the calculations – and with this included, all these previous problems disappeared and the quantum theory was suddenly consistent again. Their result was – and is – called Green-Schwarz anomaly cancellation. As news of their result spread, string theory – a theory which required not one, not two, but six additional dimensions to space - became one of the most popular subjects in theoretical physics. It was a pivotal moment, and the thunderous storm outside echoed its import. The physics of extra dimensions, a subject that had previously scraped its existence on the fringes of respectability, was now the subject of an intellectual gold rush, as physicists flocked in to try and relate the physics of string theory, and its six extra dimensions, to the more familiar physics of four dimensions and the Standard Model. It had been proposed that the particles and forces of our world were born out of the different ways in which these fundamental strings could vibrate - and they needed ten dimensions to vibrate within, in

order to fit our reality. The quest for quantum gravity - a theory of everything that had haunted Einstein on his deathbed - was once again the centre of attention. Visualizing The Invisible (Calabi-yau Manifolds) "I was in San Diego with my wife one day [in 1984], looking out at the beautiful ocean," "The phone rang and it was my friends Andrew Strominger and Gary Horowitz. They were excited because string theorists were building up

.....

**(03)-** zdálo se, že pro konzistenci vyžaduje existenci dalších dimenzí. **Tato myšlenka byla teorie strun.** Teorie strun má oprávněnou pověst jako obtížné a složité téma. **Protože je nevěrohodná. Protože staví hmotu nikoliv „z dimenzí“, ale své struny staví „z Ničeho“ a z nich hmotu. Kdyby si tito elegantní fyzikové bývali všimli už dávno mé HDV a vyměnili v té své teorii „struny za dimenze“ veličin fyzikálních!!!, tak už dávno by byla jejich teorie a moje myšlenka propracována do úžasné TEORIE VŠEHO.** Jeho původ však pochází z jediného problému. Vezměte rovnice, které popisují jednorozměrný objekt pod napětím – představte si strunu houslí nebo práskání bičem. Posuňte tyto rovnice na relativistickou mez, kde se konce pohybují rychlostí samotného světla. Nakonec si vezměte kvantově mechanickou verzi těchto rovnic – a prostudujte je. **Vezměte struny – udělejte je relativistickými, kvantově mechanické – a máte předmět známý jako teorie strun. Ne. Vezměte 3+3 fyzikálních dimenze dvou veličin (Délka a Čas) a přidejte k tomu n+m extra dimenzí matematických a máte elegantní a jednoduchou zápisovou techniku nové teorie hmoty a jejich interakcí a sil v makrosvětě:**

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_112.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_112.pdf)

neobvyklá otázka

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_078.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_078.pdf)

variantní zápisová technika

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_096.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_096.pdf)

variantní zápisová technika

Když byly **myšlenky** teorie strun poprvé **vyvinuty** – italským fyzikem Gabrielem Venezianem v revolučním létě 1968, na pozadí protestů, léta plného studentů, kteří se bouřili a bouřili, byly myšlenky teorie strun považovány za možné vysvětlení chování silné síly, která k sobě váže jádra atomů. Přes pět let intenzivní práce v letech 1968 až 1973 **se tento nápad nezdařil.** Byly zde dva hlavní problémy: částice, které teorie předpovídala, se neshodovaly s těmi, které byly skutečně nalezeny v experimentech se silnými interakcemi, a abstraktněji se teorie jednoduše rozpadla – pravděpodobnosti se nepodařilo sečíst jednu – pokud by prostor neměl dalších šest prostorových dimenzí. Tři, které už známe. To znamenalo, že **teorie strun se na počátku 70. let zdála být předurčena k odpadkovému koši neúspěšných nápadů.**

Ale pro malý počet fyziků – včetně Greena a Schwarze – něco otravného. Mnoho věcí v této teorii fungovalo překvapivě dobře – byly tam zvláštní a neočekávané zrušení, které vypadaly příliš dobře na to, aby to byla pouhá náhoda. Proč se to stalo? **Možná byla teorie strun ve skutečnosti něco jiného? Možná bylo použití teorie strun k popisu silné síly zoufalým pokusem zatlačit čtvercový kolík do kulaté díry?** Možná, jen možná, tiše a ostatní šeptali, že teorie strun byla ve skutečnosti kvantová teorie gravitační síly - dlouho očekávaná teorie, která je základem všeho. Byly struny teorie strun základní složkou vesmíru? **Odpovědí byl nezájem. Dtto HDV.** Proč se starat? Kvantová gravitace byla nejasná. Teorie strun byla nejasná. Spojte je dohromady – a počet lidí, kteří na tomto tématu pracovali, **byla doslova hrstka.** **Pro HDV jich bylo ještě méně → jen já sám.** A to byl velký věk Standardního modelu a téměř každý rok byly objevovány nové částice. Teorie strun byla fyzika v polovině až konci 70. let minulého století asi tak módní jako napudrované paruky a cylindry. **Zdálo se také, že**



čelí nepřekonatelným problémům. Jakým? Byla to pohádka o slepičce a kohoutkovi...

Jakékoli verze teorie strun, které se pokoušely zahrnout typ částice tvořící Standardní model, se zdály vnitřně nekonzistentní: pravděpodobnosti v kvantově mechanických výpočtech opět selhávaly v součtu jedné. **V deštivém Aspenu v roce 1984 se stalo, že Green a Schwarz našli způsob, jak tento problém vyřešit.** Ó, o... Problém byl jeden z toho, čemu se říká anomálie – pro celou řadu výpočtů v kvantové teorii se pravděpodobnosti nerovnaly jedné. **Já výpočtům v Teorii strun nerozumím, ale jeden nápad bych měl: Princip střídání symetrií s asymetriemi** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_008.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_008.jpg) Pokaždé, když se to stalo, byla teorie označena za nekonzistentní. **Green a Schwarz** objevili ve výpočtech nový, dříve vynechaný termín – a díky tomu všechny tyto předchozí problémy zmizely a kvantová teorie byla náhle opět konzistentní. Jejich výsledek byl – a je – nazýván zrušením Green-Schwarz anomálie. Jak se zprávy o jejich výsledku rozšířily, teorie strun – teorie, která pro vesmír vyžadovala ne jednu, ne dvě, ale šest dalších dimenzí – se stala jedním z nejoblíbenějších předmětů teoretické fyziky.

Kdyby byla příroda jen a jen symetrická, nic by se nekonalo, nehýbalo, nevyvíjelo, vesmír by byl inertní...

Toto je principem střídání symetrií s asymetriemi v posloupnosti stavů, ( od big-bangu podnes ), ...příčemž zákony zachování – symetrie platí jen jako „stop-stavy“ průběžných změn ( rovněž tak i asymetrie platí jako stop-stavy ). Svě úvahy o tom jsem začal dávno. A na internetu jsou zveřejněny v modifikacích už v r. 2004 a 2005,

...zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_004.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_004.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_002.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_002.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_008.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_008.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_013.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_013.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i\\_141.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/i/i_141.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_082.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_082.jpg)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_052.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_052.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r\\_009.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r_009.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r\\_010.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r_010.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r\\_004.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r_004.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r\\_003.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r_003.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r\\_002.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/r/r_002.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_073.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_073.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_062.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_062.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_039.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_039.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g\\_044.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_044.pdf)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_008.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_008.jpg)

a zde → [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_002.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_002.pdf)

Byl to klíčový okamžik a bouřka venku odrážela jeho význam. Fyzika zvláštních dimenzí, předmět, který dříve seškraboval svou existenci na hraně úctyhodnosti, byl nyní předmětem intelektuální zlaté horečky, když se fyzikové nahrnuli, aby se pokusili uvést do souvislosti fyziku teorie strun a jejich šesti dalších dimenzí, ke známější fyzice čtyř dimenzí a standardnímu modelu. Bylo navrženo, že částice a síly našeho světa se zrodily z různých způsobů, kterými mohly tyto základní struny vibrovat - a potřebovaly deset dimenzí, aby uvnitř vibrovaly, aby odpovídaly naší realitě. Hledání kvantové gravitace – teorie všeho, co pronásledovalo Einsteina na smrtelné posteli – bylo opět středem pozornosti.

Visualizing The Invisible (Calabi-yau Manifolds) „Jednoho dne jsem byl v San Diegu se svou ženou [v roce 1984] a díval jsem se na krásný oceán,“ „Zazvonil telefon a byli to moji přátelé **Andrew Strominger a Gary Horowitz**. Nadšení, protože teoretici strun rostli

.....

**(04)-** models of the Universe and needed to know whether [Calabi-Yau] manifolds really existed. I was happy to confirm that they did." Mobius Strips. Klein bottles. Roman Surfaces. They are complex, mind-boggling, difficult to comprehend - but still geometries. And so it goes with the almost impossible to visualise extra six dimensions of string theory. Geometry as a subject goes back over two thousand years – Pythagoras’s theorem, Euclid’s textbook, circles, parallel lines, infinite planes...it is one of the oldest subjects in mathematics. And so we can ask: what possible shape could these tiny six extra dimensions take? Would they be built up from simpler and more familiar ingredients, such as straight lines, circles and ellipses? Or might they rather be radically unfamiliar objects with strange and unusual topologies, One of the most interesting, and most studied, examples of possible geometric shapes for the six extra dimensions are what are called Calabi-Yau manifolds, named after the Italian-American mathematician Eugenio Calabi and the Chinese geometer Shing-Tung Yau. These spaces had already attracted interest from mathematicians because of their beautiful complex geometry – ‘complex’ here as in complex numbers such as  $i$  - the sum of a real and imaginary number. They are not easy to visualise and are topologically complex - a typical Calabi-Yau has hundreds and hundreds of the higher-dimensional equivalents of ‘holes’. Mathematically they are a marvel - but why have these manifolds been studied so much within physics? Why did early string theorists choose these bizarre geometries to fold up the extra six dimensions? One reason is that the geometry of these spaces automatically satisfies the equations of Einstein’s theory of gravity, general relativity. The equations of general relativity are restrictions on the allowed forms for the curvature of spacetime. These equations are one of the deepest and most powerful ideas in all of physics, and so they are expected to be true not just in the 4-dimensional world that we inhabit but also within any deeper frameworks that would extend our known laws - and this includes ideas such as string theory. And these Calabi-Yau geometries fit the bill. But that is not all. Einstein’s equations are classical. They do not include any quantum physics. Often, there are solutions to classical equations which are destroyed the moment quantum effects are turned on. The quantum lead to uncontrolled, almost infinite, amounts of extra energy that act as a wrecking ball on the simple classical solution that was started. To avoid this wrecking ball, classical solutions and theories of quantum gravity need something extra – a form of extra protection, extra symmetry, that will act as a shield against these quantum effects. Calabi-Yau geometries have this extra protection which follows from their equations. It is called supersymmetry, a form of extra symmetry that is especially good at taming the most dangerous effects of quantum physics. In brief, supersymmetry roughly ensures the quantum effects split into two parts, both catastrophic, both almost infinite – but with opposite sign so that they precisely and totally cancel each other out. However, supersymmetry is still only a conjectured symmetry, and it may or may not be a part of the true theory of the world. When physicists started getting interested in Calabi-Yaus in the mid 1980s, only a small number of examples were known. It was dreamed that this small number might then turn into a semi-unique path, leading from the ten dimensions of string theory directly to the Standard Model. Scientists dared to dream - was this about to become one of the greatest moments in all of physics? Not quite. The number of such Calabi-Yau spaces just kept growing and

growing. Their names sound deliciously exotic: 'the quintic hypersurface in  $CP^4$ ' or 'the mirror quintic'. Now billions upon billions of such geometries are known, and instead of being enumerated manually by a lone mathematician scribbling across sheets of paper, impersonal silicon spits them out by the microsecond. And so we are left with an incredibly complex and elegant theory - but also a problem. The world in which we live is not - at first glance - ten dimensional. Were these extra dimensions to exist, physicists believe they would be everywhere in four dimensional space, but extremely small - some estimates putting them at more than a quadrillion times smaller than an atom. So how could we ever know, or prove what form these extra dimensions actually take if they are too small to be observed? And indeed more fundamentally - what does it even mean to talk about extra dimensions that we cannot see? Where Are The Hidden Dimensions? What does it mean to see something? There is an anecdote about the famous and charismatic physicist Richard Feynman - although as with all good anecdotes, it may not be fully true. Feynman - the

.....

**(04)-** modely vesmíru a potřebovali vědět, zda [Calabi-Yau] manifoldy skutečně existují. Rád jsem potvrdil, že ano." Mobius Strips. Kleinovy lahve. Římské povrchy. Jsou složité, ohromující, těžko pochopitelné - ale přesto geometrie. A tak je téměř nemožné představit si dalších šest rozměrů provázku. Teorie jako předmět sahá přes dva tisíce let do minulosti - Pythagorova věta, Euklidova učebnice, kružnice, rovnoběžky, nekonečné roviny... je to jeden z nejstarších předmětů v matematice, a tak se můžeme ptát, jaký tvar může mít tato malá šestka. Byly by vytvořeny z jednodušších a známějších ingrediencí, jako jsou rovné čáry, kruhy a elipsy, nebo by to mohly být spíše radikálně neznámé objekty s podivnými a neobvyklými topologiemi, jedním z nejzajímavějších a nejvíce prostudovaných příkladů? z možných geometrických tvarů pro šest dalších dimenzí jsou takzvané **Calabi-Yauovy manifoldy**, pojmenované po italsko-americkém matematikovi Eugeniu Calabim a čínském geometrovi Shing-Tung Yau. Tyto prostory již přitahovaly zájem matematiků kvůli jejich krásné komplexní geometrii - zde „komplexní“, jako u komplexních čísel, jako je  $i$  - součet reálného a imaginárního čísla. Není snadné je vizualizovat a jsou topologicky složité - **typické Calabi -Yau má stovky a stovky vyšších-dimenzionálních ekvivalentů 'děr'**. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb\\_002.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb_002.pdf) ; <http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=eb> ; **Matematicky jsou to zázrak - ale proč byly tyto variety tak studovány ve fyzice?** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb\\_004.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb_004.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_096.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_096.pdf) **Proč si raní teoretici strun zvolili tyto bizarní geometrie, aby složili dalších šest dimenzí?** <http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=eb> ; Jedním z důvodů je, že geometrie těchto prostorů automaticky splňuje rovnice Einsteinovy teorie gravitace, obecné teorie relativity. Rovnice obecné teorie relativity jsou omezením povolených forem zakřivení časoprostoru. Tyto rovnice jsou jednou z nejhlubších a nejmocnějších myšlenek v celé fyzice, a proto se očekává, že budou pravdivé nejen ve 4-rozměrném světě, který obýváme, ale také v jakýchkoli hlubších rámcích, které by rozšířily naše známé zákony - a toto zahrnuje myšlenky, jako je teorie strun. A tyto Calabi-Yauovy geometrie tomu odpovídají. Ale to není vše. Einsteinovy rovnice jsou klasické. Nezahrnují žádnou kvantovou fyziku. Často existují řešení klasických rovnic, která jsou zničena v okamžiku, kdy jsou zapnuty kvantové efekty. Kvantové vedení k nekontrolovanému, téměř nekonečnému množství energie navíc, které působí jako demoliční koule na jednoduchém klasickém řešení, které bylo zahájeno. **Aby se zabránilo této ničivé kouli, klasická řešení a teorie kvantové gravitace potřebují něco navíc - formu zvláštní**

ochrany, extra symetrii, která bude fungovat jako štít proti těmto kvantovým efektům. Geometrie Calabi-Yau mají tuto extra ochranu, která vyplývá z jejich rovnic. Říká se tomu supersymetrie, forma mimořádné symetrie, která je obzvláště dobrá při zkrocení nejnebezpečnějších účinků kvantové fyziky. Stručně řečeno, supersymetrie zhruba zajišťuje rozdělení kvantových efektů na dvě části, obě katastrofické, obě téměř nekonečné – ale s opačným znaménkem, takže se navzájem přesně a totálně vyruší. Supersymetrie je však stále pouze domnělou symetrií a může a nemusí být součástí skutečné teorie světa. Když se fyzici začali o Calabi-Yaus zajímat v polovině 80. let, bylo známo jen malé množství příkladů. Snilo se o tom, že toto malé číslo by se pak mohlo proměnit v polojedinečnou cestu vedoucí z deseti dimenzí teorie strun přímo ke Standardnímu modelu. Vědci se odvážili snít – měl se z toho stát jeden z největších okamžiků celé fyziky? Ne tak docela. Počet takových prostorů Calabi-Yau stále rostl a rostl. Jejich názvy zní lahodně exoticky: „quintic hypersurface in CP4“ nebo „the mirror quintic“. **Nyní jsou známy miliardy a miliardy takových geometrií**, a místo toho, aby je ručně vyčíslil osamělý matematik čmárající přes listy papíru, neosobní křemík je vyplivne v mikrosekundách. A tak nám zbývá neuvěřitelně složitá a elegantní teorie – ale také problém. Svět, ve kterém žijeme, není – na první pohled – desetirozměrný. Pokud by tyto další dimenze existovaly, fyzici věří, že by byly všude ve čtyřrozměrném prostoru, ale extrémně malé - podle některých odhadů jsou více než kvadrilionkrát menší než atom. Jak bychom tedy mohli někdy vědět nebo dokázat, jakou formu tyto dodatečné dimenze ve skutečnosti mají, pokud jsou příliš malé na to, aby je bylo možné pozorovat? A ještě zásadněji – co to vůbec znamená mluvit o dalších dimenzích, které nevidíme? **Kde jsou skryté dimenze? Jsou ve hmotě.** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_012.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_012.jpg) Co to znamená něco vidět? Existuje anekdota o slavném a charismatickém fyzikovi Richardu Feynmanovi – i když jako u všech dobrých anekdot nemusí být zcela pravdivá. Feynman – ten

.....

**(05)-** story goes – was conducting a PhD viva, the verbal examination for a student who had just submitted a thesis in theoretical physics. The student's thesis was on quantum gravity, and he had undertaken many long and intricate mathematical calculations. Feynman, however, was concerned that in this process the student had lost himself in mathematics and forgotten his physics. Feynman started asking questions about physical scales, physical sizes, physical properties. What, Feynman asked, was the wavelength of visible light? 'I don't know' – said the student. 'Perhaps a metre?'. Feynman got up from the examiner's chair and walked towards the student. 'Do I', he said in his New York drawl 'look blurry to you?' The reason we can see each other, and recognise the fine structure of each other's faces, is that the wavelength of visible light is a bit smaller than a micrometre, or a millionth of a metre. Any objects much bigger than a micrometer do not blur when viewed in visible light, and so visible light allows us to resolve objects down to these lengths. Objects smaller than this, however, cannot be seen with visible light. Atoms exist. They are, as Democritus said, part of the natural world. However, being one thousand times smaller than visible light, it is simply impossible for them to be seen using visible light. This simply lacks the necessary structure to resolve them. X-rays are another matter – but for most of our existence, humans did not have access to controlled sources of X-rays. Even if we cannot see individual atoms, we can still feel their effects. Every time we touch anything with our hands, or sit down on a chair, we feel the effects of atoms. The fact that, when we sit down, we do not carry on plunging through the seat of the chair is because of the summed effect of billions upon billions upon billions of atoms, and the electric interactions between them. When we sit down, the entire

earth is pulling on us downwards, using the force of gravity. What resists this pull is an electric repulsion that occurs as the matter that is us tries to pass through the matter that is the chair – and this repulsion originates from the atoms making up both, even though we cannot directly discern individual atoms. So for atoms, we can feel their effects, even if we cannot directly resolve them. What would be the analogue for extra dimensions? If there is a secret geometry to space at the very smallest distances, what effects could this have at larger distances on those unable to resolve the extra dimensions? To understand this, it is worthwhile to consider what a dimension is. We are all familiar with three dimensions – these are the directions we move in, the way we label the positions of objects. There is one dimension of up and down, and two for moving horizontally. We can think of dimensions as the number of labels you have to give to say where an object is, in the way that coordinates on a two-dimensional sheet of paper allow you to locate any individual point on that paper. But what about four spatial dimensions – or five, or nine? Who can actually visualise what is meant by nine spatial dimensions? Where else can we go in our mind beyond up and down and North/South/East/West? It is hard even to conceive of what extra spatial dimensions would mean. There is no way to make this perfectly intuitive, but we can meet our intuition part of the way. One way to have a sense of this is to imagine an insect walking on a plant vine - a vine both long and thin. An ant - or any other insect - can walk along the vine – either forward or backwards. The surface of the vine certainly has two dimensions – zooming in with a powerful microscope, we would see the surface made up of many cells, stretching off in all directions. But the insect, small though it is, is still too large to treat the vine as having more just one linear dimension. In truth, the surface of the vine has two dimensions – but to a big enough insect, there is effectively only a single dimension. As for the ant, so – perhaps – for us. If extra dimensions are small enough, we (and all our technology) are simply too big and too clunky to resolve them. The fundamental strings of string theory would be small enough to make use of them, but without tools to resolve structure at sufficiently small distances, we cannot sense that they are present. Imagine trying to build an intricate Lego model or knit fine filigree lace – but while wearing boxing gloves. Impossible! Without tools that probe such smaller distances, any structure on these distances is simply inaccessible. But could there still be phenomena – like the bottom on the chair – where extra dimensions could manifest their effects, even if we cannot discern their full structure? Yes. Particles. Physicists unable to resolve the full structure of extra

.....

**(05)**- story goes – prováděl PhD viva, ústní zkoušku studenta, který právě odevzdal práci z teoretické fyziky. Studentova práce byla o kvantové gravitaci a provedl mnoho dlouhých a složitých matematických výpočtů. Feynman se však obával, že se v tomto procesu student ztratil v matematice a zapomněl na fyziku. Feynman se začal ptát na fyzikální měřítka, fyzické velikosti, fyzikální vlastnosti. Jaká byla vlnová délka viditelného světla, zeptal se Feynman? „Nevím,“ řekl student. „Snad metr?“. Feynman vstal ze zkoušejícího křesla a šel ke studentovi. „Připadám si rozmazaný,“ řekl ve své newyorské kresbě? „Důvod, proč se navzájem vidíme a rozeznáváme jemnou strukturu tváří toho druhého, je ten, že vlnová délka viditelného světla je o něco menší než mikrometr nebo miliontina metru. Žádné objekty mnohem větší než mikrometr se při pozorování ve viditelném světle nerozostřují, a tak nám viditelné světlo umožňuje rozlišit objekty na tyto délky. Objekty menší, než je tato, však nelze vidět ve viditelném světle. Atomy existují. Jsou, jak řekl Democritus, součástí přirozeného světa. Protože jsou však tisíckrát menší než viditelné světlo, je prostě nemožné, aby je bylo



možné vidět pomocí viditelného světla. To jednoduše postrádá potřebnou strukturu k jejich vyřešení. Rentgenové záření je jiná věc – ale po většinu naší existence lidé neměli přístup ke kontrolovaným zdrojům rentgenového záření. I když jednotlivé atomy nevidíme, stále můžeme cítit jejich účinky. Pokaždé, když se čehokoli dotkneme rukama nebo když si sedáme na židli, cítíme účinky atomů. Skutečnost, že když se posadíme, neklesáme přes sedadlo židle, je způsobena celkovým efektem miliard miliard až miliard atomů a elektrických interakcí mezi nimi. Když se posadíme, celá Země nás táhne dolů pomocí gravitační síly. To, co tomuto tahu odolává, je elektrické odpuzování, ke kterému dochází, když se hmota, kterou jsme my, snaží projít hmotou, která je židli – a toto odpuzování pochází z atomů tvořících oba, i když jednotlivé atomy nemůžeme přímo rozeznat. Takže u atomů můžeme cítit jejich účinky, i když je nemůžeme přímo vyřešit. Jaký by byl analog pro extra rozměry? Pokud existuje tajná geometrie vesmíru ve velmi nejmenších vzdálenostech, jaké účinky by to mohlo mít na větší vzdálenosti na ty, kteří nejsou schopni rozlišit další dimenze? **Abychom to pochopili, stojí za to zvážit, co je to dimenze.** Všichni známe tři rozměry – to jsou směry, kterými se pohybujeme, způsob, jakým označujeme pozice objektů. K dispozici je jeden rozměr nahoru a dolů a dva pro horizontální pohyb. Rozměry si můžeme představit jako počet štítků, které musíte zadat, abyste řekli, kde se předmět nachází, způsobem, který vám souřadnice na dvourozměrném listu papíru umožňují lokalizovat jakýkoli jednotlivý bod na tomto papíru. Ale co čtyři prostorové dimenze – nebo pět, nebo devět? Kdo si vlastně dokáže představit, co se rozumí devíti prostorovými dimenzemi? **Já. Jsou to „matematické dimenze“ ukryté v balíčku n-dimenzí uvnitř hmoty.** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb\\_057.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb_057.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb\\_058.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb_058.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb\\_073.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eb/eb_073.pdf) ; Kam jinam můžeme jít v naší mysli za hranice nahoru a dolů a na sever/jih/východ/západ? Je těžké si vůbec představit, co by znamenalo další prostorové rozměry. Neexistuje způsob, jak to udělat dokonale intuitivní, ale částečně se můžeme setkat s naší intuicí. Jedním ze způsobů, jak to pochopit, je představit si hmyz, který se prochází po rostlině - liána dlouhé i tenké. Mravenec - nebo jakýkoli jiný hmyz - se může procházet podél liány - dopředu nebo dozadu. Povrch révy má jistě dva rozměry – přiblížením výkonným mikroskopem bychom viděli povrch tvořený mnoha buňkami, rozprostírajícími se na všechny strany. Ale hmyz, i když je malý, je stále příliš velký na to, aby s vinnou révou zacházel jako s více pouze jedním lineárním rozměrem. Ve skutečnosti má povrch vinné révy dva rozměry – ale pro dostatečně velký hmyz je v podstatě jen jeden rozměr. Jak pro mravence, tak – možná – pro nás. Pokud jsou dodatečné rozměry dostatečně malé, my (a veškerá naše technologie) jsme prostě příliš velcí a příliš neohrabaní, abychom je vyřešili. **Základní struny teorie strun** by byly dost malé na to, aby je bylo možné použít, ale bez nástrojů k vyřešení struktury na dostatečně malé vzdálenosti **nemůžeme vycítit, že jsou přítomny.** Představte si, že byste se pokusili postavit složitý Lego model nebo uplést jemné filigránové krajky – ale při nošení boxerských rukavic. Nemožné! Bez nástrojů, které snímají takové menší vzdálenosti, je jakákoliv struktura na těchto vzdálenostech jednoduše nepřístupná. Mohly by však stále existovat jevy – jako je dno na židli – kde by další dimenze mohly projevit své účinky, i když nedokážeme rozeznat jejich plnou strukturu? Ano. Částice. Fyzikové nejsou schopni vyřešit celou strukturu extra

.....

**(06)-** dimensions are only sensitive to gross features. It is not that there can be no information, but the information is limited – a bit like trying to describe one's daily life using

a vocabulary limited to a hundred words. We could say something – but think how much would be left out! At energies far, far below those capable of directly resolving the intrinsic structure of the extra dimensions, the mathematics of general relativity tells us that the surviving residue of the extra dimension would be particles. If we blur the ability to perceive extra dimensions, then before reaching nothing at all, the last thing we would be left with would be particles. This is a statement of the mathematics, and it also follows from the mathematics that the number, type and interaction of these particles would reflect the geometry, and topology, of the extra dimensions. Although there may always be exceptions, it is generally true that the more complex the topology of the extra dimensions, the larger the number of such particles that would survive. These particles would be the minimal quantum excitation of the extra-dimensional geometry. In theories of extra dimensions, they are to the extra dimensions a bit like what the photon is to light and electromagnetism – the minimal quantum lump, quantum excitation that is left. These particles would be legacies of a higher dimensional theory of gravity, when viewed from a lower dimension. And so, this leaves us with questions. What are these legacy particles? Can we observe them? If they exist, and are generic features of theories with extra-dimensions, surely we should be able to detect them? To begin with let's focus our discussion on the most interesting and most generic types of such particle, called a modulus. Modulus particles – in their plural, moduli – originate from describing the size and shape of extra dimensions. fully trapped within the extra dimensions. Why, then, can we not just try and observe moduli by making them in particle colliders such as the CERN Large Hadron Collider? Why not just smash particles together at high enough energy, in order to make moduli and thereby discover them? This, after all, is a long-established approach for making and discovering new particles. The problem with this approach lies in the origin of moduli from extra-dimensional modes of the graviton. Such moduli behave like gravity – and gravity is, by far, by far, by far, intrinsically the weakest of all the forces. Gravity is such an incredibly weak force that when you put your little finger inside a key ring, and lift up the ring and its keys, you are able to pull the ring up against the gravitational pull of the entire Earth. This shows just how extraordinarily weak are the interactions of the gravitational force compared to any of the electrostatic effects used by our bodies and muscles. The gravitational force is therefore far, far too weak to be probed directly at any particle collider. Particles whose interactions are, at least morally, gravitational ones, could never be produced even by an LHC running at full intensity from the time of Stonehenge to now. Their interactions are much weaker even than neutrinos – which famously can pass through the entire Earth without interacting with any of the matter in the way. So – what can we do? Perhaps extra dimensions and moduli may exist, but perhaps we can never observe them? If a collider can never make such particles, or reach the energies required to resolve extra dimensions, would they always exist as some form of inaccessible other shadow world which we could never actually detect? But this is not yet the time to indulge our worst fears. It is true that, interacting so weakly, moduli would be very hard to make in the first place. However this has a positive counterpart – once they have been made, moduli would also live for a long time. The weaker the interactions, the harder it is for a particle to decay. Particles which interact via the strong force are easily made – but they typically decay in a lifetime much less than a billionth of a billionth of a second, whereas equivalent particles whose only interactions were at gravitational strength could have lifetimes measured in years. But to make them, we would need extreme conditions. And the most extreme conditions in the history of the universe occurred in its first moments.

Hunting For Evidence At The Beginning Of Time In the beginning it is believed, if not known for absolute certainty – that the universe underwent a period of cosmological inflation. Its size grew both rapidly and exponentially in an extremely short period of time. It is hard to overstate the rapidity of this growth - indeed in the inflationary epoch alone, the universe is believed to have doubled its size approximately eighty times. Within a time period shorter than it would take light to cross from one end of an atomic nucleus to another, a

.....

**(06)-** rozměry jsou citlivé pouze na hrubé rysy. Neznamena to, že by nemohly existovat žádné informace, ale informace jsou omezené – trochu jako snažit se popsat svůj každodenní život pomocí slovní zásoby omezené na sto slov. Mohli bychom něco říct – ale přemýšlejte, kolik by toho bylo vynecháno! **Při energiích daleko, hluboko pod těmi, které jsou schopné přímo vyřešit vnitřní strukturu extra dimenzí, nám matematika obecné relativity říká, že přežívající zbytek extra dimenze by byly částice.** Pokud rozmažeme schopnost vnímat extra dimenze, pak než nedosáhneme vůbec ničeho, to poslední, co by nám zbylo, by byly částice. Toto je tvrzení matematiky a z matematiky také vyplývá, že počet, typ a interakce těchto částic by odrážely geometrii a topologii extra dimenzí. I když vždy mohou existovat výjimky, obecně platí, že čím složitější je topologie extra dimenzí, tím větší počet takových částic by přežil. Tyto částice by byly minimální kvantovou excitací extradimenzionální geometrie. **Tito fyzikové ovšem zapomněli na extra dimenze časové. Ty také existují (!) a já z nich stavím tu nádhernou pyramidu elementárních částic...** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea\\_006.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea_006.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea\\_013.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea_013.pdf) ; V teoriích extradimenzí jsou pro extradimenze trochu podobné tomu, čím je foton pro světlo a elektromagnetismus – **minimální kvantová hruška**, kvantová excitace, která zbývá. Při pohledu z nižší dimenze by tyto částice byly dědictvím teorie gravitace vyšší dimenze. A tak to v nás vyvolává otázky. Co jsou tyto částice dědictví? Můžeme je pozorovat? Pokud existují a jsou obecnými rysy teorií s extra-dimenzemi, určitě bychom je měli být schopni odhalit! **Extra dimenze neodhalíme, nejsou fyzikální, ale jen „matematické abstrakty“.** **Já jsem vyřešil stavbu všech elementárních částic ( i těch, které v přírodě běžně nejsou), z počtu 9+9 dimenzí, z toho 3+3 dimenzí fyzikálních!!!** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea\\_006.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ea/ea_006.pdf) ; Pro začátek zaměříme naši diskusi na nejzajímavější a nejobecnější typy takových částic, nazývaných modul. Modulové částice – v jejich množném čísle, moduli – pocházejí z popisu velikosti a tvaru zvláštních dimenzí. Plně uvězněny v extra dimenzích. Proč se tedy nemůžeme jen pokusit pozorovat moduly tak, že je vytvoříme v urychlovačích částic, jako je CERN Large Hadron Collider? Proč prostě nerozbít částice dohromady při dostatečně vysoké energii, aby se vytvořily moduly a tím je objevili? To je koneckonců dlouho zavedený přístup k výrobě a objevování nových částic. **Rozbítím elementárních !!! částic nedostaneme nové „elementární“ částice, pouze střepy = jety.** Problém tohoto přístupu spočívá v původu modulů z extradimenzionálních módů gravitonu. Takové moduly se chovají jako gravitace – a gravitace je zdaleka, zdaleka, zdaleka, vnitřně nejslabší ze všech sil. Gravitace je tak neuvěřitelně slabá síla, že když vložíte malíček do kroužku na klíče a zvednete kroužek a jeho klíče, jste schopni vytáhnout kroužek proti gravitační síle celé Země. To ukazuje, jak mimořádně slabé jsou interakce gravitační síly ve srovnání s jakýmkoli elektrostatickým efektem, který využívá naše těla a svaly. Gravitační síla je proto příliš slabá na to, aby mohla být zkoumána přímo na jakémkoli urychlovači částic. Částice, jejichž interakce jsou, alespoň morálně, gravitační, by nikdy nemohl produkovat ani LHC běžící na plnou intenzitu od dob Stonehenge do

současnosti. Jejich interakce jsou mnohem slabší než neutrino – která, jak je známo, mohou procházet celou Zemí, aniž by interagovala s jakoukoli hmotou v cestě. Takže – co můžeme dělat? Možná mohou existovat další dimenze a moduly, ale možná je nikdy nemůžeme pozorovat? Pokud srážecí nikdy nemůže vytvořit takové částice nebo dosáhnout energií potřebných k rozlišení extra dimenzí, existovaly by vždy jako nějaká forma nepřístupného jiného stínového světa, který bychom ve skutečnosti nikdy nemohli detekovat? Ale ještě není čas oddávat se našim nejhorším obavám. Je pravda, že při tak slabé interakci by bylo v první řadě velmi těžké vytvořit moduly. Má to však pozitivní protějšek – jakmile by byly vyrobeny, moduly by také žily dlouhou dobu. **Čím slabší jsou interakce, tím hůře se částice rozpadá.** Částice, které interagují prostřednictvím silné síly, jsou snadno vytvořeny – ale obvykle se rozpadají za dobu života mnohem méně než miliardtinu miliardtých sekund, zatímco ekvivalentní částice, jejichž jediné interakce byly při gravitační síle, mohly mít životnost měřenou v letech. K jejich výrobě bychom ale potřebovali extrémní podmínky. A nejextrémnější podmínky v historii vesmíru nastaly v jeho prvních okamžicích. Hledání důkazů na počátku času. Na počátku se věřilo, ne-li zcela jistě známo, že vesmír prošel obdobím kosmologické inflace. Jeho velikost rostla jak rychle, tak exponenciálně v extrémně krátkém časovém období. Je těžké přeceňovat rychlost tohoto růstu – skutečně se věří, že jen v inflační epoše vesmír zdvojnásobil svou velikost přibližně osmdesátkrát. Během doby kratší, než by světlo potřebovalo k přechodu z jednoho konce atomového jádra na druhý, a .....

**(07)-** length corresponding to the size of that atomic nucleus would have grown to a size far larger than that of the earth. At the end of the inflationary epoch, the enormous energies present in the universe were transferred away from the energy of the inflation into particles: both making them, and flooding them with energy. At the immediate end of inflation, the result is an enormously energetic soup with, potentially, many different types of particles. And these energies present during inflation are associated with space and geometry itself. In Einstein's theory of relativity, geometry and gravity are almost one and the same – and moduli are the particle excitations of geometry, or at least of the geometry of the extra dimensions. If moduli do exist, when inflation ends and the inflationary energy is transferred to particles, it would be natural for at least some of this inflationary energy to be transferred to the moduli. These share in the post-inflationary bounty: they are made, they exist and they would form some part of the maelstrom of particles in which the energy of the universe is deposited straight at the end of the inflationary epoch. And it is here that the long, long lifetimes of the moduli matter. Moduli would live much longer than other particles, and so if this scenario is true they would, in time, come to dominate the energy density of the universe. Eventually, for a moment, almost all the energy of the universe would be in the form of moduli. You can think of this a bit like a hammer striking a great bell. When first struck, the bell rings with the rich deep sound that comes from the many harmonics and overtones present in the bell resonating at once. But as time goes on, the higher harmonics decay and can no longer be heard. Several seconds after the original strike, the notes that remain are the longest-lasting harmonics. Likewise, in the early universe, the particles that live the longest are those that are left when all else has decayed. Estimates predict that a yoctosecond after the big bang most particles would have decayed - but that the moduli would last for nearly a full microsecond. A relative eternity. By itself, this may not seem that significant. Energy is conserved. When particles decay, their mass-energy does not disappear, but instead gets converted to other forms of energy, in particular relativistic particles such as photons, the

quantised version of light. As our new universe expands, though, energy in the form of relativistic waves (such as photons) dissipates rapidly. The reason for this is something called the Doppler effect. This effect refers to how the pitch – or frequency – of waves change depending on whether the source of the wave is moving towards us or away from us. It is familiar from ambulance sirens. Although the siren itself operates at the same intrinsic note, when the ambulance is driving towards us we hear the note at a higher pitch and when the ambulance is driving away from us we hear the note at a lower pitch. How does this relate to an expanding universe? To an observer located at some point in an expanding universe, the expansion is like having everything move away from you. A continual growth in space itself means that every other point in the universe is, all the time, constantly moving further away. In these circumstances, all forms of relativistic wave energy feel the Doppler effect. As the universe is stretched, the wavelengths are stretched, and so the frequencies – the inverse of wavelength – all decrease. For light waves – that is, photons - the energy of the photon is directly proportional to frequency. As the universe expands, the frequency decreases, and the energy decreases. But for moduli, the same would not be true. Moduli would be heavy, and their energy is associated to their mass and not to their movement. The mass-energy of a modulus is all concentrated in the particle itself, rather than its motion. These heavy particles are not relativistic and simply remain where they are until they decay. While the universe expands, they stay right where they are, maintaining all their mass-energy until the point at which they eventually decay. Meanwhile, all the other particles, which have their mass-energy associated to their motion in the form of relativistic particle-waves, have all this energy dissipated away due to the Doppler effect. And so - if moduli do exist, it is likely that the universe went through a comparatively long phase just after inflation where its energy was dominantly in the form of the mass of modulus particles. For almost a microsecond right at the very start of the universe – the moduli had their day. They were everywhere, and they .....

**(07)-** délka odpovídající velikosti tohoto atomového jádra by narostla na velikost mnohem větší než je velikost Země. Na konci inflační epochy byly obrovské energie přítomné ve vesmíru převedeny pryč z energie inflace na částice: jak je vytvořily, tak je zaplavily energií. Na okamžitém konci inflace je výsledkem enormně energetická polévka s potenciálně mnoha různými typy částic. A tyto energie přítomné během inflace jsou spojeny s prostorem a geometrií samotnou. V Einsteinově teorii relativity jsou geometrie a gravitace téměř jedno a totéž – a moduly jsou excitace částic geometrie, nebo alespoň geometrie extradimenzí. Pokud moduly existují, když inflace skončí a inflační energie se přenesla na částice, bylo by přirozené, aby se alespoň část této inflační energie přenesla na moduly. Ty se podílejí na postinflační odměně: jsou vyrobeny, existují a tvořily by nějakou část víru částic, ve kterém je energie vesmíru uložena přímo na konci inflační epochy. A právě zde záleží na dlouhé, dlouhé životnosti modulů. Moduli by žili mnohem déle než jiné částice, a pokud je tedy tento scénář pravdivý, časem by ovládly energetickou hustotu vesmíru. Nakonec by na okamžik byla téměř veškerá energie vesmíru ve formě modulů. Můžete si to představit trochu jako kladivo udeřící do velkého zvonu. Při prvním úderu zvon zazvoní bohatým hlubokým zvukem, který pochází z mnoha harmonických a podtónů přítomných ve zvonu rezonujících najednou. Ale jak čas plyne, vyšší harmonické slábnou a již nejsou slyšet. Několik sekund po původním úderu jsou tóny, které zůstanou, nejdéle trvající harmonické. Podobně v raném vesmíru částice, které žijí nejdéle, jsou ty, které zbyly, když se vše ostatní rozpadlo. Odhady předpovídají, že yoktosekundu po velkém třesku by se většina částic rozpadla - ale moduly by



vydržely téměř celou mikrosekundu. Relativní věčnost. Samo o sobě se to nemusí zdát tak významné. Energie se šetří. Když se částice rozpadají, jejich hmotnostní energie nezmizí, ale místo toho se přemění na jiné formy energie, zejména relativistické částice, jako jsou fotony, kvantovaná verze světla. Jak se náš nový vesmír rozpíná, energie ve formě relativistických vln (jako jsou fotony) se rychle rozptýlí. Důvodem je něco, čemu se říká Dopplerův jev. Tento efekt se týká toho, jak se výška – nebo frekvence – vln mění v závislosti na tom, zda se zdroj vlny pohybuje směrem k nám nebo od nás. Je známá ze sirén sanitky. Přestože siréna sama funguje na stejném vnitřním tónu, když sanitka jede směrem k nám, slyšíme tón ve vyšším tónu, a když sanitka jede od nás, slyšíme tón nižší. Jak to souvisí s rozpínajícím se vesmírem? Pro pozorovatele, který se nachází v nějakém bodě rozpínajícího se vesmíru, je rozpínání jako kdyby se od vás všechno vzdalovalo. Neustálý růst vesmíru sám o sobě znamená, že každý další bod ve vesmíru se neustále vzdaluje. Za těchto okolností všechny formy relativistické vlnové energie pociťují Dopplerův jev. Jak se vesmír natahuje, vlnové délky se natahují, a tak se frekvence – převrácená hodnota vlnové délky – všechny snižují. U světelných vln – tedy fotonů – je energie fotonu přímo úměrná frekvenci. Jak se vesmír rozpíná, frekvence klesá a energie klesá. Ale pro moduly by totéž neplatilo. Moduly by byly těžké a jejich energie je spojena s jejich hmotou a ne s jejich pohybem. Hmotnost-energie modulu je celá soustředěna v částici samotné, spíše než v jejím pohybu. Tyto těžké částice nejsou relativistické a jednoduše zůstávají tam, kde jsou, dokud se nerozpadnou. Zatímco se vesmír rozpíná, zůstávají tam, kde jsou, a udržují si veškerou svou hmotnou energii až do bodu, kdy se nakonec rozpadnou. Mezitím všechny ostatní částice, jejichž hmotnostní energie je spojena s jejich pohybem ve formě relativistických částicových vln, mají veškerou tuto energii rozptýlenou díky Dopplerovu jevu. A tak - pokud moduly existují, je pravděpodobné, že vesmír prošel poměrně dlouhou fází těsně po inflaci, kdy jeho energie byla dominantně ve formě hmoty modulů částic. Téměř na mikrosekundu hned na samém počátku vesmíru – moduli měli svůj den. Byli všude a oni

.....

**(08)-** dominated - almost all the energy of the universe in the form of quantum excitations of extra dimensions. Were this to be true, such an epoch would change detecting moduli – the extremely weakly interacting imprint of extra dimensions – from the outer realms of the impossible into a more conventional hard physics problem. So - how? How could we detect evidence for this microsecond of moduli dominance? The answer could lie in their eventual decay. Even though their gravitational-strength interactions give them longer lives than other particles, moduli do eventually decay, their mass-energy draining away into relativistic Standard Model particles, the Hot Big Bang of the early universe...and also, potentially, non-Standard Model particles. Gravity is universal, and loves everything. One example of such non-Standard Model particles – believed but not known to exist – are axions. If a modulus particle were to decay to two axions, they would each receive half the mass-energy of the modulus and then proceed through space at close to the speed of light. Axions are light, effectively massless and also interact very weakly. Though not predicted to be quite as weakly interacting as moduli, their interactions are weak enough that any axions produced this way in the early universe would free-stream from then to now. Decays of moduli could therefore have produced a permanent cosmic background of relativistic axions streaming through the universe. This would be hard to detect - one analogous weakly interacting universe-wide particle bath is the cosmic neutrino background, which despite there being an estimated 300 or more of in every cubic centimetre, scientists across the globe still struggle to

detect one or two of each year across multiple experiments. But it would not be impossible. Within large magnetic fields, axions have a chance – a small chance, but a chance – of converting into photons. Such a universal cosmic background of axions, originating from the physics of moduli, the quantum excitations of extra dimensions, may then – in principle – be detected by converting the axions into photons within magnetic fields. Careful observations with better and larger telescopes, looking at what is apparently nothing through magnetic fields, may in the future possibly give evidence that the early universe was once filled with moduli, the quantum excitations of extra dimensions. Possibly – in the future. Answers may not forever be out of reach. And so, just as Einstein's theory of gravity is barely a hundred years old, the prospect that it actually originates in more than four dimensions is almost exactly a hundred years old. The idea remains tantalising, but still theoretical. Perhaps extra dimensions really exist, and the only reason we are not able to perceive them is that we are too large and clunky to appreciate they are there, trying in vain to count sand grains wearing boxing gloves. Were they to exist, they would be everywhere, present at every single point in space and time - beautifully wrapped up miniature geometry awaiting the right microscope to discern their beauty – and their physics. Perhaps, some day, somehow, we may know for certain whether or not they are out there,  
42:40  
and whether space itself is much larger, richer, and stranger - than we ever dreamed.

.....  
**(08)-** dominuje - téměř veškerá energie vesmíru ve formě kvantových excitací extra dimenzí. Pokud by to byla pravda, taková epocha by změnila detekční moduly – extrémně slabě interagující otisk extra dimenzí – z vnějších sfér nemožného na konvenčnější tvrdý fyzikální problém. Takže - jak? Jak bychom mohli odhalit důkazy pro tuto mikrosekundu modulů dominance? Odpověď by mohla spočívat v jejich případném rozkladu. Přestože jejich interakce gravitační síly jim dává delší životy než jiným částicím, moduly se nakonec rozpadají a jejich hmota-energie odtéká do relativistických částic standardního modelu, horkého velkého třesku raného vesmíru... a také potenciálně nestandardních Modelové částice. Gravitace je univerzální a miluje všechno. Jedním příkladem takových částic nestandardního modelu – o kterých se věří, ale o jejich existenci není známo – jsou axiony. Pokud by se modulová částice rozpadla na dva axiony, každá by obdržela poloviční hmotnostní energii modulu a pak by postupovala prostorem rychlostí blízkou rychlosti světla. Axiony jsou lehké, efektivně nehmotné a také velmi slabě interagují. Ačkoli se nepředpokládá, že budou tak slabě interagující jako moduly, jejich interakce jsou dostatečně slabé na to, aby jakékoli axiony vytvořené tímto způsobem v raném vesmíru mohly od té doby do současnosti volně proudit. Rozpady modulů tedy mohly vytvořit trvalé kosmické pozadí relativistických axionů proudících vesmírem. To by bylo těžké odhalit – jedna analogická slabě interagující lázeň částic v celém vesmíru je kosmické neutrinové pozadí, které, přestože je jich odhadem 300 nebo více na každý centimetr krychlový, vědci na celém světě stále bojují s odhalením jednoho nebo dvou z každého rok v několika experimentech. Ale nebylo by to nemožné. V rámci velkých magnetických polí mají axiony šanci – malou šanci, ale šanci – přeměnit se na fotony. Takové univerzální kosmické pozadí axionů, pocházející z fyziky modulů, kvantových excitací extradimenzí, lze pak – v principu – detekovat převodem axionů na fotony v rámci magnetických polí. Pečlivá pozorování lepšími a většími dalekohledy, při pohledu na to, co zjevně není nic přes magnetická pole, mohou v budoucnu možná podat důkaz, že raný vesmír byl kdysi naplněn moduly, kvantovými

**excitacemi extradimenzí.** Možná – v budoucnu. Odpovědi nemusí být navždy mimo dosah. A tak, stejně jako Einsteinova teorie gravitace je stará sotva sto let, vyhlídka, že skutečně pochází z více než čtyř dimenzí, je téměř přesně sto let stará. Myšlenka zůstává vzrušující, ale stále teoretická. Možná extra dimenze skutečně existují a jediný důvod, proč je nejsme schopni vnímat, je ten, že **že extra dimenze nad 3+3D jsou matematickými dimenzemi s extra křivostí** a jsou stavebními kameny elementárních částic hmoty... jsme příliš velcí a neohrabaní, abychom si uvědomili, že tam jsou, a marně se snažíme spočítat zrnka písku v boxerských rukavicích. **Pokud by existovaly, byly by všude, a taky jsou, jsou ve hmotě ...** <http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=e> přítomné v každém jednotlivém bodě prostoru a času – **nádherně zabalená miniaturní geometrie** ano, jsou to balíčky, klubička **křivých dimenzí = elementární částice** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ec/ec\\_047.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/ec/ec_047.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_455.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_455.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_427.gif](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_427.gif) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_426.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_426.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_421.gif](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_421.gif) ; čekající na správný mikroskop, který rozezná jejich krásu – a jejich fyziku. Možná, že jednoho dne, nějak, můžeme s jistotou vědět, zda jsou nebo nejsou tam venku,

42:40

a zda je samotný prostor mnohem větší, bohatší a podivnější – než jsme kdy snili.

.....  
JN, 13.09.2024