

VAKUUM KOT LIMITA

Stanislav Južnič

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA; Arhiv Slovenske jezuitske province, Ljubljana

ZNANSTVENI ČLANEK

POVZETEK

Naši evropski predniki so večino temeljnih pripomočkov sodobne eksperimentalne fizike razvili oziroma po vzhodnjaških vzorcih priredili v kratkih desetletjih verskih vojn prve polovice 17. stoletja. Odtlej so na voljo teleskopi, mikroskopi, termometri, kitajske prenosne ure, tehtnice, barometri in končno še vakuumske črpalke kot najdražji in najbolj prevratni med vsemi. Po meritvah s temi na novo izumljenimi napravami so se med temeljnimi fizikalnimi količinami nekatere izkazale za omejene v eni smeri, druge v obeh smereh navzgor in navzdol, tretje pa bržkone nimajo meja. Vakuumske tehnologije spadajo med prve ali med druge, saj popoln vakuum ni dosegljiv kot povsem prazen prostor, medtem ko nadtlaki oziroma velike gostote nimajo pravih omejitev, pač glede na trenutno veljavno prepričanje astrofizikov.

Stoletne zagate o nič, vakuumu in podobnih limitah so sad nekritičnega evropskega sposojanja teh za Zahodnjake zapletenih pojmov iz povsem drugače naravnane indijske znanosti v zadnjem tisočletju. Evropejci so novosti vpregli v jarem uspešnih tehnologij, ki prinašajo dobiček. Indijcem pa so rade volje prepustili duhovno znanje, ki ne daje pravih gmotnih koristi, vsaj na hitro roko ne. Zato sodobna zahodnjaška vakuumska tehnologija le počasi vpliva na vsakdanja razmišljanja in pogovore ljudi, ki pa po svoje vseeno skušajo sodočiti o pridobivanju gmotnih sredstev za raziskovalno dejavnost. Nerazumljivost osnovnih teoretičnih vprašanj v obliki »kaj manjka v vakuumu« tako postaja svojevrstna cokla morebitnih višjih gmotnih podpor bolj razumljivim vakuumskim tehnologijam.

Nerazumevanje sodobne kopenhagenske interpretacije kvantne mehanike zna biti med osnovnimi povodi za sodobno prehajanje največjega dela raziskovalnega denarja iz fizike k raziskovanju genoma, ki s svojimi triindvajsetimi človeškimi kromosomi ponuja tudi neizobraženemu človeku dojemljivo vizijo svojih ciljev. Premik znanosti namenjenih podpor pa ni usoden za razvoj vakuumske tehnologije, saj le-te ostajajo temeljnega pomena tako pri fiziki kot pri nanotehnoloških poskusih z genomi.

Ključne besede: zgodovina vakuumske tehnike, javno mnenje o znanosti, financiranje raziskav

Vacuum as a limit

ABSTRACT

Our European academic ancestors developed or borrowed from Easterners most of the basic experimental tools of modern physics in short decades torn apart with religious wars of the first half of 17th Century. In a row the European scientists began to use the new microscopes, telescopes, thermometers, movable Chinese clocks, balances, barometers, and vacuum pumps as the most expensive and most revolutionary of them all. After the measurements with those newly invented tools, some of the fundamental variables of physics proved to be limited in one direction, the others proved to be limited in both direction of smallness and greatness, and the rest do not have the real limits at all. The vacuum technologies are among the first or the second group because the perfect vacuum proved to be unreachable in the form of total emptiness while the greatest pressures-densities do not seem to have any proved limits eventually depending of currently prevailing theory of astrophysics.

The centuries of European problems with nothing, vacuum, and similar limits were the products of uncritical European borrowing of those ideas from the very differently shaped Indian sciences during the last millennia. The Europeans used the novelties for the

developments of their new technologies which brought profits. They were willing to leave to Indian literati the deeper theoretical knowledge which did not offer any immediate surplus of money. For that reason the modern Western vacuum technologies just slowly influence the everyday thinking and debates among the ordinarily people who in their own way try to influence the decisions about the support and financing of scientific research. The lack of understanding of basic theoretical questions as is »what is missing in a vacuum« in that way obstacle the supposed higher supports to be offered to more understandable vacuum technologies.

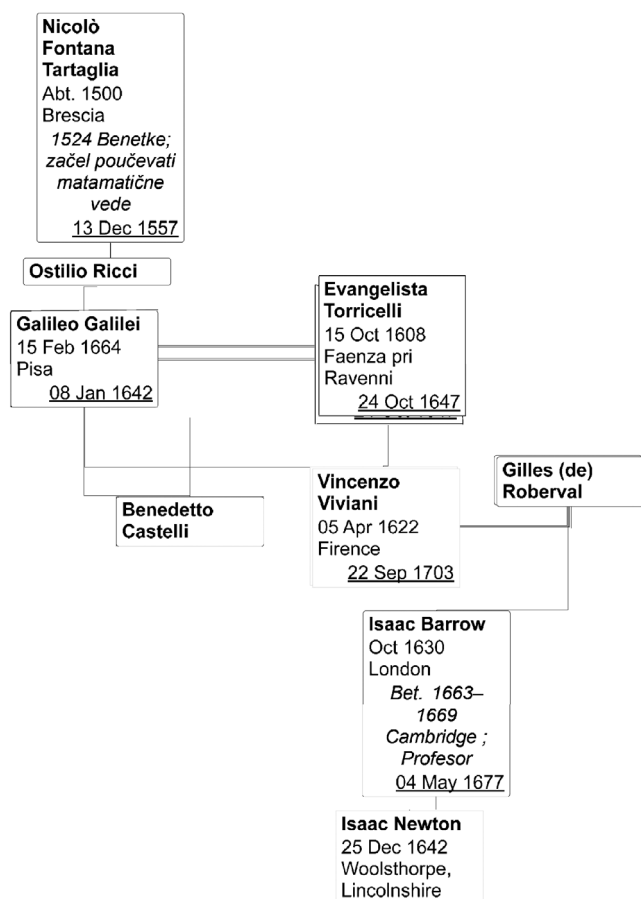
The modern Copenhagen interpretation of quantum mechanics which does not try to be understandable even to the experts was probably one of the reasons why the bulk of the research money recently passed from the research in physics to the research of genome which with its twenty-three chromosomes offers much more reasonable visions even to the uneducated lay people. The transfer of research money brought no fatal blows to the developments of the vacuum technologies which still keep the basic positions in the fundamental research of physics, as well as in nano-technological experiments on genomes.

Keywords: history of vacuum technologies, public opinion about sciences, funding of research

1 UVOD

Ko so s Herkulovih stebrov ob današnjem Gibraltarju dokončno zbrisali omejitev »*Non plus ultra*«, je magnetna igla postala nepogrešljiva, njeni nenavadni odkloni, opaženi med jadranjem Kolumba in S. Cabota, pa so cveteli kot želeni in zato dobro plačani raziskovalni projekti. Tip filozofa, pripravnega za tovrstna opazovanja, je bil nujno zasukan v eksperimentalno smer, vakuumske tehnologije pa so kmalu postale poglavitne zvezde na njegovem praporu.

Sodobna fizika se je začela razvijati kmalu potem, ko so si spretneži zaporedoma privoščili odkritja ključnih merilnih naprav: teleskopa, mikroskopa, termometra, barometra, vakuumske črpalke, prenosne ure in dovolj natančne tehtnice v prvi polovici 17. stoletja. V različnih obdobjih so znanstveniki različno gledali na domnevne meje svojih raziskovanj, z razvojem eksperimentalnih orodij pa so bile njihove domneve postavljene pred realne preizkušnje. V fiziki imamo odtlej opraviti s količinami, ki so v eno smer omejene v drugo smer pa je njihova omejenost dvomljiva. Takšni sta tlak-gostota ali temperatura, ki imata spodnji limiti (vakuum in absolutno temperaturno ničlo), medtem ko se njuni zgornji limiti (najvišja mogoča gostota-tlak ali temperatura) včasih zdita verjetni, drugič pa ne, pač glede na trenutno stanje raziskav v astrofiziki in fiziki delcev. Podobno, a vendarle drugače je z naelektritvijo; lahko je povsem nič,



Slika 1: Italijanski izumitelji barometra, prvič opisanega leta 1644 v Torricellijevem pismu, in njegovi angleški uporabniki

njena zgornja meja oziroma gostota naboja pa je najverjetneje prav tako na svoj način omejena. Nekaj podobnega pripisujemo gostoti svetlobnega toka ali elektromagnetnega valovanja nasploh.

Vseobsežnost zakona o ohranitvi energije je bila fizikom ali celo nešolanim ljudem hitro očitna, prav tako omejevanje Nernstovega zakona, ki je iz absolutne temperaturne ničle naredilo limito, podobno Einsteinovi svetlobni hitrosti ali vakuumu kot limite praznega.¹ Seveda je Einstein hitrosti omejil navzgor, vakuumisti in Nernst pa so gostoto-tlak in temperaturo omejili navzdol. Nasprotno od vakuumskih omejitev gostot-tlakov so hitrosti v obe smeri omejene med mirovanjem in hitrostjo svetlobe v vakuumu. V tem primeru ne gre zgolj za limiti, temveč za dejanski številki hitrosti nič in svetlobne hitrosti, čeprav se svetlobna hitrost pri praktičnih poskusih s pospeševanjem delcev v vakuumu dejansko izkaže za nedosegljivo limito.

Seveda pa je drugi zakon termodinamike s svojo entropijsko časovno puščico ostal skrivnost vseh skrivnosti in boter statistične interpretacije sveta v

kvantni mehaniki, ki obvladuje fiziko in sorodne vede že krepko čez stoletje. Boltzmann je po svoje združeval mehaniko in toploto kot dva izraza istega nevidnega fizikalnega pojava,² vendar se mu je entropijski zakon kmalu izmuznil iz klasičnih mehanskih rok. Tako je moral omejiti možnosti za združevanje opazljivih makroskopskih pojavov s tistimi nevidnimi s submikroskopskega sveta. Medtem ko so bili termometer in za vakuumске poskuse neobhodna barometer in vakuumška črpalka na voljo že sredi 17. stoletja, pa uporabnega merilnika električnega naboja ni bilo na spregled še nadaljnjih sto let.

Z najmanjšimi in največjimi deli snovi je zagata podobna. Z razvojem fizike-kemije se je čast najmanjšega delca snovi po vrsti pripisovala atomom, pozneje pa jedrom vse do kvarkov in še dlje oziroma globlje. Limite pravzaprav niti ni (še) na obzorju. Pri največjih zvezdah je položaj po svoje primerljiv, saj se dimenzije vseskozi premikajo z novimi odkritji, podobno kot pri starosti in velikosti vesolja. Mikroskop in teleskop sta se sprva za obe smeri meritev kazali kot uporabni napravi, dodelani potem, ko je razvoj predelave stekla v Holandiji in Benečiji omogočil okoli leta 1600 iznajdbi teleskopa in mikroskopa. Izum pripišemo najraje obrtnikom, kot so bili Cornelis Jacobszoon Drebbel (Drebel), Jakob Metius, Hans Lippershey, ali Zacharias na Nizozemskem okoli leta 1600, največ pa je z njim zaslužil iznajdljivi Galilei nekoliko pozneje. Tista posrečena »kdor prvi pride, prvi melje« ni vedno veljavna, treba je pač biti tudi ob pravem času na praven mestu, saj je Galileiju sekirca padla v med bogatih lahkovernih Benečanov; da ni bil prvi je svojim petičnim občudovalcem pač previdno zamolčal.

Tako se je odprl pogled v občutek neskončno majhnega, neskončno velikega in neskončno oddaljenega. Kmalu se je uveljavil še v diferencialnem računu, kjer je našel prvo splošno in uporabno evropsko obliko v 1660. letih pri Newtonu in Leibnizu sposoben od indijskih raziskovalcev s posredovanjem jezuitskih misijonarjev, kot je nedavno dokazal Chandra Kant Raju (* 1954).³ Mehanika z balistiko in astronomija z naukom o orientaciji v prostoru sta največ pridobili s temi novostmi. Komunikacije med znanstveniki so s pospešeno izmenjavo idej sprožile nov, filozofiji (skoraj) sovražen način mišljenja. To novost so Angleže sredi 17. stoletja poimenovali *Experimental Philosophy*. Zakaj je do tega prišlo ravno sredi 17. stoletja? Gotovo tudi zato, ker se je kmalu izkazalo, da je znanost z vakuumskimi črpalkami vred mogoče tudi prodajati za pošteno zasoljeno ceno.

¹ Feynman, 2000, 118

² Heisenberg, 1998, 15, 69; Petković, 1998, 143

³ Raju, 2007; Raju, 2009; <http://ckraju.net>

Tabela 1: Rojevanje moderne nove znanosti

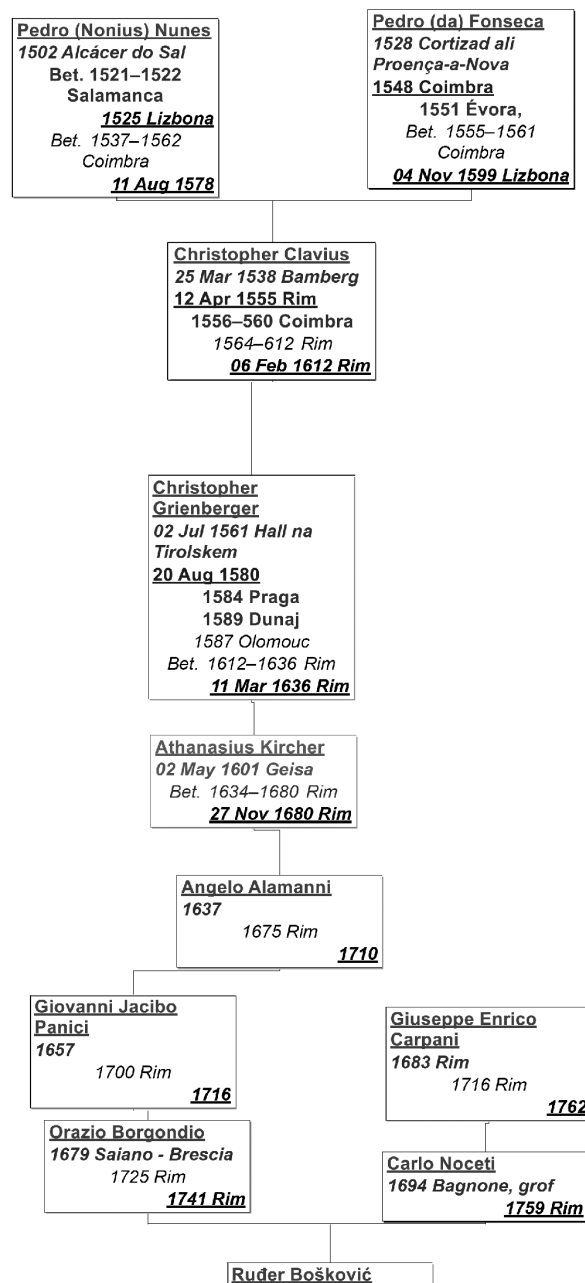
	Nova orodja	Območja poskusov	Metode	Organizacije	Teorije	Misleci
1550					Gibanje Zemlje	Kopernik
1600	Teleskop, mikroskop	Astronomija, biologija	Eksperiment			Galilei
1650	Barometer, vakuumska črpalka, uporabne ure na vzmet in nihalo	Mehanika, optika	Infinitezimalni račun	Akademije	Optika, splošna gravitacija	
1700				Naravoslovni časopisi		Newton

Kmalu se je, žal, pokazalo, da so atomi submikroskopski, večina zvezd pa daleč za zmogljivostjo teleskopov. Tako jim nista kos niti posebni oborožitvi človeškega očesa z lečami, nekaj več možnosti pa dajejo opazovanja zunaj vidne svetlobe po naravi namenjene človeku, ki se je tako raje lotil elektronskih mikroskopov in »teleskopov« na nevidne žarke. Že v zgodnjem 19. stoletju je namreč postalo jasno, da ima svetloba mnogo širši spekter, kot ga zaznamo s človeškimi očmi. Ultravijolično in infrardečo svetlobo so izsledili predvsem po njunih kemičnih in toplotnih vplivih. Pred Röntgenovimi odkritji ni nič omejevalo njuna spektra. Frekvenca nihanja je uvrščala toplotne pojave k infrardeči svetlobi, elektromagnetna nihanja pa še nižje.

Tako se je v novi preobleki povampirila poldrugo stoletje stara flogistonska teorija, ki je prav tako zatrpjevala, da so elektrika, toplota in svetloba stopnje gorljivega principa, imenovanega flogiston. V novi Maxwellovi teoriji elektromagnetnega valovanja v vakuumu, ki je bila, seveda, matematično mnogo bolj dovršena, je flogistonski princip enostavno nadomestila energija. Ko so z Židom Heinrichom Hertzom in hrvaškim Srbom Nikolo Teslo Maxwellova valovanja vstopila v svet industrije in zabave, so se urno podrla pregrade med izmenjavo informacij Zemljanov v sodobni globalizaciji.

Spet drugačni količini sta prostor-razdalja ali čas. Obe imata spodnji limiti, ki pa nista dosegljivi, tako kot ne pri temperaturi ali vakuumski gostoti-tlaku. Razdalja nič med predmetoma bi namreč nasprotovala načelu izključitve Dunajčana Wolfganga Paulija. Časovni interval nič v pogovornem jeziku sicer radi opišemo kot »v trenutku bom tam«; v resnici pa ni mogoč zaradi Einsteinove relativnostne teorije. V nasprotno smer pa sta čas in razdalja-prostor omejeni količini ali pač ne, spet odvisno od teorije, ki trenutno prevladuje v astrofiziki in ima, še posebej glede časa, tudi velikanski teološki pomen.

Vzporedno z vakuumskimi črpalkami so tudi ure postajale vedno bolj natančne,⁴ danes pa je čas daleč najnatančnejše definirana fizikalna enota. Najna-



Slika 2: Akademijski predniki jezuitskega fizika Boškovića do nemško-rimskega jezuitskega vakuumista Athanasiasa Kircherja. Številke zaporedoma kažejo datume rojstev, študija fizike z matematiko oziroma ustreznih akademskih promocij, profesure fizike oziroma matematike in smrti.

⁴ Pipunov, 1982

tančnejše ure so vseskozi uporabljali astronomi, saj so bili ob pomorcih tisti, ki so jih vojaki in trgovci najbolj podpirali. Po drugi strani pa so točnejše ure omogočale natančnejši opis sosledja naravnih pojavov. Prvič, zaenkrat še sramežljivo in nezavedno, so raziskovalci vpeljali časovno komponento v študij naravnih pojavov, potem ko je humanizem vpeljal občutek časa in estetike, ponazorjene v delu Francesca Petrarke v 14. stoletju. Čas pa je bil pri Hindujcih vseskozi prisoten v obliki neizbežnega časa *kale*, ki je istoveten s samim Bogom.⁵

Zavest o dinamiki (časovni komponenti) dogajanj v naravi pa je dokončno prodrla komaj sredi 19. stoletja z Darwinovo evolucijo in Boltzmannovo entropijo. Puščica časa-entropije je bila rojena za znanstvenike in zamujajoče delavce v tovarnah, Japonci pa so svojo danes prislovno točnost začeli uvajati z državnimi dekreti komaj pol stoletja pozneje.

Vakuum je kmalu postal tudi pomemben element singularnosti, ki nastopa v domala vseh domnevno točkastih središčih sil, o katerih je verjetno najbolj odmevno razmišljal jezuit Bošković iz Dubrovnika, ki je vsaj trikrat obiskal Ljubljano in svoje domislice razširil med našimi predniki. Kmalu za njim se je njegov posredni učenec Jurij Vega lotil reševanja naloge o telesu, ki bi skozi vakuum priletelo v središče Zemlje – bi tam obstalo, odletelo skozi, se vrnilo nazaj, ali pa bi morda raje osciliralo okoli središča? V vseh primerih je šlo za idealizirano gibanje v vakuumu, prepir o mogočih ali sprejemljivih rešitvah pa je bil nadvse odmeven in glasen.

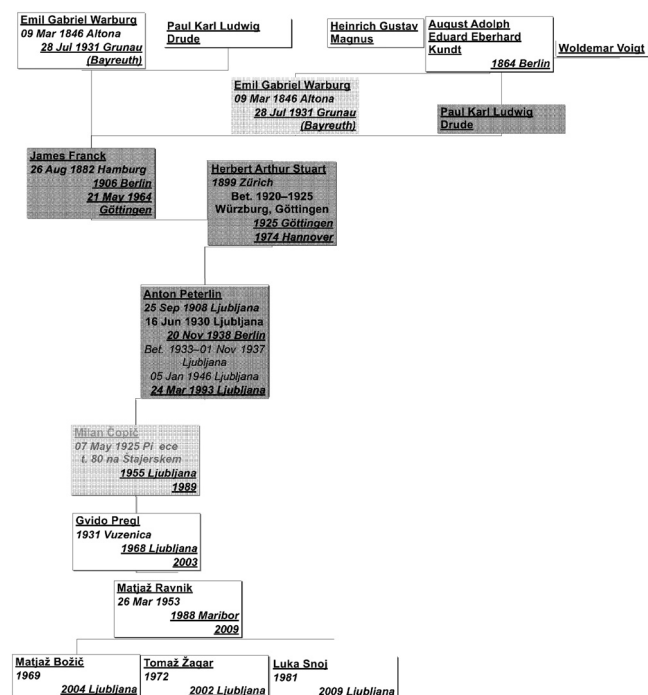
2 LIMITE ZUNAJ FIZIKE

V matematiki so seveda zadeve povsem drugače postavljene in tam ni niti toliko meja, kot smo si jih vsilili fiziki. Precej bolj podvržene mejam pa so druge znanosti, ki v moderni dobi postopoma izbijajo vodilno žezlo iz rok fizikom. Tako imamo v kemiji opraviti z 92 stabilnimi kemijskimi elementi in ni verjetno, da bi kdaj v naravi našli triindvetdesetega. Zato pa ni prave omejitve nad elementi, ki jih lahko ustvarimo umetno. Število 92 je gotovo zanimivo obnem z zahodnjaškim priznanjem, ki ga je bil s periodnim sistemom prvič soglasno deležen um slovanskega rodu. Pred Mendelejevim so Lavoisier in številni drugi skušali sestaviti drugačne tabele elementov, ki so vsebovale še kakšen medij za prenos energije za povrhu.

Podobno je v biologiji, kjer imamo opraviti resda z velikanskim številom živih bitij, a njihovo število vendarle ni neskončno. Človek ima 23 parov kromo-

somov, kar je znova znamenita omejitev in prav z njo si raziskovalci genoma danes in v prihodnje obetajo največ raziskovalnega denarja. Podobno je z dolgotrj življenja: lahko je nadvse kratka, njegova zgornja meja pa je videti omejena, čeprav (še) ni nikakršnega biološkega zakona, ki bi oznanjal nujnost smrti. Zato si je zviti Newyorčan Richard Feynman celo domišljal, da lahko smrt celo prelisiči ali celo podkupi, saj naj bi napredek biologije in medicine kmalu prinesel ozdravitev od (v evropskih očeh) hude bolezni imenovane smrt.⁶ Kljub tako znamenitim domislicam je celo genialnega šaljivca Feynmana svoj čas pobralo leta 1988.

Podobno je pri sodobnih tehnologijah, tudi tistih najvažnejših: medtem ko se že pol stoletja lomijo kopja okoli dobe, ko naj bi zmanjkalo nafte, kažejo sodobne študije, da nafta bržkone sproti nastaja v notranjosti Zemlje in gre potemtakem za lažni alarm na rovaš dobičkov povsem določenih med seboj tekmujočih industrij.⁷ Tako je prezgodaj umrli prijatelj pisca teh vrstic, vodja reaktorja TRIGA Matjaž Ravnik, v svoji knjigi *Topla greda* kritiziral uporabo fosilnih goriv pod vplivom tedaj priljubljenih razmišljanj o Mejah rasti,⁸ ki sem jih sam v svojih fizikalnih študentskih razmišljanjih, objavljenih pri ljubljanski študentski Tribuni, prekrstil v travniško Rast Omejenosti.⁹ Večina poklicnih ekologov seveda ne zavrača



Slika 3: Akademski predniki Matjaža Ravnika do nemških vakuumistov Warburga, Kundta, Magnusa in Drudeja

⁵ Kohler, 2011, 22

⁶ Feynman, 2000, 100

⁷ Engdahl, 2014

⁸ Meadows; Meadows; Randers; Behrens, 1972; Ravnik, 1997

zgoj fosilnih goriv, temveč tudi jedrske reaktorje, ki pa za fizika seveda niso povsem enake baže.

3 EVROPSKE LIMITE

Vakuum je danes očitno stanje, ki se mu limitno približujemo s črpanjem; v preteklih stoletjih so se nedvomno kresala še številna druga mnenja o tovrstni dejavnosti. V evropski tradiciji pogled na vakuum, praznoto, število nič, limito in infinitezimalni račun ostaja zagaten. Večino teh pojmov so si Evropejci namreč izposodili od Vzhodnjakov, predvsem od Indijcev, pri čemer pa so se na indijsko filozofijo slej ko prej spoznali kot zajci na boben. Tako so število nič, limito in infinitezimalni račun privzeli zgolj zaradi lažjega računanja, ne da bi dojeli, kaj sploh med računanjem počnejo. Pri številu nič so bili posredniki Arabci in poteka sposojanja ni bilo nikoli mogoče zares prikriti. Pri limitah in infinitezimalnem računu pa sta se evropski skupini, zbrani okoli Leibnizovih *Acta Eruditorum* v Leipzigu in Newtonovih londonskih *Philosophical Transactions*, dajali za prioriteto in sta pri tem večje prikrili, da so postopek predhodno in niti ne zares tajno prinesli jezuitski misijonarji iz Indije, kjer je bil tudi sloviti Matteo Ricci.

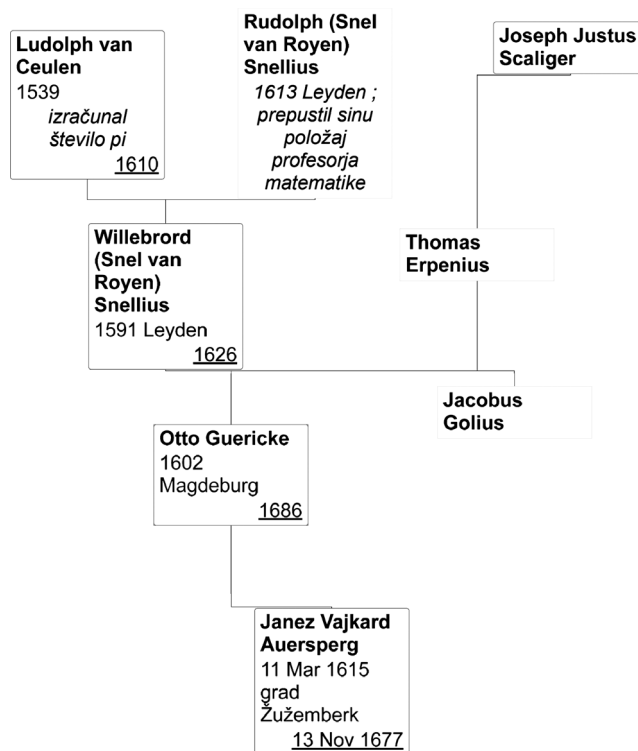
Obenem z infinitezimalnim računom je Evropejce »okužil« še verjetnostni račun, razvit iz teorije iger, ki so bile zelo priljubljene v visokih družbah evropskega 17. stoletja. Centralizirane države s splošno vojaško obveznostjo so spodbujale demografske statistike in z njimi statistične metode v matematiki. Obenem se je rojeval mehanski pogled na fiziko; vendar se obe novosti nista srečali vse do druge polovice 19. stoletja, torej celih dvesto let. Potrebe mehanske fizike so zahtevale neki nov matematični prijem, ki bi lahko v mehaniki odigral vlogo drobnogleda, mikroskopa.

Ideja neskončno majhnega in neomejeno velikega se tako ni uveljavila le v biologiji in astronomiji. Številne vrste so jo zanesle v matematiko, potreba po določitvi površine nepravilnih teles (vrtenin, zavrtitvenih krivulj) pa jo je prinesla tudi v mehaniko v obliki infinitezimalnega računa. Takšen račun so že Huygens in angleški matematiki ponujali za reševanje posameznih primerov, komaj Newton in Leibniz pa sta mu dala splošno obliko po indijskem vzoru, ki je postal drobnogled za dogajanja v mehaniki in astronomiji. Zaradi spremljajočega prestiža se je razplamtel kar najgloblji spor okoli infinitezimalnega računa, ki pa so ga obema protagonistoma, Newtonu in Leibnizu, v resnici h koritu prinesli jezuitski misijonarji iz Indije. Indijcem navkljub sodobni zahodnjaški zgodovinarji znanosti še vedno radi poudarjajo Newtonovo prvenstvo ob Leibnizevi neodvisnosti z veliko uporab-

nejšim Leibnizovim zapisom kot osnovo sodobnega. Indijci šele danes upravičeno nastopajo kot svojevrstna moderna sinteza v tem nekoč na videz evropskem sporu.

Med obdobjema Matthea Riccija in A. Hallersteina bi težko našli tako samostojne povratne vplive Kitajske na Evropo oziroma samostojne kitajske usmeritve v matematični fiziki, ki bi bili primerljivi z domnevnim indijskim pionirskim izumom infinitezimalnega računa. Podobno je s sodobno angleško kuhinjo, ki ji je dobrote sposojala po vsem svetu angleških kolonij, nikoli pa ni iz pridobljenega znala ustvariti lastne domačnosti. Vakuumska tehnologija je prinašala dobike, njeno teorijsko ozadje pa je ostalo skrivnost in kmalu tudi neželen predmet ugibanja, slično kot se je dogajalo pri utišanju neubogljivih dvomljivcev v nemogoče temelje kopenhagenske interpretacije kvantne mehanike z znanim *shut up and calculate*.

Kot se rado zgodi, je med vročimi debatami glede realnosti rezultatov vakuumskih poskusov v zadnjem stoletju postalo jasno, da vakuum niti ne more biti zares prazen energije sevanja, saj smo iz njega črpali zgolj snov. Ob Einsteinovi povezavi med energijo in maso bi to najbrž pomenilo, da je črpanje zelo nizkih podtlakov globoko nad sodobnimi zmogljivostmi pravzaprav prelaganje iz votlega v prazno, saj bi izčrpani delci snovi mimogrede lahko sproti nastajali iz ne-



Slika 4: Akademski predniki izumitelja vakuumske črpale Otta Guerickeja kot svojevrstnega učitelja poldrugo desetletje mlajšega kneza Turjaškega

⁹ Južnič, 1979, 10

izčrpane energije. Tako se je žoga vrnila na Descartesovo črto izpred štirih stoletij ob vprašanju, česa v resnici manjka v praznem kozarcu oziroma v vakuumskem recipientu. Spor med Ottom Guerickejem in kranjskim knezom Janezom Vajkardom Turjaškim ob pionirskih vakuumskih poskusih v Regensburgu daljnjega leta 1654 očitno dobiva mlade.

4 PROJEKCIJE VAKUUMA PRIHODNOSTI

Zdrav razum izgublja svoj absolutni pomen vzporedno z razvojem znanosti. Najprej ga je Galilei nadomestil z bolj eksperimentalnim načinom dojemanja narave, nato pa se je Newton celo odrekel postavljanju vsake zdravorazumske hipoteze. Thomas Young in Fresnel sta pozneje odkrila pojave, ki nasprotujejo izkušnjam zdravega razuma. To pomeni, da postajajo sodobna eksperimentalna orodja natančnejša od človeških čutil, ki jim ni več mogoče povsem zaupati, vsaj v znanosti ne; seveda ostajajo merodajna ob medčloveških odnosih in ljubezni. Kot spomin na nekdanjo veljavo, človekova čutila še dandanes opredeljujejo jezik znanosti, saj se fizika v svoji klasični obliki deli na mehaniko (otip, sluh), optiko (vid), toplotno teorijo (otip) in elektromagnetizem z jezikom kot prvotnim elektroskopom.

Za Maxwella je bil zdrav razum zgolj še priročna ilustracija znanstveno-matematičnega razuma. Vendar je takšna zamisel nekoliko prehitela njegov čas, saj je zavestno zanikovala objektivnost človekovih predstav, podobno kot so eksperimenti pred tem storili s človeškimi čustvi. V naslednjih generacijah je relativnostna teorija še nadalje podirala mit o absolutnosti človekovih predstav. Kvantna mehanika pa je končno uzakonila zgrešenost človekovih predstav na vseh tistih dimenzijah in hitrostih, ki so presegale normalno človeško izkustveno okolje. Človeška zdravorazumska presoja je ostala v veljavi kot limitni primer zgolj do tam, do koder je bilo mogoče zaupati človeškemu čutilom po znani Prešernovi zbadljivki *Le čevlje sodi naj kopitar*; zunaj vidnega in zunaj področja J. Kopitarjeve strokovnosti naj bi odločala druga ekspertna merila. S tem je antropomorfizem prišel ob temelj svojih okopov, čeprav se z novimi tehnologijami meje človekovih zaznav in normalnega življenjskega okolja morda lahko še razširijo v obetajoči prihodnosti svetovnega spleta in antropocena.

Razvoj znanstveno-matematičnega razuma seveda vpliva na ljudski zdrav razum, še posebej med obveznim šolanjem in morebitnim branjem poljudnoznanstvene periodike. Tako danes nič več ne dvomimo, da je Zemlja okrogla. Podobo verjamemo v gibanje Zemlje, ki je tako zavdalo človeku Galileiju in ga

obenem proslavila kot znanstvenika. Prav tako sprejemamo Newtonovo barvo kot objektivno lastnost svetlobe in ne zgolj kot posledico fiziologije očesa ali slikarskih mešanj barv, kar sta si želela pesnik Goethe in revolucionarni prijatelj naroda Jean-Paul Marat. Neodvisnost težnega pospeška od mase pa že spravlja zdrav razum v zagato, medtem ko ga valovne lastnosti elektromagnetnih valovanj in svetlobe sploh (še) ne zanimajo. Razvoj fizike majhnih in hitrih delcev je omejila človekov razum na območja, ki jih še lahko obvladuje.

Zdrav razum tako caplja nekaj stoletij za temeljnimi odkritji fizike. Kako pa je z jezikom, ki ga uporabljamo pri pogovoru? Po njem bi Sonce še vedno vzhajalo, njegovi žarki so bolj delci kot valovi, njegova toplota ni videti povezana z gibanjem delcev. Pogovorni jezik ostaja gluh za spremembe v razvoju fizike oziroma za njimi močno zaostaja.¹⁰ Tako vakuum še dandanes nima pravega položaja v sodobnih pogovornih jezikih, čeprav pogosto modrujemo o prelaganju iz votlega v prazno ali o votlem strahu, ki ga naokoli nič ni.

Odmev znanstvenih dosežkov v zdravorazumskih mnenjih večine ima močan povratni vpliv na gmatno podporo znanosti. Mnenje o znanosti je v poglavitni zahodnoevropskih raziskovalnih središčih bilo slabo okoli let 1710–1740, 1930 in 2000, dobro pa leta 1660, 1800 in 1900. Visoka mnenja so prinašala več raziskovalnega denarja. Po prvi svetovni vojni so Nemci ustanavljali odbore proti omejevanju učnih ur matematike v šolah, kot se je spominjal A. Sommerfeld,¹¹ dvomi pa so še naraščali med ekonomsko krizo. Nezaupanje v znanost odpira vrata bioenergijam, kot sta bili Mesmerjeva ali Wilhelmova Reichova, podobni pa so vesoljci Ericha von Dänikena. Ni pa lahko povezati ugled znanosti med povprečnimi ljudmi z njihovim gospodarskim ali znanstvenim vsakdanom:

1. Vojne ne zmanjšajo vedno priljubljenosti znanosti; če je to storila prva svetovna vojna, pa je bil učinek druge svetovne vojne ravno nasproten.
2. Nihanja priljubljenosti znanosti ni mogoče enoiznačno povezati s periodami gospodarskih kriz, ki so mnogo krajše; kljub temu pa povezava med obema pojavoma obstaja.
3. V prvi polovici 19. stoletja je priljubljenost znanosti močno spodbudila raziskovanja. Po prvi svetovni vojni in med veliko gospodarsko krizo pa se je kvantna mehanika rojevala sredi velike nepriljubljenosti matematičnih ved.
4. Nepriljubljenost znanosti med širokimi ljudskimi množicami ne pomeni vedno tudi manjši denar

¹⁰ De Solla Price, 1980, 45–65

¹¹ Heisenberg, 1975

zanjo. Odločajo pač tisti, ki imajo obilo »cvenka« pod palcem, ne pa ljudske množice kar vseprek, čeprav tudi njihov vpliv ni od muh.

V tem smislu je zelo težko napovedati, katera poteza bi utegnila tako ali drugače vplivati na priljubljenost raziskovanja vakuumskih tehnik pri povprečnih ljudeh ali celo pri oblastnikih, ki imajo v rokah škarje in platno. Zelo težko, a nikakor ne nemogoče.

5 SKLEP

Sodobni razvoj astrofizike vzpostavlja možnost opazovanja zgodovine iz globalne perspektive razvoja vesolja od Velikega poka do njegovih sodobnih naspotij. S tem tudi zgodovina fizike postaja del fizike z raziskovalnem vakuumu vred, čeprav se je Karl Marx svoj čas zavzemal za sedanost kot zadnji zaključni del zgodovine. Seveda astrofizika ponuja predvsem pogled s ptičje perspektive; z njim ne moremo odtehtati prizadevanj posameznih vrst znanosti, ki se vsaka zase trudijo obvladovati svoje polje raziskav s posebnimi v stoletne tradicije vgrajenimi metodami. Astrofizikalni pogled na svet si, seveda, nikoli ne bo privoščil pogleda na posameznika ali na kakšen ožji problem razvoja vakuumskih tehnologij, temveč bo kvečjemu lahko statistično opisal njegovo širše okolje. S tem bo dal nove robne pogoje posameznim zgodovinam in samim panogam raziskovanja, nikakor pa ne bo ukinil meje med njimi in jih združil v enotno znanost teorije celotnega globalnega atropocena kot nove dobe, v kateri človek (ne)odgovorno zaznavno vpliva na Zemljo.

Kaj takega bi bilo preprosto predrago, podobno kot se je raziskovanje genoma svoj čas moralo omejiti na nekaj tisoč vzorcev, vnaprej vedoč, da je to premalo za resen vpogled, a komajda dovolj za pogled na človeka z oddaljene ptičje perspektive. Seveda se podarjenemu konju ne gleda v zobe in raziskovalci genoma seveda niso zavrnilo dobrih plač na rovaš nekih globokih dvomov v smiselnost projekta.

Osnovni problem fizike in njene zgodovine pa ostaja metamorfoza, skozi katero gresta obe dan za dnem. Danes raziskujemo fiziko kot del eksaktnih znanosti, toda jutri bo naše današnje delo postalo del zgodovine fizike kot dela humanističnih ved, vsaj z ameriškega zornega kota delitve raziskovalnih disciplin. Afera profesorja fizike-matematike Alana Sokala (* 1955), ki se je veličastno ponorčeval iz filozofov znanosti,¹² kaže na nikdar premoščeni prepad med eksaktnimi znanostmi in humanistiko; zato si lahko mislimo, kako težko ali že kar shizofreno se mora počutiti fizik, razpet med včerajšnjim in jutrišnjim raziskovalnim delom, ko njegovi lastni dosežki sproti

pripadejo njegovemu zakletemu sovražniku. Konkurenca med eksaktnimi vedami in humanistiko je posledica sodobnega šolskega sistema, ki ima danes zvečine raje prve; jezuitski ali klasični kitajski šolski-izpitni sistem sta favorizirala humanistiko in nista dovoljevala tako hudih nasprotij med obema načinoma nabiranja znanja.

Sam se čutim tako zgodovinarja fizike, kot fizika – morda mi to daje možnost, da stopim na rep konfliktu dveh kultur Charlesa Percya barona Snowa of the City of Leicester (* 1905; † 1980) z bodočimi Sokali vred in izposlujem nekaj strpnosti med obema sprtima stranema, ki bi obema prineslo boljše financiranje? Oblastniki so spor med evropskimi eksaktnimi znanstveniki in humanisti namreč očitno izdelali po načelu *Divide et impera*: v resnici si obe sprte strani prizadevata k iskanju resnice, medtem ko bi bil resnicoljuben politik poguba za svojo stranko v predvolilnem boju. Naravno je tako lahko le (tiho) zavezništvo med obema načinoma iskanja resnice proti polresnicam oblastnikov, ki odločajo o deležih raziskovalne pogače.

6 LITERATURA

6.1 Tiskani viri

- De Solla Price, D. J. 1980. Towards a comprehensive system of science indicators. *Sci. Yugoslav.* 6 (1/4): 45–65
- Engdahl, William F. 2014. *Vojne za Nafto*. Mengeš: Ciceron
- Feynman, Richard P. 2000. *The Pleasure of Finding Things Out*. London: Allen Lane
- Heisenberg, Werner. 1975. *Del in celota*. Ljubljana
- Heisenberg, Werner. 1998. Promjene u osnovama prirodne znanosti šest predavanja. Slika svijeta savremene fizike. Zagreb: Kruzak
- Južnič, Stanislav. 1979. Mati narava se pritožuje. *Tribuna. Študentski časopis*. 27. 3. 1979. Letnik 1978/79, volumen 28, številka 12, str. 10
- Kohler, Alfred. 2011. Humanizem v Srednji Evropi. *Tu felix Europa* (ur. Rajšp, Vincenc in drugi). Wien: Slovenski znanstveni inštitut/Ljubljana: ZRC SAZU
- Meadows, Donella H.; Meadows, Dennis, L.; Randers, Jorgen; Behrens III., William W. 1972. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books
- Petković, Tomislav. 1998. Kvantna mehanika na Heisenbergovom tragu. Heisenberg, Werner. *Promjene u osnovama prirodne znanosti šest predavanja. Slika svijeta savremene fizike*. Zagreb: Kruzak
- Pipunov, V.N. 1982. *Istoria časov*. Moskva
- Raju, Chandra Kant. 2007. *Cultural Foundations of Mathematics: The Nature of Mathematical Proof and the Transmission of the Calculus from India to Europe in the 16th c. AD*. Delhi: Pearson Longman.
- Raju, Chandra Kant. 2009. *Is Science Western in Origin?* Penang, Malaysia: Multiversity and Citizen's International
- Ravnik, Matjaž. 1997. Topla greda: podnebne spremembe, ki jih povzroča človek. Ljubljana: Tangram
- Sokal, Alan. 1996. Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity. *Social Text* spring/summer 1996 (številka: Science Wars).
- Sokal, Alan. 1996. *Lingua Franca*, maj 1996

6.2 Spletni vir

<http://ckraju.net>, zadnjič dostopano 20. 10. 2015

¹² Sokal, 1996; Sokal, 1996