

<https://www.youtube.com/watch?v=CTpp0EChDbI>

# Are we made of math?

## Jsme z matematiky ?

92 410 zhlédnutí

31. 7. 2021

Sabine Hosenfelder + můj názor červeně do českého překladu

00:00

**(01)** There's a lot of mathematics in physics, as you have undoubtedly noticed. But what's the difference between the math that we use to describe nature and nature itself? Is there any difference? Or could it be that they're just the same thing, that everything \*is math? That's what we'll talk about today. I noticed in the comments to my earlier video about complex numbers that many people said oh, numbers are not real. But of course numbers are real. Here's why. You probably think I am "real". Why? Because the hypothesis that I am a human being standing in front of a green screen trying to remember that the "h" in "human" isn't silent explains your observations. And it explains your observations better than any other hypothesis, for example, that I'm computer generated, in which case I'd probably be better looking, or that I'm a hallucination, in which case your sub consciousness speaks German und das macht irgendwie keinen Sinn oder? We use the same notion of "reality" in physics, that something is real because it's a good explanation for our observations. I am not trying to tell you that this is The Right Way to define reality, it's just for all I can tell how we use the word. We can't actually see elementary particles, like the Higgs-boson, with our own eyes. We say they are real because certain mathematical structures that we have come up with describe our observations. Same thing with gravitational waves, or black holes, or the particle spin. And numbers are just like that. Of course we don't see numbers as objects walking around, but as attributes of objects, like the spin that is a property of certain particles, not a thing in and by itself. If you see three apples, three describes what you see, therefore it's real. Again, if that is not a notion of reality you want to use, that's totally okay, but then I challenge you to come up with a different notion that is consistent and agrees with how most people actually use the word. Interestingly enough, not all numbers are real. The example I just gave was for integers. But if you look at all numbers with infinitely many digits after the decimal point we don't actually need all those digits to describe observations, because we cannot measure anything with infinite accuracy. In reality we only ever need a finite number of digits. Now, all these numbers with infinitely many digits are called the real numbers. Which means, odd as it may sound, we don't know whether the real numbers are, erm, real. But of course physics is more difficult than just number. For all we currently know, everything in the universe is made of 25 particles, held together by four fundamental forces: gravity, the electromagnetic force, and the strong and weak nuclear force. Those particles and their forces can be mathematically described by Einstein's Theory of General Relativity and Quantum Field Theory, theories which have been remarkably successful in explaining what we observe. For what the science is concerned, I'd say that's it. But people often ask me things like "what is space-time?" "what is a particle?" And I don't know what to do with questions like this. Space-time is a mathematical structure that we use in our theories. This mathematical structure is defined by

its properties. Space-time is a differentiable manifold with Lorentzian signature, it has a distance measure, it has curvature, and so on. It's a math thing. We call it "real" because it correctly describes our observations. It's a similar story for the particles.

.....

**(01)-** Jak jste si nepochybně všimli, ve fyzice je mnoho matematiky. Ale jaký je rozdíl mezi matematikou, kterou používáme k popisu přírody a přírody samotné? Je v tom nějaký rozdíl? Nebo se může stát, že jsou úplně stejné, že všechno \*je matematika? O tom si dnes povíme. V komentářích k mému dřívějšímu videu o komplexních číslech jsem si všimla, že mnoho lidí říkalo, čísla nejsou skutečná. Čísla jsou ale samozřejmě reálná. Čísla jsou reálná v matematice, tj. v lidských abstrakcích, které používáme na popis reality, nejsou „fyzikálně reálná“ ve Vesmíru. Matematika popisuje fyzikální realitu. Bez matematiky by fyzikální realita také existovala. Bolest je stav lidského organismu, je reálná „jako interakce“ hmotových atomů či sloučenin chemických, či biologických..., takže „bolest“ vypovídá o stavu reality, čísla ne. !! Budeme-li mít změt' čísel chaoticky „plivnutých“ na papír, nebudou vypovídat nic o realitě ani o fyzice. Zde je důvod. Pravděpodobně si myslíte, že jsem „skutečná“. Proč? Protože hypotéza, že jsem lidská bytost stojící před zelenou obrazovkou a snažící se zapamatovat si, že „h“ v „člověku“ není tiché, vysvětluje vaše pozorování. A vysvětluje to vaše pozorování lépe než jakákoli jiná hypotéza, například, že jsem počítačově generovaná, v takovém případě bych asi vypadala lépe, nebo že jsem halucinace, v takovém případě vaše podvědomí mluví německy a das macht irgendwie keinen Sinn oder? Ve fyzice používáme stejný pojem „reality“, že něco je skutečné, protože je to dobré vysvětlení našich pozorování. Naše pozorování reality ještě nemusí být „skutečná realita“, rovněž matematika není pozorování reality a tedy není „skutečná“. Nesnažím se vám říkat, že toto je Správný způsob, jak definovat realitu, je to jen pro mě všechno, co mohu říci, jak používáme toto slovo. Na vlastní oči ve skutečnosti nevidíme elementární částice, jako Higgsův boson. Říkáme, že jsou skutečné, protože určité matematické struktury, se kterými jsme přišli, popisují naše pozorování. To co právě Sabina řekla, není dobře. My-lidé se často chováme tak, že si „vymyslíme“ teorii, podepřenou „vymyšlenými čísly-rovnicemi“ a pak k tomu hledáme realitu...; v případě Higgs-bosonu jsme ho hledali „zuřivě“ abychom zatlačili svou „splasklou pýchu“ kdyby to nevyšlo. Jenže jsme mohli „pro Higgse“ navrhnout cokoli – v číslech a predikcích – a stejně bychom Higgse našli, ...našli bychom ho i v rohlíku. Pokud chceme ubránit svou ješitnost. Higgs-boson „se navrhnul“ a „proto“ jsme ho našli. Jsem přesvědčen, že kdybychom „navrhli „axion, tachyon apod“ ( nebo Belzebuba ), tak ho v těch „číslích a matematických abstrakcích“ také najdeme To že jsem „objevili“ „čísla“ nemusí být objevem Higgse-fyzikální částice. Totéž s gravitačními vlnami, černými dírami nebo rotací částic. Tyto abstrakce popisují „pozorovací realitu“. Spin částic, je-li reálný, pak ho umíme „popsat“ čísly = matematikou. Ale to, že umíme „vyrobit matematiku“ = popis !!! pro spin, ještě není zárukou, že částice spinem oplývá. A čísla jsou prostě taková. Jsou navrženým popisem reality. Čísla samozřejmě nevidíme jako objekty procházející kolem, O.K. Člověk je realita fyzikální. Chceme-li tuto realitu (člověka) popsat „číslly“ možná to jde, ale je to zatraceně složitý. Z čísel ovšem vyrobit člověka nelze !!, ale jako atributy objektů, jako je rotace, která je vlastností určitých částic, nikoli věc sama o sobě. Hmotnost je také „vlastností“ hmotových částic ( 25 základních ) a z nich hmotových konglomerátů jako jsou atomy, molekuly, sloučeniny, biologické struktury. Pokud vidíte tři jablka, číslo 3 popisuje, co vidíte, proto je to skutečné. Ne, číslo tři je popis reality ( tři jabka je totéž jako 2 miliardy atomů ) Opět platí, že pokud to není pojem reality, který chcete použít, je to zcela v pořádku, ale pak vás vyzývám, abyste vymysleli jiný pojem, který je konzistentní a souhlasí s tím, jak většina lidí toto slovo skutečně používá. A o to jde : vezmu realitu a „popíši jí“ nějakou abstrakcí, např. vezmu Hubbleho pozorování a popíši ho „jako rozpínání vesmíru“ a budu

tvrdit, že moje abstrakce je pravdivá. Ne Hubble se mýlil, vesmír se nerozpíná, ale se „rozbalují křivosti dimenzí časoprostoru“, což je na tomtéž pozorování postavená „nová matematika, nová čísla, nové abstrakce. Každé pozorování reality lze „zamontovat do vymyšlených teorií“ ( viz Higgs-boson ) a tvrdit, že ta pozorování „sedí“ na abstraktní přizpůsobenou tomu matematiku“. Je zajímavé, že ne všechna čísla jsou skutečná. Příklad, který jsem právě uvedla, byl pro celá čísla. Pokud se ale podíváte na všechna čísla s nekonečně mnoha číslicemi za desetinnou čárkou, ve skutečnosti nepotřebujeme všechny tyto číslice k popisu pozorování. Jistě. K popisu reality nepotřebujeme „jenom“ čísla... „protože nemůžeme nic měřit s nekonečnou přesností. Měření podléhá „zákonům matematiky“, a pro realitu nejsou nutná. Ve skutečnosti potřebujeme pouze konečný počet číslic. My potřebujeme, Vesmír nepotřebuje. Všechna tato čísla s nekonečně mnoha číslicemi se nazývají skutečná čísla. Což může znít divně, nevíme, zda jsou skutečná čísla, ehm, skutečná. Čísla jsou v abstrakci skutečná, ale nejsou nutná „pro existenci reality“. Tam platí zákony, které nemusí být postaveny jen „na základně čísel“, s podporou čísel. Ale fyzika je samozřejmě obtížnější než jen číslo. Co v současné době víme, všechno ve vesmíru je tvořeno 25 částicemi, které drží pohromadě čtyři základní síly : gravitace, elektromagnetická síla a silná a slabá jaderná síla. Tyto částice a jejich síly lze matematicky popsat Sabina potvrzuje můj názor, že „čísla“ jsou jen na POPIS reality fyzikální nikoliv tou realitou samotnou. Einsteinovou teorií obecné relativity a teorií kvantového pole, což jsou teorie, které byly mimořádně úspěšné při vysvětlování toho, co pozorujeme. Vysvětlování reality lze zdárně vykonat čímkoliv, a nemusí to být pouze „čísla“ a rovnicemi. Co se týká vědy, řekla bych, že to je ono. Ale lidé se mě často ptají na věci jako „co je časoprostor?“ "Co je částice?" A nevím, co mám s takovými otázkami dělat. To je smutné..., kosmolog by to vědět měl. Časoprostor je matematická struktura, chyba, velká chyba. Časoprostor je struktura z artefaktů které „nesou“ realitu a jsou jimi fenomén-veličina „Délka“ a „Čas“, které jsou i „stavebními kameny“ hmoty i fyzikálních polí tedy v podstatě i sil. Není to matematická struktura, ale lze jí popsat jako hladkou ( ale i zrnitou ) síť, rastr, předivo dimenzí dvou veličin „délka a čas“ kde ty dimenze nejsou matematické, ale fyzikální artefakty, kterou používáme v našich teoriích. Tato matematická struktura je definována svými vlastnostmi. Vlastnosti mají dimenze, nikoliv „matematická struktura“. Dokonce všechny vlastnosti všeho ve vesmíru pochází ze struktur křivosti těch dimenzí, nikoliv ze struktur matematiky. Časoprostor je diferencovatelný variátor s Lorentzovským podpisem, má měřítko vzdálenosti, časoprostor „nemá“ měřítko, ale my lidé můžeme volit intervaly na dimenzích. Možná lze říci, že i sám Vesmír si „kvantuje“ dimenze do jednotek intervalů i časových i délkových a dává je do vzájemných vztahů, má zakřivení atd. Je to matematická věc. Zakřivení dimenzí nemusí být „matematická věc“ ale lze tu křivost tou matematikou popisovat. Jak říkám matematika tu je na popis reality, nikoliv realitou samotnou. Říkáme tomu „skutečné“, protože to správně popisuje naše pozorování. Reálná pozorování můžeme popisovat vším možným tedy i dobře i špatně. Je to podobný příběh pro částice. ?? ← Co tím Sabina myslela, by mě (dost) zajímalo.

.....

**(02)-** A particle is a vector in a Hilbert space that transforms under certain irreducible representations of the gauge groups. That's the best answer we have to the question what a particle is. Again we call those particles "real" because they correctly describe what we observe. So when physicists say that space-time is real or the Higgs-boson is real, they mean that a certain mathematical structure correctly describes observations. But many people seem to find this unsatisfactory. Now that may partly be because they're looking for a simple answer and there just isn't one. But I think there's another reason, it's that they intuitively think there must be something more to space-time and matter, something that distinguishes

the math from the physics. Something that makes the math real or, as Stephen Hawking put it “Breathes fire into the equations”. But those mathematical structures in our theories already describe all our observations. This means just going by the evidence, you don’t need anything more. It’s therefore possible that reality actually is math, that there is no distinction between them. This idea is not in conflict with any observation. The origin of this idea goes all the way back to Plato, which is why it’s often called Platonism, though Plato thought that the ideal mathematical forms are somehow beyond human recognition. The idea has more recently been given a modern formulation by Max Tegmark who called it the Mathematical Universe Hypothesis. Tegmark’s hypothesis is actually more, shall we say, grandiose. He doesn’t just claim that actually reality is math but that all math is real. Not just the math that we use in the theories that describe our observations, but all of it. The exponential function, Mandelbrot sets, the number 18, they’re all real as you and I. If you believe Tegmark. But should you believe Tegmark? Well, as we have seen earlier, the justification we have for calling some mathematical structures real is that they describe what we observe. This means we have no rationale for talking about the reality of mathematics that does not describe what we observe, therefore the mathematical universe hypothesis isn’t scientific. This is generally the case for all types of the multiverse. The physicists who believe in this argue that unobservable universes are real because they are in their math. But just because you have math for something doesn’t mean it’s real. You can just assume it’s real, but this is unnecessary to describe what we observe and therefore unscientific. Let me be clear that this doesn’t mean it’s wrong. It isn’t wrong to say the exponential function exists, or there are infinitely many other universes that we can’t see. It’s just that this is a belief-based statement, not supported by evidence. What’s wrong is to claim that science says so. Then what about the question whether we are made of math? Well, you can’t falsify this hypothesis. Suppose you had an observation that you can’t describe by math, it could always be that you just haven’t found the right math. So the idea that we’re made of math is also not wrong but unscientific. You can believe it if you want. There’s no evidence for or against it. I want to finish by saying I am not doing these videos to convince you to share my opinion. I just want to introduce you to some topics that I think are thought-stimulating, and give you a starting point, in the hope it will give you something interesting to think about. This video was sponsored by Brilliant, which is a website and app that offers a large variety of courses on science and mathematics. The math that we learn at school is really just a tiny part of all the known mathematics, and if you want to get an idea what else there is in the world of mathematics, Brilliant is a great starting point. Their courses are interactive so you’ll be challenged with questions along the way which allows you to check your understanding. If you liked this video you may for example want to check out their Mathematical Fundamentals course, which covers a mix of logic, number theory, and algebra. To support this channel and learn more about brilliant go to brilliant dot org slash sabine and sign up for free. The first 200 subscribers using this link will get 20 percent off the annual premium subscription. Thanks for watching, see you next week.

.....

**(02)- Částice je vektor v Hilbertově prostoru, ach bóóže , hrůůůza...částice je fyzikální realita a je-li POPSÁNA lidmi. Tak pak ten „popis“ částice může být možná i vektor v Hilbertově “prostoru”, což opět není fyzikální prostor ale lidská abstrakce na papíře, který se transformuje za určitých neredukovatelných reprezentací skupin měřidel. To je nejlepší odpověď na otázku, co je částice. Já znám lepší odpověď. Tyto částice opět nazýváme „skutečné“, protože správně popisují, co pozorujeme. Když tedy fyzici říkají, že časoprostor je skutečný nebo Higgsův boson skutečný, znamená to, že určitá matematická struktura správně popisuje pozorování. V tomto smyslu ano, časoprostor je skutečný, ale nikoliv tím, že ho my-lidé správně/nesprávně popisujeme v matematice a pomocí čísel. Zdá se však, že**

mnoho lidí to neuspokojuje. ☺ Nyní to může být částečně proto, že hledají jednoduchou odpověď ale žádná prostě neexistuje. ! Ale myslím si, že je tu ještě jeden důvod, a to ten, že si intuitivně myslí (kdo ?, ti hledači ?), že v časoprostoru a hmotě musí být něco víc, něco, co odlišuje matematiku od fyziky. Určitě ano. Určitě musí být ve fyzikální realitě víc než je v matematické realitě na papíře – což je ne a jen a jen popis reality. Něco, co dělá matematiku skutečnou, nebo, jak to vyjádřil Stephen Hawking, „vdechuje oheň rovnic“. Ale tyto matematické struktury v našich teoriích již popisují všechna naše pozorování. To znamená, jít podle důkazů, nic víc nepotřebujete. To není pravda. Důkazy se mění protože se teorie mění každé století... lidé nachází stále lepší a lepší teorie. Je proto možné, že realita je ve skutečnosti matematika, u mě zásadní nesouhlas... že mezi nimi není žádný rozdíl. Podle mě je mezi nimi zásadní rozdíl : fyzikální realita se nedá měnit, ale popis této reality matematikou můžeme měnit používáním vždy „jiné a jiné“ matematiky... matematiku měníme, realitu nikoliv Tato myšlenka není v rozporu s žádným pozorováním. ☺ Původ této myšlenky sahá až k Platónovi, a proto se jí často říká platonismus, i když si Platón myslel, že ideální matematické formy jsou jaksi mimo lidské poznání. Myšlenka nedávno dostala moderní formulaci od Maxe Tegmarka, který ji nazval hypotéza matematického vesmíru. Matematických vesmírů může být tolik kolik si jich Tegmark vymyslí... Tegmarkova hypotéza je ve skutečnosti více, řekněme, grandiózní. ☺ Netvrdí jen, že realita je ve skutečnosti matematika, ale že veškerá matematika je skutečná. Před zrozením člověka matematika neexistovala a přesto existovala fyzikální realita ( v podobě změn křivení dimenzí časoprostorových a tím se děje Všechno spolu s posloupností vzniku nových a nových zákonů, které také „pochází“ ze změn v křivostech dimenzí časoprostorových ) Nejen matematika, kterou používáme v teoriích, které popisují naše pozorování, ale všechno. ☺ ☺ Exponenciální funkce, Mandelbrotovy sady, číslo 18, všechny jsou skutečné ← na papíře ( V realitě fyzikální jsou skutečné jen změny křivosti dimenzí veličin podle zákonů... a ty nemusí být „matematické“ ). jako ty a já. Pokud věříte Tegmarkovi. Ale měli byste věřit Tegmarku? Jak jsme již viděli dříve, zdůvodnění, proč nazýváme některé matematické struktury reálnými, je, že popisují to, co pozorujeme. Matematické „struktury“ jsou reálné „na papíře“ v tom duchu, že je používáme k popisu reality..., ale není nutné k popisu používat pouze matematiku To znamená, že nemáme důvod mluvit o realitě matematiky, která nepopisuje to, co pozorujeme, proto hypotéza matematického vesmíru není vědecká. To je obecně případ všech typů multivesmíru. Fyzici, kteří tomu věří, tvrdí, že nepozorovatelné vesmíry jsou skutečné, protože jsou v jejich matematice. Souhlas. Ale to, že pro něco máte matematiku, neznamená, že je to skutečné. Souhlas. Můžete jen předpokládat, že je to skutečné, ale to není nutné k popisu toho, co pozorujeme, a proto nevědecké. Souhlas. Dovolte mi objasnit, že to neznamená, že je to špatně. Není špatné říkat, že exponenciální funkce existuje, nebo existuje nekonečně mnoho dalších vesmírů, které nevidíme. Je to jen tvrzení, které je založeno na víře a není podloženo důkazy. O.K. Co je špatně, když tvrdíme, že to říká věda. O.K. Co potom s otázkou, zda jsme z matematiky? Tuto hypotézu nemůžete zfalšovat. Předpokládejme, že máte pozorování, které nemůžete popsat matematikou, vždy to může být tím, že jste právě nenašli správnou matematiku. O.K. Představa, že jsme vytvořeni z matematiky, také není špatná, ale nevědecká je. Můžete tomu věřit, pokud chcete. Neexistuje žádný důkaz pro ani proti. Možná by se důkaz našel. Já „z matematiky“ stvořen nejsem...ale u pánů fyzikálních teoretiků jsou struny „z Ničeho“ ...jen zapomněli to dokázat. Na závěr chci říci, že nedělám tato videa, abych vás přesvědčila, abyste se podělili o můj názor. Jen vás chci seznámit s některými tématy, která podle mě podněcují k přemýšlení, ( a o to jde i mě když tvořím HDV ) a poskytnu vám výchozí bod, v naději, že vám dá něco zajímavého na přemýšlení. ( což neplatí v české kotlině, tam vyvolává nová hypotéza HDV šilenství, urážení a nenávist a pronásledování ) Toto video bylo sponzorováno společností Brilliant, což je webová stránka a aplikace, která nabízí širokou škálu kurzů vědy a matematiky. Matematika,

kterou se učíme ve škole, je opravdu jen malou částí veškeré známé matematiky, a pokud chcete získat představu o tom, co dalšího ve světě matematiky existuje, je Brilliant skvělým výchozím bodem. Jejich kurzy jsou interaktivní, takže vás po cestě budou napadat otázky, které vám umožní ověřit vaše porozumění. Pokud se vám toto video líbilo, můžete se například podívat na jejich kurz Mathematical Fundamentals, který zahrnuje kombinaci logiky, teorie čísel a algebry. Chcete-li podpořit tento kanál a dozvědět se více o Brilliantu, přejděte na web [brilliant dot org slash sabine](https://brilliant.org/sabine) a zaregistrujte se zdarma. Prvních 200 předplatitelů využívajících tento odkaz získá 20 procent z ročního předplatného. Děkujeme za sledování, uvidíme se příští týden. **Děkuji.**

JN, 04.08.2021