

Four Golden lessons as an advice from **Steven Weinberg**:

Čtyři zlaté lekce jako rada od Stevena Weinberga + my com 19.07.2023

When I received my undergraduate degree — about a hundred years ago — the physics literature seemed to me a vast, unexplored ocean, every part of which I had to chart before beginning any research of my own. How could I do anything without knowing everything that had already been done? Fortunately, in my first year of graduate school, I had the good luck to fall into the hands of senior physicists who insisted, over my anxious objections, that I must start doing research, and pick up what I needed to know as I went along. It was sink or swim. To my surprise, I found that this works. I managed to get a quick PhD — though when I got it I knew almost nothing about physics. But I did learn one big thing: that no one knows everything, and you don't have to.

Another lesson to be learned, to continue using my oceanographic metaphor, is that while you are swimming and not sinking you should aim for rough water. When I was teaching at the Massachusetts Institute of Technology in the late 1960s, a student told me that he wanted to go into general relativity rather than the area I was working on, elementary particle physics, because the principles of the former were well known, while the latter seemed like a mess to him. It struck me that he had just given a perfectly good reason for doing the opposite. Particle physics was an area where creative work could still be done. It really was a mess in the 1960s, but since that time the work of many theoretical and experimental physicists has been able to sort it out, and put everything (well, almost everything) together in a beautiful theory known as the standard model. My advice is to go for the messes — that's where the action is.

My third piece of advice is probably the hardest to take. It is to forgive yourself for wasting time. Students are only asked to solve problems that their professors (unless unusually cruel) know to be solvable. In addition, it doesn't matter if the problems are scientifically important — they have to be solved to pass the course. But in the real world, it's very hard to know which problems are important, and you never know whether at a given moment in history a problem is solvable. At the beginning of the twentieth century, several leading physicists, including Lorentz and Abraham, were trying to work out a theory of the electron. This was partly in order to understand why all attempts to detect effects of Earth's motion through the ether had failed. We now know that they were working on the wrong problem. At that time, no one could have developed a successful theory of the electron, because quantum mechanics had not yet been discovered. It took the genius of Albert Einstein in 1905 to realize that the right problem on which to work was the effect of motion on measurements of space and time. This led him to the special theory of relativity. As you will never be sure which are the right problems to work on, most of the time that you spend in the laboratory or at your desk will be wasted. If you want to be creative, then you will have to get used to spending most of your time not being creative, to being becalmed on the ocean of scientific knowledge.

Finally, learn something about the history of science, or at a minimum the history of your own branch of science. The least important reason for this is that the history may actually be of some use to you in your own scientific work. For instance, now and then scientists are hampered by believing one of the over-simplified models of science that have been proposed

by philosophers from Francis Bacon to Thomas Kuhn and Karl Popper. The best antidote to the philosophy of science is a knowledge of the history of science. →

Vypráví **Steven Weinberg** : Když jsem získal bakalářský titul – asi před sto lety – fyzikální literatura mi připadala jako obrovský, neprobádaný oceán, jehož každou část jsem si musel zmapovat, než jsem začal s jakýmkoliv vlastním výzkumem. Jak bych mohl něco udělat, aniž bych věděl, co všechno už bylo uděláno? Naštěstí jsem měl v prvním ročníku na postgraduální škole to štěstí, že jsem se dostal do rukou zkušených fyziků, kteří přes své úzkostné námitky trvali na tom, že musím začít s výzkumem a zjistit, co jsem potřeboval vědět, za pochodu. Bylo to umyvadlo nebo plavání. Ke svému překvapení jsem zjistil, že to funguje. Podařilo se mi rychle získat doktorát – ačkoli když jsem ho získal, nevěděl jsem o fyzice téměř nic. Ale naučil jsem se jednu velkou věc: **že nikdo neví všechno a vy ani všechno vědět nemusíte.** Další lekcí, kterou je třeba se naučit, abychom mohli pokračovat v používání mé oceánografické metafory, je, že zatímco plavete a ne se potápíte, měli byste mířit na rozbourěnou vodu. Když jsem koncem 60. let učil na Massachusettském technologickém institutu, jeden student mi řekl, **že by se chtěl věnovat obecné teorii relativity spíše než oblasti, na které jsem pracoval, tedy fyzice elementárních částic, protože principy té první byly dobře známé, zatímco to druhé mu připadalo jako nepořádek.** Zarazilo mě, že právě uvedl naprosto dobrý důvod, proč udělal opak. Časticová fyzika byla oblastí, kde se ještě dalo dělat kreativní práce. V 60. letech to byl opravdu průšvih, ale od té doby to práce mnoha teoretických a experimentálních fyziků dokázala utřídit a dát všechno (no, skoro všechno) dohromady **do krásné teorie známé jako standardní model.** Moje rada je jít do nepořádku - tam je akce. Moje třetí rada je asi nejtěžší přijmout. Znamená to odpustit si ztrátu času. Studenti jsou požádáni pouze o řešení problémů, o kterých jejich profesori (pokud nejsou neobvykle krutí) vědí, že jsou řešitelné. Kromě toho nezáleží na tom, zda jsou problémy vědecky důležité – pro absolvování kurzu je třeba je vyřešit. Ale v reálném světě je velmi těžké poznat, které problémy jsou důležité, a nikdy nevíte, zda je v daném okamžiku historie problém řešitelný. Na začátku dvacátého století se několik předních fyziků, včetně Lorentze a Abrahama, pokoušelo vypracovat teorii elektronu. Bylo to částečně proto, **abychom pochopili, proč všechny pokusy odhalit účinky pohybu Země přes éter selhaly.** Nyní víme, že pracovali na špatném problému. V té době nemohl nikdo vyvinout úspěšnou teorii elektronu, protože kvantová mechanika ještě nebyla objevena. Genialitu Alberta Einsteina v roce 1905 trvalo, než pochopil, že **tím správným problémem, na kterém je třeba pracovat, je vliv pohybu na měření prostoru a času.** To ho přivedlo ke speciální teorii relativity. Vzhledem k tomu, že si nikdy nebudete jisti, které problémy jsou správné, budete většinu času stráveného v laboratoři nebo u svého stolu promarnit. Pokud chcete být kreativní, pak si budete muset zvyknout na to, že většinu času trávíte tím, že nejste kreativní, na to, že budete zklidnění oceánem vědeckého poznání. Naučte se konečně něco o historii vědy, nebo alespoň o historii svého vlastního vědního oboru. Nejméně důležitým důvodem je, že historie vám může být ve skutečnosti k něčemu užitečná ve vaší vlastní vědecké práci. **Vědci jsou například tu a tam brzděni tím, že věří jednomu z příliš zjednodušených modelů vědy, viz Hubbleho zákon** http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg které navrhli filozofové od **Francise Bacona po Thomase Kuhna a Karla Poppera.** Nejlepším lékem na filozofii vědy je znalost dějin vědy.

.....

More importantly, the history of science can make your work seem more worthwhile to you. As a scientist, you're probably not going to get rich. Your friends and relatives probably won't understand what you're doing. And if you work in a field like elementary particle physics, you won't even have the satisfaction of doing something that is immediately useful. But you can get great satisfaction by recognizing that your work in science is a part of history.

Look back 100 years, to 1903. How important is it now who was Prime Minister of Great Britain in 1903, or President of the United States? What stands out as really important is that at McGill University, Ernest Rutherford and Frederick Soddy were working out the nature of radioactivity. This work (of course!) had practical applications, but much more important were its cultural implications. The understanding of radioactivity allowed physicists to explain how the Sun and Earth's cores could still be hot after millions of years. In this way, it removed the last scientific objection to what many geologists and paleontologists thought was the great age of the Earth and the Sun. After this, Christians and Jews either had to give up belief in the literal truth of the Bible or resign themselves to intellectual irrelevance. This was just one step in a sequence of steps from Galileo through Newton and Darwin to the present that, time after time, has weakened the hold of religious dogmatism. Reading any newspaper nowadays is enough to show you that this work is not yet complete. But it is civilizing work, of which scientists are able to feel proud. →

Ještě důležitější je, že díky historii vědy se vám vaše práce může zdát hodnotnější. Jako vědec pravděpodobně nezbohatnete. Vaši přátelé a příbuzní pravděpodobně nebudou rozumět tomu, co děláte. A pokud pracujete v oboru, jako je fyzika elementárních částic, nebudete mít ani uspokojení z toho, že děláte něco, co je okamžitě užitečné. Ale můžete získat velké uspokojení, když uznáte, že vaše práce ve vědě je součástí historie. Podívejte se o 100 let zpět, do roku 1903. Jak důležité je nyní, kdo byl premiérem Velké Británie v roce 1903 nebo prezidentem Spojených států? Skutečně důležité je, že na McGillově univerzitě **Ernest Rutherford a Frederick Soddy** zjišťovali povahu radioaktivity. Tato práce (samozřejmě!) měla praktické aplikace, ale mnohem důležitější byly její kulturní důsledky. Pochopení radioaktivity umožnilo fyzikům vysvětlit, jak mohou být jádra Slunce a Země po milionech let stále horká. Tímto způsobem odstranila poslední vědeckou námitku proti tomu, co mnozí geologové a paleontologové považovali za vysoký věk Země a Slunce. Poté se křesťané a Židé museli buď vzdát víry v doslovnou pravdu Bible, nebo rezignovat na intelektuální bezvýznamnost. To byl jen jeden krok v řadě kroků od Galilea přes Newtona a Darwina až po současnost, která čas od času oslabila vládu náboženského dogmatismu. Čtení jakýchkoli novin v dnešní době stačí k tomu, abyste ukázali, že tato práce ještě není dokončena. Ale je to civilizační práce, na kterou mohou být vědci hrdí.

Four golden lessons

Steven Weinberg

Nature volume 426, page389 (2003)Cite this article

Published: 27 November 2003

Scientist

JN, 19.07.2023