

# Ztráta jednoty

---

Kytherská Venuše reje již zavádí v jasném svitu luny  
a sličné Grácie a Nymfy v družném  
objetí zemi nožkami tepají. (I, 4)

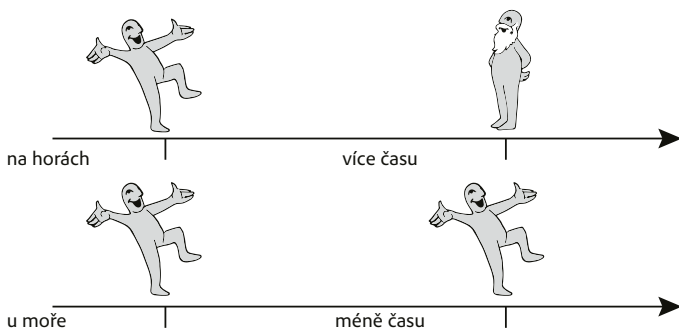
## Zpomalování času

Začněme prostým faktem: na horách plyne čas rychleji než dole u moře.

Rozdíl je to nepatrný, ale dá se změřit pomocí přesných hodin, které si můžete koupit na internetu za pár tisíc euro. S trochou úsilí tedy může každý na vlastní oči vidět, že čas se opravdu zpomaluje. Pomocí dokonalejších hodin ve speciálních laboratořích lze toto zpomalování času zaznamenat i mezi výškami lišícími se o pár centimetrů: hodiny umístěné na podlaze jdou o něco pomaleji nežli stejné hodiny na stole.

Ale nezpomalují se jenom hodiny. Dole probíhají pomaleji všechny procesy. Dva přátelé se rozejdou a jeden pak žije v nížinách, zatímco druhý na horách. Po letech se opět setkají. Ten z nich, který žil níž, toho

prožil méně, méně zestárnul, mechanismus jeho kukaček odbil méněkrát. Měl míň času, aby něco vykonal, jeho květiny vyrostly méně, jeho myšlenky měly míň času, aby se rozvinuly... Dole je zkrátka méně času nežli nahoře.



Je to překvapivé? Snad ano. Ale svět takhle opravdu funguje. Na některých místech plyne čas pomaleji, na jiných zase rychleji.

Opravdu překvapivé na tom je, že si zmíněný fakt zpomalování času kdosi uvědomil sto let předtím, než jsme postavili hodiny tak přesné, aby ho dokázaly změřit. Samozřejmě, jmenoval se Albert Einstein.

Schopnost pochopit cosi dřív, nežli je to pozorováno, je skutečnou podstatou vědeckého myšlení. V antických dobách Anaximandros pochopil, že nebe pokračuje i pod našima nohama, a to dávno předtím, než loď poprvé obepluly celou zeměkoulí dokola. Na úsvitu moderního věku Koperník pochopil, že se Země otáčí, a to dávno předtím, než to od vzdáleného Měsíce spatřili astronauti. A podobně i Einstein pochopil, že čas neplyne všude stejným tempem, a to předtím než

byly vyvinuty natolik přesné hodiny, aby onen rozdíl v chodu času změřily.

Při každém takovémto velkém skoku v poznání jsme zjistili, že věci, které se nám zdály být evidentní, nebyly ničím nežli tradovaným předsudkem. Zdálo se evidentní, že hvězdná obloha je pouze nad námi a nikoli pod námi – jinak by přece Zem spadla kamsi dolů. Zdálo se evidentní, že se Země nehýbe – jinak by se přece všechno pádem rozbilo nebo z ní uletělo. A že čas plyne všude stejně rychle, se nám rovněž zdálo zcela *evidentní*... Děti však rostou a objevují, že svět není takový, jaký se jim jevil jen mezi čtyřmi stěnami jejich pokojíčku. A s celým lidstvem je to úplně stejné.

Einstein si položil otázku, která možná trápila mnohé z nás, když jsme se poprvé dozvěděli o existenci gravitační síly: Jak může být Země „přitahována“ ke Slunci, i když s ním není v přímém kontaktu, i když mezi nimi nic neleží?

Hledal smysluplné vysvětlení a našel ho. Představil si, že Slunce a Země se nepřitahují přímo na dálku, ale že obě tělesa postupně působí na cosi, co leží mezi nimi. A protože mezi nimi leží jenom prostor a čas, napadlo ho, že Slunce i Země pozměňují prostor a čas ve svém okolí. Podobně jako těleso hozené do vody mění tvar hladiny. Tato změna struktury času pak ovlivňuje pohyby ostatních těles a způsobuje, že k sobě navzájem „padají“.<sup>1</sup>

Co ale přesně znamená výraz „změna struktury času“? Je to právě ono zpomalení času, které jsem popsal v úvodu: hmota zpomaluje plynutí času ve svém okolí. Země má velikou hmotnost, a proto v jejím okolí běží

čas pomaleji. Zpomaluje ho více v nížinách nežli na horách, protože nížiny jsou zemské hmotě blíže. Proto onen z přátel, který žije u moře, stárne pomaleji.

Tělesa padají dolů působením gravitace díky tomuto zpomalování času. Tam, kde čas plyne rovnoměrně, tedy v mezihvězdném prostoru, věci nikam nepadají. Jen se volně vznášejí v beztíži. Zde na povrchu naší planety mají tělesa naopak přirozenou tendenci pohybovat se do míst, kde čas plyne pomaleji. Podobně jako když běžíme ze břehu do moře, načež větší odpor vody na nohy způsobí, že do vody spadneme po hlavě. Věci padají dolů, protože tam dole je čas zpomalený přítomností Země.<sup>2</sup>

A tak, přestože není snadné zpomalování času přímo pozorovat, má zásadní důsledky: díky němu věci padají směrem dolů a my můžeme chodit s nohama pevně na zemi. Naše chodidla se opírají o chodník proto, že celé naše tělo se přirozeně snaží dostat do míst, kde čas plyne pomaleji – a čas plyne pomaleji pod vašimi nohama nežli ve vaší hlavě.

Zdá se vám to podivné? Je to jako sledovat Slunce při úchvatném západu, kdy pomalu mizí za vzdálenými mraky. Avšak vy si náhle uvědomíte, že se nehýbe Slunce, ale že jev je způsoben otáčením zeměkoule. Ve své mysli spatříte celou naši planetu – včetně vás samotných – jak se otáčí na opačnou stranu směrem od Slunce. V tom okamžiku pohlédnete na svět „šílenými očima“ své mysli, jako v písni *Fool on the Hill*, tedy *Blázen na kopci*, od Paula McCartneyho. Je to bláznivá vize, občas ale umožňuje vidět mnohem dál nežli náš běžný zrak.

## Deset tisíc tančících Šivů

Mojí dlouholetou vášní je Anaximandros, řecký filozof žijící před šestadvaceti staletími, který pochopil, že se Země, ničím nepodepírána, volně vznáší v prostoru.<sup>3</sup> Anaximandrový myšlenky známe jen zprostředkovaně díky jiným autorům. Dochoval se jediný stručný přímý zlomek jeho textu – pouze tento jediný:

Věci se přeměňují jedna v druhou z důvodu nutnosti,  
a poskytují si vzájemné ospravedlnění,  
dle řádu času.

„Dle řádu času“ (κατὰ τὴν τοῦ κρόνου τάξιν). Z jednoho z nejvýznamnějších okamžiků v dějinách, jenž vymezuje zrod přírodovědy, se nedochovalo nic nežli tato nejasná a tajemně znějící slova odkazující se na „řád času“.

Pak se ustavila astronomie s fyzikou a vyvíjely se, neboť následovaly plodnou Anaximandrovu myšlenku: snažily se pochopit, jak se jevy odvíjejí *dle řádu času*. Astronomie v antice popisovala pohyby hvězd *v čase*. Fyzikální rovnice dnes popisují, jak se věci mění *v čase*. Od Newtonových rovnic, které stojí v základech mechaniky, po rovnice Maxwellovy popisující elektromagnetické jevy. Od Schrödingerovy rovnice popisující vývoj kvantových jevů po rovnice kvantové teorie pole, jež určují dynamiku subatomárních částic. Veškerá naše fyzika, i věda obecně, je v podstatě o tom, jak se věci vyvíjejí „dle řádu času“.

Je mnohaletou tradicí označovat v rovnicích čas písmenem  $t$  (slovo „čas“ začíná na toto písmeno v angličtině, francouzštině, italštině a španělštině, nikoli však v němčině, arabštině, češtině, ruštině anebo mandarínštině). Co tento symbol  $t$  vyjadřuje? Vyjadřuje číslo, které měříme hodinami. Rovnice nám říkají, jak se věci mění, když plyne čas měřený hodinami.

Jestliže však, jak jsme viděli, různé hodiny odměřují různý čas, co přesně  $t$  znamená? Když se dva přátelé, z nichž jeden žil v horách a druhý u moře, opět setkají, budou jejich hodinky ukazovat různý čas. Který z nich je  $t$ ? Ve fyzikální laboratoři půjdou hodiny na stole a na podlaze různými rychlostmi. Které z nich měří skutečný čas? Jak máme popsat rozdíl mezi nimi? Měli bychom říkat, že se hodiny na podlaze zpomalují vůči těm na stole? Anebo že se hodiny na stole naopak předcházejí vůči těm na podlaze?

Tyto otázky nedávají žádný smysl. Stejně tak bychom se mohli ptát, zdali je *skutečnější* hodnota libry v dolarech anebo hodnota dolaru v libře. Žádná „skutečnější“ hodnota neexistuje. Jsou to zkrátka jen dvě různé měny, které mají *relativní hodnotu jedna vůči druhé*. Neexistuje žádný skutečnější čas. Jsou to prostě dva různé časy, které se mění relativně, tedy *vůči sobě navzájem*. Žádný z nich není skutečnější nežli ten druhý.

Avšak nejsou jenom *dva* časy. Časů je ohromné množství: v každém bodě prostoru je různý čas. Neexistuje jediný a unikátní čas, je jich spousta.

Čas měřený konkrétními hodinami, které měří konkrétní děj, se ve fyzice nazývá „vlastní čas“. Každé hodiny

odměřují svůj vlastní čas. Každý děj má svůj vlastní čas, svůj vlastní rytmus.

Einstein nám poskytl rovnice, které popisují, jak vlastní časy běží relativně, tedy *vůči sobě navzájem*. Ukázal nám, jak spočítat rozdíl mezi dvěma časy.<sup>4</sup>

Jediná veličina „čas“ se tedy rozpadla do celé pavučiny časů. Moderní fyzika již nepopisuje svět, který se vyvíjí v unikátním čase. Popisuje, jak se věci vyvíjejí v příslušném lokálním čase a jak tyto lokální časy běží *vůči sobě navzájem*. Svět není jako vojenská četa pochodující jedním tempem dle rozkazů jediného velitele. Je to síť událostí, které se navzájem ovlivňují.

Tak popisuje čas Einsteinova obecná teorie relativity. Příslušné rovnice neobsahují pouze jeden „čas“, obsahují nespočetně časů. Časový interval mezi dvěma událostmi není jediný, tak jako není jediný čas měřený pomocí dvojích hodin, které se ocitly na dvou různých místech a pak se opět setkaly.<sup>5</sup>

Fyzika nepopisuje, jak se věci mění „v čase“, ale jak se věci mění ve svých vlastních časech a jak se tyto „časy“ odvíjejí vůči sobě navzájem.\*

\* Gramatická poznámka. Slovo „čas“ má několik různých významů, které spolu sice souvisejí, ale jsou odlišné: 1. „Čas“ je obecný jev následnosti událostí („Neslyšný a tichý krok času.“); 2. „Čas“ udává interval mezi těmito událostmi („Zítřka a zítřka, pořad zítřka / krok za krokem se ze dne na den sune / až do poslední slabiky času.“); nebo 3. Jeho trvání („Ach pánové, čas života je krátký.“); 4. „Čas“ může také označovat konkrétní okamžik („Až přijde, lásko, čas, i ty mne opustíš.“), obvykle aktuální („Čas se vymknul z kloubů.“); 5. „Čas“ označuje fyzikální veličinu, která měří trvání („Zrychlení je derivace rychlosti vůči času.“). V této knize používám slovo „čas“ volně ve všech uvedených významech, tak jak je běžné v hovorové řeči. V případě nejasností se, prosím, vraťte k této poznámce.

Čas přišel o svůj první hlavní atribut: ztratil jednotu. Na různých místech běží různým tempem, zde plyne jinak nežli tam. Věci tohoto světa splétají tance dle různých rytmů. Je-li svět udržován v chodu tančícím Šivou, pak musí existovat deset tisíc tančících Šivů, podobajících se tančícím figurám na Matissových obrazech.



## Ztráta směru

---

Bys i vábněji znal nežli sám Orfeus  
loutny ovládat zvuk, jemuž les naslouchal,  
zda se navrátí krev v beztlý prelud zas, ...  
Krutý věru to los: zmírní se, sneseš-li,  
co již napravit nemožno. (I, 24)

### Kde pramení věčný proud?

Dobrá, hodiny na horách a v nížinách mohou tikat různým tempem. Ale je to ta nejpodstatnější věc, která nás na čase zajímá? I v řece proudí voda u břehů pomaleji a uprostřed rychleji – nicméně stále proudí vpřed... A co čas? Také on neustále plyne kupředu – z minulosti do budoucnosti. Ponechme proto nyní stranou otázku konkrétní *číselné* hodnoty, *kolik přesně* času někde uplynulo. Tím jsme se zabývali v minulé kapitole. Čas totiž charakterizuje ještě další a mnohem závažnější vlastnost: jeho neustávající běh, jeho jednosměrný tok, *věčný proud* z první Rilkeho *Elegie z Duina*:

Bežčasný proud smílá oběma sférami  
veškeré věky, aby je přehlušil v obou.<sup>1</sup>

Minulost a budoucnost se od sebe zásadně liší. Příčina předchází následek. Bolest pocítujeme po zranění, nikoli před ním. Sklenice se tříští na tisíce kousků, zatímco střepy nikdy samy od sebe neposkládají sklenici. Minulost nedokážeme změnit, můžeme jí pouze litovat, mít výčitky, vzpomínky. Naproti tomu budoucnost představuje nejistotu, touhu, znepokojení, svobodný prostor, snad osud. Budoucnost můžeme utvářet svým životem, protože dosud neexistuje. Vše je ještě možné... Čas není přímka se dvěma rovnoprávnými směry. Je to orientovaná šipka s odlišnými konci.



A právě tato vlastnost času, spíše nežli konkrétní rychlost plynutí, se nás dotýká nejvíce. Je to jeho nejdůležitější atribut. Tajemství času spočívá v jeho neustálém „klouzání vpřed“, jež doslova cítíme v pulzech vlastního srdce, instinktivně ve svém nitru, tkví v tajemství paměti, v obavách z budoucnosti. Právě o to nám jde, uvažujeme-li o čase. Ale co přesně znamená jeho *jednosměrný tok*? Jak je vetkán do gramatiky světa? Co rozlišuje minulost, tedy to, co se stalo, od budoucnosti,

toho, co dosud nenastalo, ve vnitřních mechanismech vyvíjejícího se světa? Proč je pro nás minulost tak odlišná od budoucnosti?

Fyzika 19. a 20. století se do těchto otázek pustila a objevila cosi zcela nečekaného a znepokojivého, mnohem závažnějšího nežli vcelku nevýznamný fakt odlišné rychlosti plynutí času na různých místech. Rozdíl mezi minulostí a budoucností, mezi příčinou a následkem, mezi pamětí a nadějí, mezi lítostí a úmyslem... Fakt, že ve fundamentálních zákonech popisujících fungování světa tento rozdíl vůbec neexistuje.

## **Teplo**

Vše začalo královraždou. Dne 16. ledna 1793 Konvent v Paříži odsoudil Ludvíka XVI. k trestu smrti. Revolta možná patří i k nejhlubším kořenům vědy: je to odpor přijmout zaběhlý stav věcí.<sup>2</sup> Mezi těmi, kdo přijali ono fatální rozhodnutí, byl také Robespierrov přítel jménem Lazare Carnot. Carnot měl zalíbení ve velkém perském básníkovi Sa'dím Širázím. Když Sa'dího zajali křižáci a uvěznili v Akko, napsal tyto zářivé verše, které nyní zdobí vchod do sídla Spojených národů:

Všichni Adamovi synové  
jsou částí jediného těla,  
jsou téže podstaty.  
Postihne-li čas bolesti  
jednu část tohoto těla,

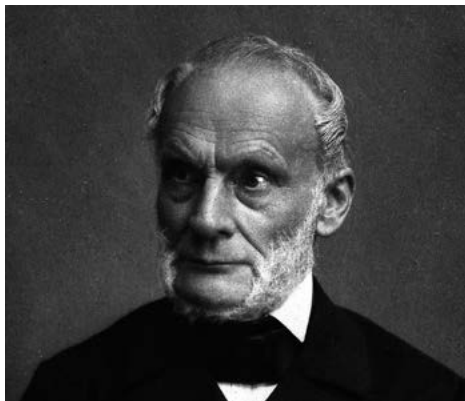
těž všechny ostatní části to pocítí.  
Nedokážeš-li cítit bolest ostatních,  
nezasloužíš si zván být člověkem.

Také poezie možná patří k nejhlubším kořenům vědy: jako schopnost spatřit neviditelné. Carnot pojmenoval svého prvorozeného syna po Sa'dím. Sadi Carnot se tak zrodil z poezie a z revolty.

Jako mladý muž propadl vášni k parním strojům, které na počátku 19. století začaly proměňovat svět. Pomocí ohně dokázaly hýbat věcmi. V roce 1842 sepsal brožurku s přitažlivým názvem *Úvahy o hybné síle ohně*. V ní se pokusil porozumět teoretické podstatě fungování těchto strojů. Krátké pojednání je plné chybných předpokladů. Carnot si představuje, že teplo je hmatatelná entita, jakýsi druh tekutiny, jež produkuje teplo tím, že „padá“ z horkých věcí na studené, tak jako produkuje energii voda padající ve vodopádu shora dolů. Obsahuje ale také zcela zásadní myšlenku, totiž se parní stroje v principu fungují proto, že teplo přechází z horkého do studeného.

Sadiho brožurka se poté dostane do rukou upjatého pruského profesora s divokým pohledem. Jmenuje se Rudolph Clausius. To on vystihne podstatu problému a zformuluje zákon, který se stane slavným: pokud se v okolí nic jiného neděje, teplo *nemůže* samovolně přecházet ze studeného tělesa na těleso horké.

Naprosto zásadní je zde rozdíl oproti pádům těles v gravitačním poli: míč může padat dolů, ale může se také odrazit a letět zpátky nahoru. Teplo *nemůže*. Je to



*jediny* fundamentální fyzikální zákon, který rozlišuje minulost od budoucnosti. Žádný jiný to nečiní. Ani Newtonovy zákony ovládající mechaniku světa, ani rovnice elektřiny a magnetismu zformulované Maxwellem. Ani Einsteinovy zákony relativistické gravitace, ani rovnice kvantové mechaniky objevené Heisenbergem, Schrödingerem a Diracem. Ani zákony pro elementární částice zformulované fyziky 20. století... *Ani jedna* z těchto rovnic nerozlišuje minulost od budoucnosti.<sup>3</sup> Dovolují-li tyto rovnice určitou posloupnost událostí, pak dovolují též stejnou posloupnost v opačném pořadí.<sup>4</sup> Ve fundamentálních rovnicích světa<sup>5</sup> se šipka směru času objevuje *pouze* tam, kde je přítomné teplo.\* Vnitřní provázanost

\* Přesně vzato se šipka směru času může projevat i v jevech, které s teplem nejsou přímo spojeny, ale sdílejí s ním hlavní podobné rysy, například použití retardovaných potenciálů v elektrodynamice. To, o čem zde mluvíme, a především závěry z toho plynoucí, se tudíž vztahuje i na tyto jevy. Raději zde však dávám přednost nekomplikovat diskusi rozebíráním všech možných podpřípadů a variant.

času s teplem je tedy zcela zásadní: kdykoli se vyjevuje rozdíl mezi minulostí a budoucností, je přítomno teplo. V každé posloupnosti událostí, která se nám při promítání pozpátku jeví absurdní, najdeme něco, co se zahřívá.

Sleduji-li film, ve kterém se kutálí míč, nedokážu říct, jestli je film promítán správně, anebo pozpátku. Jestliže se však míč zastaví, vím, že je promítán v přirozeném směru. Kdyby byl puštěn pozpátku, spatřili bychom velmi nepravděpodobný děj: míč se z ničeho nic sám rozeběhne. Zpomalování míče a jeho zastavení je způsobeno třením, a tření produkuje teplo. Jen tam, kde je přítomno teplo, existuje rozdíl mezi minulostí a budoucností. Také naše vlastní myšlenky se odvíjejí z minulosti směrem do budoucnosti, nikoli naopak. A opravdu: myšlení rovněž produkuje teplo v našem mozku...

Clausius zavádí fyzikální veličinu, která je mírou nevratnosti této jednosměrné produkce tepla. A protože to je vzdělaný Němec, dává jí jméno převzaté ze staré řečtiny, *entropie*:

Dávám přednost tomu, přejímat názvy významných vědeckých veličin ze starých jazyků, protože pak mohou být stejná ve všech živých jazycích. Navrhuji tudíž nazývat entropií tělesa veličinu ( $S$ ) podle řeckého slova pro transformaci: ἡ τροπή.<sup>6</sup>

Clausiova entropie, označovaná písmenem  $S$ , je měřitelná a vyčíslitelná<sup>7</sup> veličina, která při každém izolovaném ději roste anebo zůstává stejná, ale *nikdy neklesá*. Abychom vyjádřili skutečnost, že nikdy neklesá, píšeme nerovnici:

$$\Delta S \geq 0$$

Čte se to: „Delta  $S$  je vždy větší anebo rovno nule,“ a nazýváme to „druhý zákon termodynamiky“ (prvním zákonem je zachování energie). Jeho podstatou je skutečnost, že teplo samovolně přechází jen z horkých těles na studená, nikdy naopak.

390

so erhält man die Gleichung:

$$(64) \int \frac{dQ}{T} = S - S_0,$$

welche, nur etwas anders geordnet, dieselbe ist, wie die unter (60) angeführte zur Bestimmung von  $S$  dienende Gleichung.

Sucht man für  $S$  einen bezeichnenden Namen, so könnte man, ähnlich wie von der GröÙe  $U$  gesagt ist, sie sey der *Wärme- und Werkinhalt* des Körpers, von der GröÙe  $S$  sagen, sie sey der *Verwandlungsinhalt* des Körpers. Da ich es aber für besser halte, die Namen derartiger für die Wissenschaft wichtiger GröÙen aus den alten Sprachen zu entnehmen, damit sie unverändert in allen neuen Sprachen angewandt werden können, so schlage ich vor, die GröÙe  $S$  nach dem griechischen Worte  $\eta$  τροπή, die Verwandlung, die *Entropie* des Körpers zu nennen. Das Wort *Entropie* habe ich absichtlich dem Worte *Energie* möglichst ähnlich gebildet, denn die beiden GröÙen, welche durch diese Worte benannt werden sollen, sind ihren physikalischen Bedeutungen nach einander so nahe verwandt, daß eine gewisse Gleichartigkeit in der Benennung mir zweckmäßig zu seyn scheint.

Fassen wir, bevor wir weiter gehen, der Uebersichtlichkeit wegen noch einmal die verschiedenen im Verlaufe der Abhandlung besprochenen GröÙen zusammen, welche durch die mechanische Wärmetheorie entweder neu eingeführt sind, oder doch eine veränderte Bedeutung erhalten haben, und welche sich alle darin gleich verhalten, daß sie durch den augenblicklich stattfindenden Zustand des Körpers bestimmt sind, ohne daß man die Art, wie der Körper in denselben gelangt ist, zu kennen braucht, so sind es folgende sechs: 1) der *Wärmeinhalt*, 2) der *Werkinhalt*, 3) die Summe der beiden vorigen, also der *Wärme- und Werkinhalt* oder die *Energie*; 4) der *Verwandlungswerth des Wärmeinhaltes*, 5) die *Disgregation*, welche als der Verwandlungswerth der stattfindenden Anordnung der Bestandtheile zu

Toto je stránka z Clausiova článku, na níž poprvé zavádí koncept a slovo „entropie“. Rovnice uvedená na začátku stránky je matematickou definicí změny entropie ( $S-S_0$ ) tělesa: je to suma (integrál) veličiny tepla  $dQ$  vydaného tělesem při teplotě  $T$ .

Odpusťte mi, že jsem tu napsal fyzikální vzorec – je jediný v celé knize. Je to vzorec pro šipku směru času a těžko jsem se mu ve své knize věnované podstatě času mohl vyhnout.

Je to jediná rovnice fundamentální fyziky, která rozlišuje minulost od budoucnosti. Jediná rovnice, která hovoří o jednosměrném toku času. Za touto neobyčejnou rovnicí se skrývá celý svět.

Tento další objev učinil nešťastný a podmanivý Rakušan, vnuk hodináře, tragická a romantická postava, Ludwig Boltzmann.

## **Rozmazanost**

Právě Boltzmann jako první nahlédl, co se skrývá za vztahem  $\Delta S \geq 0$ . Jedná se o jeden z nejzávratnějších ponorů do hlubin světa při snaze pochopit jeho základní gramatiku.

Boltzmann pracoval ve Štýrském Hradci, Heidelbergu, Berlíně, Vídni a pak opět ve Štýrském Hradci. Svou neposednost rád připisoval skutečnosti, že se narodil během karnevalové slavnosti „Mardi Gras“. A nešlo přitom o pouhý vtíp, jeho charakterová nevyrovnanost byla opravdová, silně oscillovala mezi euforiemi a depresemi. Byl malé a zavalité postavy, měl tmavé kudrnaté vlasy a talibanský vous. Jeho přítelkyně ho nazývala „můj drahý sladký buclík“. Právě on, tento Ludvík, se stal smolným hrdinou jednosměrnosti toku času.

Sadi Carnot se domníval, že teplo je substance, specifické fluidum. Mýlil se. Teplo je ve skutečnosti





mikroskopické hemžení spousty molekul. Horký čaj je čaj, jehož molekuly se nesmírně rychle hemží. Studený čaj je čaj, jehož molekuly se hemží jenom málo. Když ohřejeme a rozpustíme kostku ledu, jeho molekuly ztratí vzájemné vazby a začnou se pohybovat nezávisle na sobě.

Na konci 19. století mnoho lidí stále ještě nevěřilo v existenci molekul a atomů. Ludwig byl přesvědčený, že existují, a pustil se do bitvy za tuto svou víru. Jeho invektivy vůči těm, kdo pochybovali o reálné existenci atomů, se staly legendárními. „Naše generace stála celým svým srdcem na jeho straně,“ poznamenal po letech jeden z mladých lvů kvantové mechaniky.<sup>8</sup> V jedné z oněch divokých polemik během konference ve Vídni se věhlasný fyzik<sup>9</sup> ohrazoval vůči Boltzmannovým názorům argumentem, že vědecký materialismus bude mrtev, neboť zákony hmoty se nepodřizují jednosměrnosti času. Ani fyzikové nejsou imunní vůči tomu říkat nesmysly.

Koperníkovy oči pohlédly na zapadající Slunce a spatřily otáčející se svět. Boltzmannovy oči pohlédly do sklenice čiré vody a spatřily zběsile se *pohybující* atomy a molekuly.

Vodu ve sklenici vidíme podobně, jako astronauté viděli Zemi z Měsíce: klidnou, blyštivou, modravou. Z Měsíce nemohli spatřit nic z bujarého hemžení života na Zemi, rostliny ani zvířata, naše touhy ani zoufalství. Jen modrobílou kouli. V odlescích vody ve sklenici je také skrytý vnitřní „život“, tvoří ho neustávající aktivita bezpočtu molekul. Je jich mnohem víc nežli živých bytostí na celé Zemi.

Tato mikroskopická vřava je *všudypřítomná*. Dostanou-li se nějaké molekuly na chvílku do klidu, ihned je zase strhne divoké hemžení jejich sousedů a začnou se opět pohybovat. Hemžení se tak šíří všemi směry, molekuly do sebe narážejí a navzájem se strkají. Právě tímto způsobem se chladné věci ohřívají, jakmile se dostanou do kontaktu s teplejšími: jejich molekuly se ocitnou v divočejším reji a jsou přinuceny vířit spolu s rychlejšími molekulami. To znamená, že se ohřejí.

Tepelné hemžení připomíná neustálé promíchávání hracích karet. Jestliže jsou karty seřazeny podle barev a čísel, jejich promíchání nutně zvýší neuspořádanost. A s teplem je to stejné: proto přirozeně přechází z teplého tělesa na studené, nikoli naopak. Pouhým promícháváním, tedy rozbíjením uspořádanosti. Nárůst entropie není nic jiného než všudypřítomný a známý přirozený růst nepořádku.

Právě tohle Boltzmann pochopil. Rozdíl mezi minulostí a budoucností netkví v elementárních zákonech

pohybu, nespočívá v nejhlubší gramatice přírody. Je dán přirozenou tendencí k růstu nepořádku, díky čemu se svět vyvíjí k méně výjimečným, méně speciálním situacím.

Byla to brilantní intuice, a byla naprosto správná. Vysvětluje však rozdíl mezi minulostí a budoucností? Nikoli. Jenom posouvá otázku dál. Zásadní otázka nyní zní: Proč v jednom ze dvou časových směrů – v tom, jemuž říkáme minulost – byly věci uspořádanější? Proč byl velký balíček karet vesmíru v minulosti tak uspořádaný? Proč v minulosti byla entropie menší?

Vidíme-li jev, který *začíná* ve stavu s malou entropií, je jasné, proč jeho entropie roste: proces přeskupování jeho částí totiž zcela přirozeně sám od sebe způsobuje, že se stávají neuspořádanější. Ale proč jevy, které kolem sebe v kosmu vidíme, vůbec začaly ve stavu s nízkou entropií?

Tím se dostáváme ke skutečnému jádru problému. Je-li prvních šestadvacet karet v balíčku červených a dalších šestadvacet karet černých, říkáme, že konfigurace karet je „speciální“, že je „uspořádaná“, roztríděná. Tento výjimečný řád se náhodným rozmícháním balíčku ztratí. Počáteční uspořádaná konfigurace je konfigurací „s nízkou entropií“. Všimněte si ale, že je speciální jenom tím, že se díváme na *barvu* karet, zdali jsou červené anebo černé. Je výjimečná proto, že sledujeme jejich barvu. Jiná konfigurace bude speciální jinak, jestliže například prvních šestadvacet karet v balíčku budou pouze srdce a piky. Anebo všechna lichá čísla anebo šestadvacet nejohmatanějších karet balíčku anebo to

bude úplně stejné uspořádání karet jako předevcírem... Nebo když mají kteroukoli jinou vlastnost. Když se nad tím pořádně zamyslíme, tak vlastně *každá konfigurace je speciální*, každá je svým způsobem zvláštní, přihlédneme-li ke *všem* jejím detailům, protože každá konfigurace je charakterizovaná čímsi, co je unikátní. Stejně jako je každé dítě speciální a unikátní pro svou vlastní matku.

Z toho plyne, že pojem speciálnosti určitých konfigurací oproti jiným (například šestadvacet červených karet následovaných šestadvaceti černými) dává smysl jenom tehdy, omezím-li se na sledování pouze určitých aspektů karet (v tomto případě na jejich barvu). Jestliže dokážu od sebe odlišit úplně všechny karty, jsou si všechny jejich konfigurace plně ekvivalentní: žádná z nich není speciálnější nežli ostatní.<sup>10</sup> Pojem „speciálnosti“ se rodí až v okamžiku, kdy začnu vidět vesmír rozmazaným a aproximativním způsobem.

Boltzmann tedy ukázal, že entropie existuje proto, že svět vidíme a popisujeme rozmazaně. Dokázal, že entropie je přesně ta veličina, jež udává *počet různých konfigurací*, které naše rozmazané vidění od sebe *nedokáže rozlišit*. Teplo, entropie a menší entropie minulosti jsou tedy pojmy, které souvisejí s naším aproximativním, statistickým popisem přírody.

Rozdíl mezi minulostí a budoucností je tedy hluboce provázán s tímto rozmazaným vnímáním světa... Takže: Kdybych dokázal uchopit veškeré detaily přesného, mikroskopického stavu světa, zmizel by charakteristický aspekt času, jímž je jeho jednosměrný tok?

Ano. Pozorují-li mikroskopický stav věcí, rozdíl mezi minulostí a budoucností zcela mizí. Budoucnost světa je určena jeho současným stavem – ale o nic více anebo méně nežli jeho minulost.<sup>11</sup> Často říkáme, že příčina předchází následek, přestože ve fundamentální gramatice věcí žádné rozlišení mezi „příčinou“ a „následkem“ neexistuje.\* Existují pravidelnosti popsané tím, co nazýváme fyzikálními zákony, jež svazují události v různých časech, ale ty jsou vůči minulosti a budoucnosti plně symetrické. V mikroskopickém popisu světa rozlišení na minulost a budoucnost nedává vůbec žádný smysl.\*\*

Takový je znepokojivý závěr Boltzmannovy práce: rozdíl mezi minulostí a budoucností se váže pouze na naše vlastní rozmazané vnímání světa. Takový závěr nás vyvádí z míry. Je tomu opravdu tak, že onen živý, naprosto základní, existenciální životní vjem, jímž je osobní pocit plynoucího času, závisí na skutečnosti, že nedokážu uchopit svět ve všech jeho detailech? Že je dán zkreslením světa kvůli mé krátkozrakosti? Je vážně pravda, že kdybych dokázal přesně vidět a vzít do úvahy skutečný tanec bilionů molekul, byla by budoucnost „stejná jako“ minulost? Je možné, že o minulosti mám stejnou neznalost a nevědomost jako o budoucnosti? I když

\* Trochu více podrobností o tom uvedeme v 11. kapitole.

\*\* Podstatou zde není, že co se stane s chladnou lžičkou v šálku horkého čaje, závisí na tom, jestli já mám rozmazané vidění či nikoli. Co se stane se lžičkou a jejími molekulami samozřejmě objektivně nezávisí na tom, jak se dívám. Děj se prostě stane i bez mé přítomnosti. Klíčové zde je, že popis tohoto děje pomocí pojmů teplo, teplota a přenos tepla z čaje na lžičku je jenom můj rozmazaný pohled na tento děj. A pouze a jenom při tomto rozmazaném vidění světa se zjevuje překvapivý rozdíl mezi minulostí a budoucností.

vezmeme do úvahy známý fakt, že naše bezprostřední vnímání světa je často mylné, může být skutečný svět tak zásadně odlišný od toho, jak ho my sami vnímáme?

To vše podkopává samotné základy našeho obvyklého chápání času. Vyvolává nedůvěru, stejně jako někdejší objev, že se Země pohybuje. Ale stejně jako s pohybem Země, i v tomto případě jsou důkazy zcela přesvědčivé: všechny jevy charakterizující jednosměrné plynutí času se nakonec redukuje na „speciální“ stav minulosti světa, na „speciálnost“, kterou lze ve své podstatě přiřadit rozmazanosti naší vlastní perspektivy.

Později se hlouběji ponořím do této záhady rozmazanosti, abychom zjistili, jak souvisí s podivuhodnou nepravděpodobností počátečního stavu vesmíru. Pro tuto chvíli téma uzavřu ohromujícím faktem, že entropie, jak plně pochopil Boltzmann, není nic jiného nežli počet mikroskopických stavů, které naše rozmazané vidění světa nedokáže od sebe odlišit.

Rovnice, jež říká právě toto,<sup>12</sup> je vyryta na Boltzmannově hrobě ve Vídni nad mramorovou bystou, která ho zpodobňuje jako vážnou a napohled nepřívětivou osobu, jíž podle mne ve svém životě nebyl. Mnoho mladých adeptů fyziky dodnes chodí navštěvovat jeho hrob a prodlévá zde v hlubokém zamyšlení. Tu a tam sem zavítá i některý postarší profesor fyziky.

Čas přišel o svůj další hlavní atribut: o vnitřní rozdíl mezi minulostí a budoucností. Boltzmann pochopil, že jednosměrný tok času není žádná jeho vnitřní vlastnost. Že je dán jenom rozmazanou reflexí tajuplné nepravděpodobnosti stavu vesmíru v jeho vzdálené minulosti.

Zdroj Rilkeho *věčného proudu* není ničím jiným.

Byl jmenován univerzitním profesorem v pouhých pětadvaceti letech, na vrcholu svých úspěchů ho u dvora přijal sám císař, většina akademického světa ho tvrdě kritizovala, neboť nepochopila hloubku jeho myšlenek, nebezpečně balancoval na tenké hranici mezi entuziasmem a depresemi. „Drahý sladký buclík“ Ludwig Boltzmann ukončil svůj vlastní život oběšením.

Učinil tak v Duinu poblíž Terstu, zatímco se jeho žena s dcerou koupaly v Jaderském moři.

Ve stejném Duinu, kde o pouhých pár let později Rilke napíše své *Elegie*.