

<https://www.youtube.com/watch?v=YJU2zOezKoY>

Jeff Tollaksen - Is Time Real?



Dr. Jeff Tollaksen

Professor, Co-Director, Institute of Quantum Studies

Schmid College of Science and Technology, Physics

tollakse@chapman.edu

19 893 zhlédnutí

26. 10. 2021

00:00

(01)- jeff what does your research say about the nature of time this is a perhaps the biggest question one of the most profound questions the nature of time uh there are many different aspects that one has to consider you know there's the time that we experience as human beings this has a certain quality to it it has a direction to it there's an arrow of time so one might ask what is the nature of that well we don't really know is it related to the expansion of the universe perhaps is it related to the thermodynamic arrow of time the direction of entropy so and so forth these things we really don't know this is much debate going on about it however if you ask about the nature of time at a microscopic level when you're dealing with quantum mechanics uh what our group has discovered is uh absolutely extraordinary features completely different from the way we experience time on a human level so one thing uh that particularly **aharonna** _ had started was he noticed that one of the profound and fundamental differences between classical physics and quantum mechanics is that in quantum mechanics as a matter of principle at its very core the nature of the boundary conditions in the theory is completely different from the boundary conditions in classical physics so in classical physics we know that if you know the state of the universe at one time every other later time is not independent of that state they're all completely slaved in a sense because the theory is deterministic you know the state at one point it determines the state at every other point and i know the laws of physics and we know suppose we know the laws of physics we know the way things interact with each other then there's uh it's really just like big machine it's just a clockwork that there's no there's no freedom after you know the state of the universe at one point however in quantum mechanics in principle we cannot know more than what is the basic description um which is given by the wave function even for a single particle this sort of sense of the likeliness likelihood of different properties of the particle to probability so it ends up being a probability but the actual basic mathematical description is isn't even yet a probability i mean you know the probability you can only define if you have many particles you have a whole ensemble and you do many many experiments on it and so and so forth so uh it turns out that um uh even if you know everything that can be known about a single particle or for the universe for that matter you cannot predict the future like we could do in classical physics so this allows one to say that the most basic description of a particle of a quantum particle allows you to say that you have two boundary conditions the pass of that particle and its

future so if you're asking what is the nature of the properties of the particle during the time between its past and its future it turns out that the past and the future play an equal role on an equal footing and so now when you're asking about the nature of time as you can kind of see this is totally different from what happens in classical physics um and uh the one picture that has been very fruitful in terms of making a number of uh very uh important discoveries uh and several different disciplines of physics has been the notion that when we describe a particle we use the usual standard way of thinking about it in quantum mechanics in which you have a state which evolves forward in time and we use a second state which is specified by a just a standard experiment just like we did in the past when we prepared the particle in some definite state that we knew in the future we do another experiment like that and now we have another wave which is actually going in the opposite era of time and so if you're asking about the nature of the time on a quantum mechanical level you have time going in both directions and in a sense the the way the properties of the quantum world show up you have to they uh sort of kiss in the present so to speak and one has to devise all kinds of new ways of observing the quantum world to see how this this shows up so you're claiming that the movement from the past to the present is equal to the movement from the future to the present that's right i mean is that a mathematical formalism that you need or is that something that you really have evidence for well there's there's two answers to this first of all uh it's been proven that this way of expressing the theory is in fact equivalent in terms of the predictions it makes the standard way which is time asymmetric so what this means is that in fact you cannot say for sure at this level whether the old way of looking at it the time asymmetric way is the correct way or this new way of looking at it you can't say which one is the correct way and so at this point it becomes a question of well which approach is more useful which approach

.....

(01)- Jaffe, co říká váš **výzkum** o povaze času, to je možná největší otázka, jedna z nejzásadnějších otázek, povaha času uh, **existuje mnoho** různých aspektů, které člověk musí vzít v úvahu, **dosud žádný velký výzkum „o čase“ věda nedělala ... a rozhodně neexistuje mnoho aspektů o čase které si člověk nevymyslel sám, tedy neexistuje mnoho „vyozorovaných“ aspektů v realitě.** (**vůbec nevíme proč má čas tu na zemi takové tempo plynutí jaké vidíme-cítíme ; vůbec nevíme zda je tempo plynutí času všude ve Vesmíru ve „stop-stavu“ stejné, ač tu přichází vědci s tvrzením že tempo plynutí zde v naší soustavě pozemské pasované do klidu je nejrychlejší a všude jinde po celém vesmíru se plynutí času zpomaluje – výrok prof. Kulhánka ; vůbec nevíme, zda se tempo plynutí času v historických etapách od Třesku měnilo, kdy a jak ; a už vůbec nevíme zda „čas“ má dimenze a kolik..., vůbec nevíme „jak se čas křiví“ a zda toto křivení může přejít až do „balíčkování“ časové dimenze, vůbec nevíme proč má čas jen jednu šipku času, apod. Takže **výzkum** času je **nejméně probádaný artefakt** z celé fyzikální arény Světa v reálu i na papíře.) víte, že je čas, který my **zkušenosti** **vesměs jsou zkušenosti pouze „pocitové, subjektivní“**..jako lidské bytosti to má určitou kvalitu, má to k tomu směr, je tam šipka času, takže by se někdo mohl ptát, jaká je povaha té studny, kterou ve skutečnosti **nevíme**, souvisí to možná s rozpínáním vesmíru souvisí to s termodynamickou šipkou času směr entropie tak a tak dále tyhle věci, které opravdu **nevíme**, o tom se vede velká **naopak : malá debata** debata, pokud se však zeptáte na povahu času na mikroskopické úrovni, když máte co do činění s kvantovou mechanikou uh, **to, co naše skupina objevila, v mikrosvětě jsou naprosto mimořádné rysy lépe podat a vysvětlit .. zcela odlišné od způsobu, jakým **zažíváme čas na lidské úrovni, která je takk-nějak uprostřed velkostních škál** http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_017.jpg takže jedna věc, uh, která zvláště Aharonna **kdo to je ?** začala, bylo, že si všiml, že jeden z hlubokých základní rozdíl mezi klasickou fyzikou a kvantovou****

mechanikou spočívá v tom, že v kvantové mechanice je principiálně v samém jádru povaha okrajových podmínek v teorii zcela odlišná od okrajových podmínek v klasické fyzice, takže v klasické fyzice – makrosvětě víme, že pokud víte, že stav vesmíru v jednom čase, každý druhý později není nezávislý na tomto stavu, všichni jsou v jistém smyslu zcela závislí, protože teorie je deterministická, znáte stav v jednom bodě, určuje stav v každém druhém bodě a Známe fyzikální zákony a víme, předpokládejme, že známe fyzikální zákony, víme, jak se věci navzájem ovlivňují, pak je to opravdu jako velký stroj, je to jen hodinový stroj, který neexistuje, neexistuje žádná volnost poté, co znáte stav vesmír v jednom bodě. Však v kvantové mechanice v zásadě nemůžeme vědět víc, než jaký je základní popis um, který je dán vlnovou funkcí i pro ra jediná částice tento druh pocitu pravděpodobnosti různých vlastností částice k pravděpodobnosti, takže to skončí jako pravděpodobnost, ale skutečný základní matematický popis ještě není ani pravděpodobnost, myslím tím, že znáte pravděpodobnost, kterou můžete pouze definovat pokud máte mnoho částic, máte celý soubor a děláte na něm mnoho, mnoho experimentů a tak a tak dále, takže uh, ukáže se, že hm uh, i když víte všechno, co lze vědět o jediné částici nebo o vesmíru že u této hmoty nemůžete předvídat budoucnost, jako bychom to mohli udělat v klasické fyzice, takže to umožňuje říci, že nejzákladnější popis částice kvantové částice vám umožňuje říci, že máte dvě okrajové podmínky průchod této částice a její budoucnost takže pokud se ptáte, jaká je povaha vlastností částice v době mezi její minulostí a budoucností, ukáže se, že minulost a budoucnost hrají stejnou roli na stejné úrovni a Takže když se teď ptáte na povahu času, jak vidíte, je to zcela odlišné od toho, co se děje v klasické fyzice, a uh, jeden obrázek, který byl velmi plodný, pokud jde o vytvoření řady uh velmi uh důležitými objevy a několika různými disciplínami fyziky byla představa, že když popisujeme částici, používáme obvyklý standardní způsob uvažování o ní v kvantové mechanice, ve kterém máte stav, který se vyvíjí v čase, a používáme druhý stav, který je specifikován jen standardním experimentem, stejně jako jsme to dělali v minulosti, když jsme připravovali částici v nějakém určitém stavu, o kterém jsme věděli, že v budoucnu uděláme další takový experiment a nyní máme další vlnu, která ve skutečnosti probíhá v opačné éře času, a tak pokud se ptáte na povahu času na kvantově mechanické úrovni, máte čas jít oběma směry na kvantové úrovni panuje pěna křivých dimenzí, což znamená, že sbalování a rozbalování dimenzí je chaotické a to znamená že „směr“ plynutí času se „střídá“ chvilku může jít jedním směrem a zvilku zase opačným směrem..., dotto uvnitř elementárních částic kde je dimenze času sbalena do klubička, čili „šipka na dimenzi ukazuje jednou doprava podruhé doleva tak jak je klubičko z dimenze časové (samozřejmě i délkové) sbaleno do klubička... a v jistém smyslu způsobem, jakým se projevují vlastnosti kvantového světa, musíte jim uh, takříkajíc polibek v přítomnosti a člověk musí vymyslet všechny druhy nových způsobů pozorování kvantového světa, aby viděl, jak se to projevuje, takže tvrdíte, že pohyb z minulosti do současnosti se rovná pohybu pohyb z budoucnosti do současnosti, což sem jinými slovy výše popsal to je pravda, myslím tím, že matematický formalismus, který potřebujete, nebo je to něco, pro co máte skutečně dobré důkazy, na to jsou dvě odpovědi, zaprvé, bylo prokázáno, že tento způsob vyjádření teorie je ve skutečnosti ekvivalentní, pokud jde o předpovědi, vytváří standardní způsob, který je časově asymetrický, takže to znamená, že ve skutečnosti na této úrovni nemůžete s jistotou říci, zda starý způsob nahlížení na čas asymetrický je správný způsob nebo tento nový způsob pohledu na to nemůžete říci, který z nich je správný, a tak se v tomto bodě stává otázkou, který přístup je užitečnější, který přístup

.....

(02)- is more interesting does one approach allow you to discover all kinds of new physical phenomena and it's certainly the case with this time symmetric approach that we have made many new discoveries particularly concerning the nature of time where you can distinguish

the theories there is a scenario whereby one could say that in fact this time symmetric approach is correct and the old way of thinking about the standard quantum mechanics time asymmetric approach is incorrect and those are situations that we call generalizations of quantum mechanics these are situations where the new perspective the new world view would lead to a new theory which makes predictions which are inconsistent with the old theory and then experimentalists would go out and test to see if those predictions are correct and the implications of this for this time symmetric where the movement from past to future is the equivalent of future to past what are the deep implications for the nature of reality well if one's considering uh generalizations of the theory which can be proven experimentally uh over the standard of understanding the quant time in the quantum realm i'll give you a couple of implications for example one generalization which we created of the theory hasn't been proven yet but it's very natural coming it's very natural to uh to derive it um based on the kind of where we started is um the following question um you know our view of the nature of time uh came out from ancient really ancient times uh parmenedes in particular i believe um which he said the way we should think about the universe is that the universe you know exists with objects unique objects which simply change their state and time but it's the same object from one moment to the next right that's i'm just sort of we've accepted this way of thinking about the universe however around the same time in you know the ancient greeks um there was a very different way of thinking about the nature of time which just you know didn't catch on this is uh from heraclitus and eric clardy's you know not many of his words survived all this time but one of them goes something like this he said you never bathed twice in the same river and one way of interpreting that is that in fact each moment of time it's not the same universe it's not the same object as it was a second ago or a hundred years ago but literally each moment of time is like a new universe is it something completely new it gets reborn again and again and so one might ask is it possible to reformulate our basic physics in a way that's consistent with that idea and you can prove that it is impossible on a quantum level uh to do it with the standard what a time asymmetric way of thinking about quantum mechanics a one direction a one direction arrow of time the only way you could do it if you want to have such a picture is to use the time symmetric approach where the past plays well the future plays as much a role in the present as as the past and so using that an example of a generalization we were able to reformulate the whole theory in such a way that quite literally it's very beautiful mathematical theory literally every moment is like recreating the universe again and again and again it's a kind of a psychological illusion that we think that the self i was a fraction of a second ago is the same self i am now but it works very well the way it works is we're we have connections across time so to speak you know we have we're entangled with different moments and this entanglement is what actually provides the the continuity in the physics that's just one example to show how the nature of time can be profoundly different in this view and actually profoundly different from a quantum perspective when compared to a classical

09:57

physics perspective

.....

(02)- je zajímavější, jeden přístup vám umožňuje objevovat všechny druhy nových fyzikálních jevů a je to určitě případ s tímto časově symetrickým přístupem, že jsme udělali mnoho nových objevů, zejména pokud jde o povahu času, kde můžete rozlišovat tamní teorie je scénář, kdy by se dalo říci, že ve skutečnosti je tento časově symetrický přístup správný a starý způsob uvažování o standardní kvantové mechanice časově asymetrický přístup je nesprávný a to jsou situace, které nazýváme zobecnění kvantové mechaniky, to jsou situace, kdy nová perspektiva nový pohled na svět by vedl k nové teorii, která by předpovídala, které

jsou v rozporu se starou teorií, a pak by experimentátoři vyšli a zkoušeli, zda jsou tyto předpovědi správné, a jejich důsledky pro tuto dobu jsou symetrické, kde se pohyb z minulosti do budoucnost je ekvivalentem budoucnosti k minulosti, jaké jsou hluboké důsledky pro povahu reality dobře, pokud zvažujeme zobecnění teorie, kterou lze experimentálně dokázat, u nad standardem chápání kvantového času v kvantové sféře, řeknu vám několik důsledků, například jedno zobecnění, které jsme vytvořili z teorie, ještě nebylo prokázáno ale je to velmi přirozené, je to velmi přirozené, že to odvozujeme na základě toho, jak jsme začali, je následující otázka, víte, náš pohled na povahu času vyšel ze starověku, opravdu starověku, zvláště Parmenides i věřte, že způsob, jakým bychom měli o vesmíru přemýšlet, je ten, že vesmír, který znáte, existuje s objekty, jedinečnými objekty, které jednoduše mění svůj stav a čas, ale z jednoho okamžiku na druhý je to stejný objekt, to jsem prostě tak nějak Přijali jsme tento způsob uvažování o vesmíru, ale zhruba ve stejnou dobu, jak víte, staří Řekové um, existoval velmi odlišný způsob uvažování o povaze času, který právě vy znáte aha, tohle jsem nepochopil, je to od Herakleita a Erica Clardyho, víš, že za celou tu dobu nepřežilo mnoho jeho slov, ale jedno z nich zní nějak takhle řekl, že ses nikdy nekoupal dvakrát ve stejné řece a jeden způsob výkladu je že ve skutečnosti každý okamžik času to není stejný vesmír, není to stejný objekt jako před sekundou nebo před sto lety, ale doslova každý okamžik času je jako nový vesmír, čili každou sekundou (na našich hodinkách) je Vesmír ve „stop-stavu“ jiný, má tentýž Vesmír jinou konfiguraci je to něco úplně nového, znovu a znovu se rodí nerodí se, ale mění se jeho stavy křivostí dimenzí a tak by se někdo mohl zeptat, zda je možné přeformulovat naši základní fyziku způsobem, který je v souladu s touto myšlenkou, proč bourat základní fyziku ? ; stačí poznamenat, že „vše“ ve Vesmíru se mění-proměňuje, krom těch „věcí“, které se nemění nikdy jako jsou elementární částice nebo zákony a můžete dokázat, že na kvantové úrovni je nemožné to udělat se standardem, jaký časově asymetrický způsob myšlení o kvantové mechanice jednosměrná a jednosměrná šipka času jediný způsob, jak to můžete udělat, pokud chcete mít takový obrázek, je použít časově symetrický přístup, kdy minulost hraje dobře, budoucnost hraje stejnou roli v přítomnosti jako minulost a tak na tomto příkladu zobecnění jsme byli schopni přeformulovat celou teorii tak, že doslova je to velmi krásná matematická teorie to nezní stoprocentně správně doslova každý okamžik je jako znovu a znovu vytvářet vesmír znovu a znovu a znovu, je to druh psychologické iluze, o které si myslíme že to já, kterým jsem byl před zlomkem sekundy, je stejné já, kterým jsem teď, ale funguje to velmi dobře, jak to funguje, je to, že máme spojení napříč časem, abych tak řekl, víte, že máme, jsme zapleteni různými okamžiky a toto zapletení je to, co ve skutečnosti poskytuje kontinuitu ve fyzice, což je jen jeden příklad, který ukazuje, jak může být povaha času (čas neběží nám, ale my běžíme jemu viz HDV výklad) v tomto pohledu hluboce odlišná a ve skutečnosti hluboce odlišná od kvantové perspektivy ve srovnání s klasickým fyzikální perspektiva

Nemám k tomu dalších poznámek. Kdyby ano, stále by sem se opakoval a opakoval.

JN, 01.10.2021