

DIALEKTIKA VNÚTORNÉHO VÝVOJA FYZIKÁLNYCH TEÓRIÍ¹

MILAN NOGA, Katedra teoretickej fyziky, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

NOGA, M.: The Dialectics of the Inner Development of Physical Theories. *Filozofia* 31, 1976, No 4, p. 406—414

The first links in the chain of the historical dialectical development of physical theories of either classical or modern physics, originated on the basis of the unifying generalization of experimental facts. But as soon as these historically oldest theories had originated, they contained in themselves the impetus of a further development and of a rise of new theories without a direct operation of experiment. The main driving force of the inner development is represented by the variance of contradictions existing in every formed theory that is solved by dialectic negation. The theoretical solution of inner contradictions by means of dialectical negation had always meant an immense jump in the development of physical theories. The dialectical negation operating in this process of development contains, besides its all widely known qualities, also a rationally unjustifiable and logically — disjunctive jump from the level of experience to premises. These disjunctive jumps led through strong abstractions of theoretical thinking to revolutionary consequences the correctness of which has been confirmed a posteriori by experiments.

1. Úvod

V rozmedzí piatich rokov 1973—1978 si pripomíname dvestopäťdesiate výročie od vzniku Newtonovej mechaniky, sté výročie od vzniku Maxwelllovej teórie elektromagnetického poľa, päťdesiate výročie vzniku nerelativistickej a relativistickej kvantovej mechaniky a tridsiate výročie vzniku kvantovej elektrodynamiky. Okrem okrúhlych výročí do tohto obdobia spadajú aj sedemdesiat rokov od vytvorenia špeciálnej teórie relativity. Všetky tieto fyzikálne teórie opisujú so zarážajúcou presnosťou objektívnu realitu, prejavujúcu sa v širokom spektre fyzikálnych javov a interakcií materiálnych objektov od rozmerov slnka a planét až po rozmery jednotlivých nukleónov. Preto je vhodné využiť príležitosť týchto okrúhlych výročí a skúmať dominantné príčiny vzniku a vývoja jednotlivých fyzikálnych teórií.

Často sa stretávame s naivným názorom, že vznik a vývoj nových teórií podmieňujú jedine experimenty, ktorých výklad nemôže poskytnúť stará existujúca teória. Tento názor dokonale vystihuje skutočnosť pri vzniku nerelativistickej kvantovej mechaniky, kde nikto nemôže poprieť kardinálnu úlohu experimentálnych faktov, ako boli termy, žiarenie absolútne čierneho telesa, fotoefekt a ďalšie javy úplne nepochopiteľné z hľadiska klasickej fyziky. Bez týchto experimentov by nebol možný vznik kvantovej mechaniky. Tieto experimenty skutočne boli jedinými usmerňovateľmi, ktoré si vynútili vznik novej teórie. Avšak absolútne generalizovať tento názor na vznik a vývoj všetkých ostatných vymenovaných fyzikálnych teórií by bolo, ako ukážeme v tomto článku, v prí-

¹ Stručný obsah prednášky autora na Filozofickom seminári, venovanom 50. výročiu vzniku kvantovej mechaniky, usporiadanom na Prírodovedeckej fakulte UK.

krom rozpore s historickou skutočnosťou. Aby sme popreli platnosť tohto nesprávneho a extrémneho názoru na vývoj teórií, nechceme dôvodiť iba tým, že znamená úpadok do pustého empirizmu, ktorý v teórii vidí akýsi logicky konzistentný systém súdov vyvedených adekvátnymi procedúrami z viet opisujúcich výsledky pozorovaní a meraní, a ktorý redukuje hlboké pohybové zákony na plytký ekonomický zápis všetkých možných výrokov opisujúcich fyzikálne javy. Avšak dôsledným logickým rozborom chceme ukázať prítomnosť vnútorného zdroja vývoja, ktorý existuje vnútri každej teórie nezávisle od experimentov označovaných v našej terminológii za vonkajšie zdroje. Ukážeme, akou dôležitou hybnou silou vývoja je vnútorný rozpor protikladov prítomných v každej existujúcej teórii, ako sa rozpor týchto protikladov rieši dialektickou negáciou obsahujúcou nielen moment vývoja, ktorý zachováva všetko pozitívne, ale aj logicky disjunktívny skok z roviny empirie k premisám. Chceme tu poukázať aj na to, že tento vnútorný vývoj vedie k silnej abstrakcii teoretického myslenia, ktorým, pokiaľ je správne, sa nevzdalujeme od objektívnej reality, ale približujeme sa k nej a hlbšie vnikáme do jej podstaty. Treba však zdôrazniť, že správnosť teoretických abstrakcií sa musí sústavne a veľmi starostlivo experimentálne verifikovať.

Z tohto rozboru uvidíme, že najväčšie kroky dopredu vo vývoji fyzikálnych teórií neboli priamo indukované nejakým experimentom, ale práve riešením boja vnútorných protikladov dialektickou negáciou, ktorá obsahovala logicky neodôvodniteľný skok z roviny empirie k premisám. Keby jedine experimenty podmieňovali vznik a vývoj nových fyzikálnych teórií, vtedy tieto momenty vnútorného vývoja fyzikálnych teórií by vôbec nebolo možné nájsť a identifikovať.

2. Rozdelenie fyzikálnych teórií

Aby sme mohli dôsledne sledovať historicko-dialektický vývoj fyzikálnych teórií, je dôležité si ujasniť, že každá z nich je odrazom určitého vymedzeného okruhu fyzikálnych javov a predstavuje zložitý nástroj na opis a pochopenie objektívnej reality, ktorý nám umožňuje hlboko vnikať do podstaty pohybu hmoty. Pri množstve týchto teórií sa natíska otázka, kedy a za akých okolností, ktorú z nich použiť, v akej oblasti a miere vystihujú pohyb hmoty, aká je ich vzájomná súvislosť a aké fyzikálne entity determinujú aplikáciu každej z nich. Tieto entity, ktoré určujú ich miesto a použitie, sú:

1. priestorové rozmery skúmaných fyzikálnych objektov;
2. ich vzájomná rýchlosť.

Podľa týchto dvoch parametrov môžeme rozdeliť fyzikálne teórie do tabuľky 1, kde na horizontálnej osi sú nanesené priestorové rozmery fyzikálnych objektov v centimetroch a na vertikálnej osi ich vzájomná rýchlosť. c je rýchlosť šírenia svetla vo vákuu. Klasická fyzika vystihuje zákonitosti interakcie fyzikálnych objektov s rozmermi väčšími, než sú rozmery atómov a molekúl, t. j. $r > 10^{-8}$ cm, kým kvantová teória sa musí aplikovať vtedy, keď rozmery skúmaných útvarov sú rádovo rovné alebo menšie než rozmery atómov, t. j. pre

Teória relativity negovala éter, staré predstavy o absolútnom čase a priestore, negovala starú adičnú teorému rýchlosti, ale ponechala všetko cenné a pozitívne, čo bolo vytvorené v predchádzajúcich etapách vývoja, celú nezmenenú Maxwellovu klasickú teóriu poľa, a Newtonovu mechaniku povzniesla na vyšší, dokonalejší stupeň. Dialektický obsah negácie v tomto procese vývoja bol taký zrejmy, že ho netreba ani rozvádzať. Avšak treba zdôrazniť, že v obsahu dialektickej negácie, ktorá fungovala pri vzniku teórie relativity, hral neobyčajne dôležitú úlohu, okrem postupnosti vývoja a striedania starého s novým, pri ktorom nové vystupuje ako vyšší stupeň vývoja a uchováva zo starého všetko pozitívne, aj moment logicky disjunktného skoku z roviny skúsenosti k premise.

Teraz si všimneme taký charakter vývoja fyzikálnych teórií, kde sa najmarkantnejšie prejavil dialektický zákon prechodu kvantitatívnych zmien na kvalitatívne zmeny. Okolo roku 1900 fyzici začali skúmať štruktúru atómov, t. j. takých materiálnych objektov, ktorých rozmery boli rádovo okolo 10^{-8} cm, snažiac sa na ich opis a pochopenie aplikovať už známy aparát klasickej fyziky. Experimenty poukázali na nemožnosť opisu týchto fyzikálnych javov metódami klasickej fyziky. Fyzikálne vlastnosti sveta atómov sa prejavili v ostrom rozpore so zákonmi klasickej teórie. Teda kvantitatívne zmeny v rozmeroch študovaných objektov viedli k objaveniu kvalitatívne nových vlastností, predtým absolútne neznámych. Nové, predtým nepoznané črty pohybu hmoty v tejto rozmerovej škále si vynútili vznik novej teórie — nerelativistickej kvantovej mechaniky. Pri jej vzniku hrali rozhodujúcu úlohu experimentálne fakty.

Základné kategórie v pojmovom aparáte kvantovej mechaniky sú operátory fyzikálnych veličín a stav systému. Stav systému je opísaný vektorom v Hilbertovom priestore a tento vektor určuje amplitúdy pravdepodobností pre výsledky akéhokoľvek druhu experimentu realizovaného na danom systéme. Základný pohybový zákon, určujúci časový vývoj stavu, je daný Schrödingerovou rovnicou

$$i\hbar \frac{d|\psi\rangle}{dt} = H|\psi\rangle, \quad (1)$$

kde \hbar je Planckova konštanta, H je hamiltonián, t je čas a $|\psi\rangle$ označuje stavový vektor. Schrödingerova rovnica (1) sa vizuálne skoro vôbec nelíši od klasickej Hamiltonovej a Jacobiho rovnice. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že klasický opis skutočnej fyzikálnej sústavy je iba približný a je úplne obsiahnutý v presnejšom kvantovomechanickom opise, ako jeho limitný prípad (podobne ako Newtonova mechanika je obsiahnutá v relativistickej mechanike). Zdá sa však, že vzťahy medzi kvantovou a klasickou teóriou nie sú obvyklými vzťahmi medzi všeobecnejšou a aproximatívnu teóriou. Kvantová teória síce obsahuje klasickejšiu fyziku ako svoj limitný prípad, ale súčasne sama potrebuje tento limit na svoju konštrukciu a zdôvodnenie. Požiadavka, aby pri limite $\hbar \rightarrow 0$ kvantový formalizmus dával známe klasicke výsledky, je Bohrov princíp korešpondencie.

Vytvorená nerelativistická kvantová mechanika hneď pri svojom vzniku obsahovala impetus svojho ďalšieho vnútorného vývoja, a to syntézu princípov

kvantovej mechaniky s princípmi špeciálnej teórie relativity. Zdalo sa, že cesta k tejto syntéze je priama a ľahká a spočíva v tvare podobnom Schrödingerovej rovnici (1). Tým vznikla Kleinova—Gordonova—Fockova rovnica ako priama syntéza princíпов kvantovej mechaniky a teórie relativity. Avšak keď sa riešenia tejto rovnice aplikovali na vodíkový atóm, nielenže odporovali experimentálnym faktom, ale priniesli aj teoretické protirečenie, najmä výskyt záporných pravdepodobností. Znovu nastal boj protikladov ako hybná sila vývoja k zjednoteniu postulátov už existujúcich teórií, ktorý vyústil v objave Diracovej rovnice roku 1928.

Diracova rovnica odstránila protirečenia vzniknuté pri Kleinovej—Gordonovej—Fockovej rovnici, správne opísala pohyb elektrónu vo vodíkovom atóme, určila relativistické korekcie a úplne vysvetlila magnetický moment elektrónu, nepochopiteľný z hľadiska nerelativistickej kvantovej mechaniky i klasickej fyziky. Nerelativistická kvantová mechanika sa stala limitným prípadom relativistickej kvantovej mechaniky ako vyššieho, dokonalejšieho stupňa vo vývoji fyzikálnych teórií. Do tohto štádia vývoj kvantovej teórie bol podmienený tak experimentmi, ako aj riešením vnútorných protirečení. Avšak v ďalšom vývine kvantovej teórie, až po vznik kvantovej teórie poľa, najmä kvantovej elektrodynamiky r. 1948, experiment prestal byť hybnou silou a dominantnú úlohu začal hrať vnútorný boj protikladov.

Riešenia Diracovej rovnice predpovedali stavy elektrónu so zápornou energiou. To bolo neobyčajne ostré protirečenie s princípmi kvantovej mechaniky, ktoré pripúšťali existenciu stavov iba s kladnou energiou. Aby Dirac odstránil toto protirečenie, predpokladal, že všetky stavy so zápornou energiou sú úplne obsadené a nie je možné priamo ich pozorovať. V predošlých teóriách bol základný stav práve vákuum, prázdny svet, nič viac, a preto mal najvyššiu možnú symetriu. V Diracovej teórii základný stav je úplne iný. Je to nekonečne veľký objekt zaplnený časticami so zápornou energiou. Tento Diracov predpoklad bol úžasný krok dopredu, nesmierne dôležitý a významný, logicky a racionálne neodôvodniteľný skok z roviny empirie k premise.

Diracovo vákuum sa vo svojej podstate skorô vôbec nelíši od éteru, ktorý vyžadovala stará Maxwellova teória elektromagnetického poľa. Špeciálna teória relativity negovala éter a objekt podobných vlastností sa znovu vzkriesil v Diracovej teórii. Nie je to nič zarážajúce, že aj pri vnútornom vývoji fyzikálnych teórií sa daná negácia neguje novou, ktorá rozvíjaním stáva sa starou, aby sa negovala nasledujúcou negáciou. Ako uvidíme neskôr, Diracovo vákuum sa bude znovu negovať v kvantovej teórii poľa.

Existencia Diracovho vákua predpovedala revolučný dôsledok: fotón, t. j. svetelné kvantum môže vyraziť z Diracovho vákua jeden elektrón zo stavu so zápornou energiou do stavu s kladnou energiou a vytvorí vo vákuu dieru. Potom elektrón i dieru budeme môcť pozorovať ako dve častice s kladnou energiou, t. j. pár elektrón a pozitron. Pozitron je antičastica elektrónu, ktorú skutočne o niekoľko rokov neskôr experimentálne objavil Anderson. Diracova teória predpovedala aj obrátený proces, kde existujúci pár elektrón—pozitron „zanikne“ tak, že elektrón vyplní dieru vo vákuu a jeho energia sa „prevráti“

na energiu svetelných kvantových fotónov. Existencia antičastíc v Diracovej teórii nevyplývala z nijakého experimentu, ale iba z teoreticky abstraktného predpokladu, ktorým Dirac riešil vnútorný boj protikladov v existujúcej teórii negáciou starých predstáv o vákuu, logicky disjunktným skokom od skúseností k abstraktnej premise. Experiment potom už iba potvrdzoval správnosť týchto teoretických abstrakcií. Niet pochýb, že tento Diracov predpoklad znamenal najväčší skok dopredu zo všetkých skokov nášho storočia vo vývoji fyzikálnych teórií.

S tvorbou párov častíc a antičastíc počet častíc prestal byť zachovávacím sa kvantovým číslom. Neexistoval a neexistuje totiž žiadny zákon zachovania počtu častíc. Do vzniku Diracovej teórie sme mohli hovoriť o elektróne a protóne ako o elementárnych časticiach, ktoré boli základnými stavebnými kameňmi atómov. Vodíkový atóm bol viazanou sústavou protónu a elektrónu, ktorú viaže sila elektromagnetického pôvodu. Avšak so vznikom Diracovej teórie sa tieto predstavy o stavbe atómov stali iba približnými. Vodíkový atóm sa už nemôže skladať iba z elektrónu a protónu, ale aj z veľkého množstva párov častíc a antičastíc. Vplyv týchto párov na posunutie energetických hladín v atóme vodíka sa pozoroval skutočne aj experimentálne. Podobným spôsobom prestal byť „elementárny“ aj sám elektrón, lebo sa skladá zo seba samého a z nekonečného množstva párov častíc a antičastíc. Tým sa stali elementárne častice ako elektrón, protón atď. omnoho zložitejšími, než je súčasná kvantová chémia makromolekúl. Diracova teória negovala pojem „elementárnej“ častice a nútila pozeráť sa na elektrón, protón, fotón atď. ako na útvary vo svojej podstate zložené z nekonečného počtu párov častíc a antičastíc, ktoré môžu v interakcii vznikáť a zanikať, t. j. meniť formy svojej existencie. Tak sa z „elementárnych“ častíc v Diracovej teórii stali objekty s nekonečným počtom stupňov voľnosti. Preto aj na ich opis bolo nevyhnutné zaviesť adekvátnu fyzikálnu entitu.

Fyzikálna entita s nekonečným počtom stupňov voľnosti, známa v klasickej fyzike, bol pojem poľa. Tým Diracova teória vo svojom vnútornom vývoji nastolila teoretický problém vybudovania kvantovej teórie poľa, ktorá by dokázala opísať vznik i zánik častíc, t. j. premeny foriem hmoty, a zjednotiť princípy kvantovej mechaniky, teórie relativity a teórie poľa v harmonickej syntéze. Takúto teóriu skutočne vybudovali pre elektromagnetické interakcie Feynman, Schwinger a Tomonaga r. 1948. Má názov kvantová elektrodynamika.

Základnými kategóriami kvantovej teórie poľa sú operátory polí (t. j. operátory zrodu a zániku častíc) a stav systému. Stav systému je, podobne ako v kvantovej mechanike, vektor v Hilbertovom priestore, ktorý obsahuje každú informáciu pre výsledky akéhokoľvek druhu experimentu, realizovaného na danom systéme. Tento stavový vektor sa časom vyvíja podľa pohybového zákona

$$i\hbar \frac{d|\psi\rangle}{dt} = H|\psi\rangle, \quad (2)$$

ktorý formálne vyzerá rovnako ako Schrödingerova rovnica, avšak vektor $|\psi\rangle$ opisuje systém, v ktorom počet častíc už nie je integrálom pohybu. Jednotkové

bázové vektory v Hilbertovom priestore stavov systému sú stavy vákua s jednou časticou, dvoma, troma časticami atď., t. j. $|0\rangle$, $|k_1\rangle$, $|k_1, k_2\rangle$, $|k_1, k_2, k_3\rangle$ atď.,

kde k_i je hybnosť i -tej častice. Teda vektor $|\varnothing\rangle$ má súradnice

$$|\varnothing\rangle \equiv \begin{pmatrix} \langle 0|\varnothing\rangle \\ \langle \vec{k}_1|\varnothing\rangle \\ \langle \vec{k}_1, \vec{k}_2|\varnothing\rangle \\ \vdots \end{pmatrix}$$

ktoré určujú amplitúdy pravdepodobností nájsť kvantovopoplný systém v stave bez častíc, s jednou časticou, dvoma časticami, troma časticami atď.

Základný stav systému v kvantovej teórii poľa je stav bez častíc, prázdny svet, nič viac, a teda skutočne vákuum. Kvantová teória poľa negovala Diracovo vákuum ako stav, v ktorom sú všetky stavy s negatívnou energiou plne obsadené, keď dokázala, že anihilácia elektrónu so zápornou energiou je presne kreáciou pozitronu s kladnou energiou, a naopak, kreácia elektrónu so zápornou energiou je presne anihiláciou pozitronu s kladnou energiou. Tým sa úplne odstránilo protirečenie, ktoré vzniklo pri riešeníach Diracovej rovnice, opisujúcich stavy elektrónu so zápornými energiami. Tieto riešenia Diracovej rovnice sa ukázali, z hľadiska kvantovej teórie poľa, ako iracionálna forma opisu úplne nového objektu — pozitronu s kladnou energiou.

Základnou úlohou kvantovej teórie poľa je určenie amplitúdy pravdepodobnosti prechodu zo začiatočného stavu obsahujúceho n častíc do koncového stavu s N časticami. Keď začiatočný a konečný stav systému opisujú stavové vektory $|k_1, k_2, \dots, k_n\rangle^{(in)}$ a $|p_1, p_2, \dots, p_N\rangle^{(out)}$, amplitúda pravdepodobnosti prechodu, určená kvantovou teóriou poľa, je skalárny súčin týchto dvoch vektorov

$$S_{Nn} \equiv {}^{(out)}\langle p_1, p_2, \dots, p_N | k_1, k_2, \dots, k_n \rangle^{(in)}. \quad (3)$$

Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že vývoj fyzikálnych teórií sa zakončil vznikom kvantovej teórie poľa, ktorá vyriešila všetky vnútorné protirečenia relativistickej kvantovej mechaniky a dala algoritmus pre výpočet pravdepodobností premeny medzi rozličnými formami hmoty. Dala síce algoritmus, ale ten je prakticky použiteľný iba vtedy, keď vzájomná interakcia častíc je pomerne slabá a aplikácia aproximatívnej metódy tzv. poruchového počtu má svoje opodstatnenie. Tento algoritmus však v mnohých prípadoch vedie k divergentným amplitúdam pravdepodobností, ktorých sa musíme zbavovať umelou procedúrou známou pod názvom renormalizácia v kvantovej teórii poľa. Renormalizácia kvantovej elektrodynamiky je v skutočnosti požiadavkou, aby sa jej výsledky v limite nízkych energií redukovali na výsledky klasickej teórie poľa. Z toho dôvodu kvantovú elektrodynamiku nemožno pokladať za taký vyšší stupeň teórie, ktorá v presnom kvantovom opise obsahuje klasickú teóriu elektromagnetického poľa. Klasickú teóriu poľa potrebuje tak pre svoju konštrukciu, ako aj pre renormalizáciu.

Kvantová teória poľa vyriešila všetky protirečenia relativistickej kvantovej mechaniky, ale súčasne riešením jedných protirečení vznikli ďalšie. Predovšetkým divergenčné ťažkosti v kvantovej teórii poľa predstavujú stále neuspokojivo riešený jeden z jej protikladov.

Záver

Historickým rozborom vývoja fyzikálnych teórií od vzniku klasickej Newtonovej mechaniky a Maxwellovej elektrodynamiky až po vznik kvantovej teórie poľa sme ukázali, akú dôležitú úlohu hrá dialektický zákon jednoty a boja protikladov v už existujúcich teóriách pre ich ďalší vývin. Každá vytvorená teória obsahuje vo svojej začiatkovej štruktúre rozpory a protirečenia, ktoré vystupujú ako vnútorný zdroj jej ďalšieho vývoja cez teoretické abstrakcie, ktorých správnosť sa a posteriori experimentálne verifikuje. Nahromadené protiklady, rozpory a protirečenia vnútri teórie sa riešia negáciou, ktorá okrem opakovateľnosti a neopakovateľnosti, spojitosti a nespojitosti, zachovania a popretia i striedania starého s novým vo vývine fyzikálnych teórií obsahuje aj logicky neodôvodniteľný a disjunktný skok z roviny empirie k premise. Najväčší krok dopredu v poznávaní objektívnej reality, urobený v tomto storočí Diracom, ktorý predpovedal existenciu antičastíc, nebol vôbec implikovaný nijakým experimentom, ale práve abstraktným, teoretickým riešením boja protikladov negáciou obsahujúcou príznačný, logicky ničím neodôvodniteľný skok od skúsenosti k premise. Nemenej dôležitý skok toho istého druhu urobil v tomto storočí aj Einstein negáciou Newtonovej adičnej teóremy rýchlostí. Subjektívne filozofické východiská, z ktorých vychádzali Einstein a Dirac, by si vyžadovali osobitnú analýzu. Isté je však, že im bola jasná *nielen* nevyhnutnosť urobiť základné zmeny, ale aj to, ako zachovať úspechy a všetko cenné v predošlých teóriách. V tomto zmysle chtiac alebo nechtiac, veľkolepo demonštrovali obsah dialektickej negácie.

Nerelativistická kvantová mechanika, ako sme ukázali, nevznikla a ani nemohla vzniknúť z vnútorného vývoja klasických teórií. Pri jej vzniku zohral významnú úlohu dialektický zákon prechodu kvantitatívnych zmien na kvalitatívne zmeny. Experimentálne fakty boli jedinými usmerňovateľmi k jej vzniku. Avšak len čo nerelativistická kvantová mechanika vznikla ako dôsledok jednotiacoho teoretického zovšeobecnenia experimentálnych údajov, obsahovala vnútri aj zárodok ďalšieho vývoja — rozpor protikladov. Tento vnútorný zdroj bol hybnou silou vývoja cez relativistickú kvantovú mechaniku až po vznik kvantovej elektrodynamiky — najmladšieho, kvázi uceleného historicko-dialektického článku vo vývoji fyzikálnych teórií.

ДИАЛЕКТИКА ВНУТРЕННЕГО РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

Милан Нога

Первые звенья в цепи исторического диалектического развития физических теорий, классической или современной физики, возникли на основе объединяющего обобщения экспериментальных фактов. Однако как только возникли эти исторически наиболее древние теории, они содержали внутри себя зародыши дальнейшего развития и возникновения новых теорий без прямого воздействия эксперимента. Главной движущей силой внутреннего развития является противоречие противоположностей, существующее в каждой сформировавшейся теории, которое решается путем диалектического отрицания. Теоретическое решение внутренних противоречий путем диалектического отрицания всегда означало огромный прыжок в развитии физических теорий. Диалектическое отрицание, действующее в этом процессе развития, кроме всех его широко известных свойств, содержит также рационально необоснованный и логически дизъюнктивный прыжок с уровня эмпирии к посылкам. Эти дизъюнктивные прыжки вели через сильные абстракции теоретического мышления к революционным последствиям, правильность которых апостериори была подтверждена экспериментами.

DIALEKTIK DER INNEREN ENTWICKLUNG PHYSIKALISCHER THEORIEN

Milan Noga

Die ersten Glieder der Kette der historischen dialektischen Entwicklung physikalischer Theorien, sowohl der klassischen, wie auch der modernen Physik, entstanden aufgrund einer Verallgemeinerung experimenteller Fakten. Sobald jedoch diese historisch ältesten Theorien entstanden waren, beinhalteten sie Keime einer weiteren Entwicklung und eines Aufkommens neuer Theorien ohne unmittelbares Einwirken des Experiments. Die wichtigste Treibkraft der inneren Entwicklung ist der in jeder sich bildenden Theorie existierende Widerspruch von Gegensätzen, der durch dialektische Negation aufgehoben wird. Eine theoretische Lösung der inneren Widersprüche durch dialektische Negation bedeutete immer einen ungeheuren Sprung in der Entwicklung physikalischer Theorien. Die in diesem Entwicklungsprozess wirksame dialektische Negation beinhaltet neben ihren bekannten Eigenschaften auch einen rational unbegründbaren und logisch disjunktiven Sprung von der Erfahrung zu Prämissen. Diese disjunktiven Sprünge führten durch starke Abstraktionen des theoretischen Denkens zu revolutionären Konsequenzen, deren Richtigkeit Experimente a posteriori bestätigten.