

# MYŠLIENKOVÝ EXPERIMENT A PROBLÉM FORMOVANIA TEORETICKÉHO POZNANIA

M. V. MOSTEPANENKO (Leningrad)

Vo fyzike dávno vznikla a veľmi sa rozšírila špecifická metóda skúmania, ktorá sa neskôr začala nazývať „myšienkovým experimentom“. Myšienkové experimenty často používal Galilei ešte v časoch, keď sa formovali základy prvej fyzikálnej teórie — mechaniky.<sup>1</sup> Všeobecne známa je úloha myšienkových experimentov v skúmaniach A. Einsteina, W. Heisenberga a iných súčasných fyzikov. Pritom je dôležité poznamenať, že spravidla sa v nich neformulujú bežné, ale principiálne, najdôležitejšie problémy teoretického skúmania. Nevyhnutnosť myšienkových experimentov v procese výstavby teórie sa mimoriadne jasne ukázala v Einsteinovej vedeckej tvorbe. Je známe, že všetky svoje nové tvrdenia a princípy zaviedol na základe myšienkových pokusov. Tak napr. v základoch špeciálnej teórie relativity leží myšienkový experiment definujúci súčasnosť, východiskové tvrdenia všeobecnej teórie relativity sú zdôvodnené myšienkovými pokusmi s volne padajúcou debrou,<sup>2</sup> jeho názory o otázkach kvantovej mechaniky boli principiálne odlišné od názorov N. Bohra — aj tie opieral o rad myšienkových experimentov.<sup>3</sup>

Pretože myšienkové pokusy sa spravidla používajú a diskutuje sa o nich pri hľadaní riešenia principiálnych teoretických problémov, treba uznáť, že sú jedným z najdôležitejších prostriedkov teoretického skúmania.

Metóda myšienkového experimentu však ešte nie je primerane ocenéna. V metodológii vedeckého poznania sa jej nevenuje dostatočná pozornosť. Dosiaľ niet zhody názorov v chápani podstaty myšienkových pokusov a niektorí autori vôbec popierajú samostatný poznávací význam myšienkových experimentov tým, že ich redukujú na istý druh ilustrácií.<sup>4</sup>

Predovšetkým treba vidieť, že myšienkové experimenty nemožno zahrnúť do empirickej úrovne vedeckého skúmania. Úplne nesprávne je myslieť si, že myšienkový pokus sa redukuje len na myšienkovú prípravu reálneho experimentu<sup>5</sup> alebo len na jeho „ekonomicke“ myšienkové pokračovanie.<sup>6</sup>

Súčasne však nemožno redukovať myšienkové pokusy len na logické operácie, bez ohľadu na ich fyzikálny zmysel.<sup>7</sup> Spomedzi definícií vyskytujúcich sa v našej literatúre najsprávnejšie je ponímanie myšienkového pokusu ako teoretickej úvahy vo forme experimentu.<sup>8</sup> Avšak mälokto z tých bádateľov,

<sup>1</sup> EINSTEIN, A.: Sobranie naučnych trudov, t. 4, Moskva 1967, s. 362—365.

<sup>2</sup> EINSTEIN, A.: Sobranie naučnych trudov, t. 1, Moskva 1965, s. 8—10, 563—565.

<sup>3</sup> EINSTEIN, A.: Sobranie naučnych trudov, t. 4, Moskva 1967, s. 604—610, 617—622.

<sup>4</sup> DUHEM, P.: La Théorie physique: son object et sa structure, Paris 1906.

<sup>5</sup> KORCH, H.: Zur Kritik des physikalischen Idealismus, Berlin 1959.

<sup>6</sup> MACH, E.: Erkenntnis und Irrtum, Leipzig 1905.

<sup>7</sup> SIVIKOŇ, P. E.: O proischoždenii i filosofskom značenii jestestvennonaučnogo eksperimenta, Moskva 1962.

<sup>8</sup> KOPNIN, P. V.: Gipoteza i poznaniye dejstvitelnosti, Kijev 1962, s. 168.

ktorí považujú myšlienkové pokusy za teoretické metódy, správne chápe špecialitu, podstatu a význam myšlienkových experimentov ako zvláštneho spôsobu teoretického poznania. Tak napr. mnohí autori zastávajú názor, že úloha myšlienkových pokusov sa redukuje na rozšírenie základov teórie prostredníctvom zmyslových predstáv, späť s reálnymi pokusmi,<sup>9</sup> a tým nedoceňuje úlohu myšlienkových experimentov pri formovaní a rozšírení základov teórie logickými prostriedkami. Z tohto hľadiska je správnejšie stanovisko L. O. Vaľta. Myšlienkové pokusy skúma ako osobitný postup neformalizovaného teoretického skúmania. Špecifickosť myšlienkového experimentu vidí v postupe od abstraktného ku konkrétnemu.<sup>10</sup> Takyto proces je podľa jeho mienky širší ako čisto logický postup, ktorý možno formalizovať, pretože je v značnej miere späť s obsahovými predpokladmi o jednotlivých objektoch, ktoré sa do myšlienkových pokusov vovádzajú v súlade s reálnymi procesmi, prebiehajúcimi v prírode. Hoci takéto chápanie myšlienkových pokusov je najhlbšie z tých, ktoré sú v literatúre dosiahnuté, aj v tomto prípade sa ich podstata a význam neodhalujú úplne správne.

Podľa nášho názoru význam myšlienkových experimentov spočíva prevažne v tom, že ich úloha pri formovaní, rozšírení a zdôvodnení základných princípov fyziky (alebo inej prírodnej vedy), vytvárajúcich vedecký obraz sveta, je výnimcoľne dôležitá. Možno ukázať, že skoro všetky dôležitejšie myšlienkové pokusy, známe z dejín fyziky, boli zamerané buď na formovanie, alebo na rozšírenie a zdôvodnenie princípov — základných prvkov fyzikálneho obrazu sveta.

Ako sa ukázalo, Einstein osobitne vyzdvihol Galileiho pri rozpracovaní a zdôvodnení princípu inercie prostredníctvom viacerých myšlienkových experimentov. Cielom týchto Galileiho pokusov bolo vyvrátiť nesprávne Aristotelove filozofické tvrdenia o nemožnosti pohybu bez hýbacej sily. Početnými myšlienkovými pokusmi s pohybom gulí po naklonenej rovine Galilei zdôvodnil možnosť pohybu bez hýbacej sily — pohybu na základe zotrváčnosti.<sup>11</sup> Tým Galilei riešil principiálne problémy fyziky a vytváral základy mechanistického obrazu sveta. Taký istý cieľ sledoval Galilei, keď rozoberal známy myšlienkový pokus s rovnomerne sa pohybujúcou loďou.<sup>12</sup> Týmto pokusom sa zdôvodňoval princíp relativity, jeden zo základných fragmentov mechanického obrazu sveta. Práve tieto Galileiho práce nám poskytujú dôvod považovať ho za zakladateľa nielen empirických, ale aj teoretických metod fyziky.

Nevyhnutné je poznamenať, že myšlienkové pokusy boli potrebné nielen pri formovaní, ale aj pri ďalšom rozpracovaní vedeckého obrazu sveta. Newton už disponoval pri budovaní mechaniky sformovaným obrazom sveta. Na zdôvodnenie

<sup>9</sup> GLINSKIJ, B. A., GRIAZNOV, B. S., DYNIN, B. S., NIKITIN, E. P.: Modelirovaniye kak metod naučnogo issledovaniya, Vydatelstvo MGU 1965, s. 147—148.

<sup>10</sup> Pozri VALT, O.: O roli myslennogo eksperimenta v razvitiii naučnoj teorii. Zbornik Logika i metodologija nauki, Moskva 1967, s. 205—210.

<sup>11</sup> GALILEI, G.: Sočinenija, t. 1. Besedy i matematičeskie dokazatelstva, kasajušcijesia dvuch novych otriaslej nauki, Moskva — Leningrad 1934, s. 283—414.

<sup>12</sup> GALILEI, G.: Dialog o dvuch glavných sistemach mira — ptolemejskoy i kopernikovoy, Moskva — Leningrad 1948, s. 146—147.

svojich názorov na absolútnosť pohybu použil myšlienkový pokus s otáčajúcim sa vedrom.<sup>13</sup> Po Newtonovi, v období panovania mechanistických predstáv používali pomoc myšlienkových pokusov len vtedy, keď bolo potrebné rozšíriť mechanický obraz sveta. Stalo sa tak pri výstavbe mechaniky tuhých telies (myšlienkové pokusy s dokonale tuhými telesami), v hydrodynamike (myšlienkové pokusy s ideálnou kvapalinou) a predovšetkým pri rozpracovaní základov vlnovej optiky (myšlienkové pokusy zdôvodňujúce Huyghensov princíp).

Ked bolo po rebné v 19. stor. znova podstatne rozšíriť mechanický obraz sveta, bez čoho nebol možné vybudovať teóriu tepla, myšlienkové experimenty sa opäť stali vhodnými. Nový, principiálne dôležitý myšlienkový pokus rozpracoval S. Carnot.<sup>14</sup> Ako poznamenal F. Engels, Carnot uviedol vo svojich prácach základný skúmový proces v čistom tvaru, bez toho, žeby bol zusietrený vedľajšími procesmi lubovoľného druhu. Výsledkom bola konštrukcia „ideálneho parného stroja“, ktorý nemožno realizovať, no ktorý poskytuje také isté služby ako matematické abstrakcie.<sup>15</sup>

Carnotov myšlienkový pokus s ideálnym parným strojom zohral dôležitú úlohu pri formovaní druhej termodynamickej vety. Rozšíril sa mechanický obraz sveta, výsledkom bola možnosť výstavby termodynamických teórií.

Neskôr v súvislosti s nevyhnutnosťou rozpracovať teoretické základy kinetickej teórie hmoty a štatiskej mechaniky bádatelia sa znova obrátili k myšlienkovým experimentom (myšlienkové pokusy s „Maxwellovým démonom“ a iné). Neskôr sa rozhodujúca úloha myšlienkových experimentov v teoretickom poznaní ukázala menej výrazne pri rozšírení mechanického obrazu sveta a výraznejšie v procese jeho revolučného prelomu a výstavby nového, elektrodynamického obrazu sveta.

Ako je známe z dejín fyziky, ešte pred dobudovaním elektrodynamiky rozpracovali Faraday a Maxwell niekoľko principiálne dôležitých myšlienkových pokusov, keď vytvárali základy nových elektrodynamických predstáv o prírode. Keď Einstein analyzoval zdroje elektrodynamiky, poznamenal, že sám pojem pôla a jeho základných vlastností sa vytváral pomocou idealizovaných predstáv o siličiarach a o nábojoch pojmov a myšlienkových pokusov na nich založených sa vytvárala ideálna predstava o hlavných zvláštnostiach elektrodynamických javov, pozorovaných pri reálnych pokusoch.<sup>16</sup> Podobné „idealizované“ pokusy boli fakticky základom nového elektrodynamického obrazu sveta, ktorý vystriedal mechanický obraz. Tým sa vytvorili možnosti pre výstavbu teórie zásadne odlišnej od Newtonovej mechaniky, a to Maxwellovej elektrodynamiky.

Vo Faradayových a Maxwellových prácach neboli ešte elektrodynamický obraz sveta dovršený: chýbali v ňom také predstavy o priestore a čase, ktoré by zodpovedali poľovému chápaniu hmoty a pohybu. Einstein rozpracoval viac myšlienkových pokusov, aby ukázal principiálnu nevyhnutnosť takejto dostavby.

<sup>13</sup> NEWTON, I.: Matematičeskie načala naturalnoj filosofii I, Peterburg 1915, s. 33–34.

<sup>14</sup> CARNOT, S.: Razmyšlenija o dvížušej sile ogňa. Zbornik Vtoroje načalo termodynamiki, Moskva — Leningrad 1934, s. 17–61.

<sup>15</sup> MARX, K., ENGELS, F.: Sočinenija, t. 20, s. 543–544.

<sup>16</sup> EINSTEIN, A.: Sobranije naučnych trudov, t. 1, Moskva 1967, s. 436–450.

Najdôležitejší z nich je už spomínaný pokus s takým definovaním súčasnosti, ktoré by zodpovedalo elektrodynamickému obrazu sveta. Pritom Einstein podčiarkoval, že nové chápanie sa zavádzajú na základe myšlienkových fyzikálnych experimentov.<sup>17</sup> O myšlienkové experimenty sa Einstein opíeral aj pri neskoršom rozšírení elektrodynamického obrazu sveta. Predovšetkým treba zaznamenať dôležitú úlohu myšlienkového experimentu s padajúcou debnou (výťahom), ktorý sme už spomínali. Tento experiment zdôvodňoval ekvivalentnosť dvoch systémov, z ktorých jeden sa vzhľadom na druhý pohybuje rovnomerne zrýchlene. Tento pokus rozpracúval Einstein v niekoľkých variantoch v priebehu mnohých rokov a r. 1916 ho vysvetlil v konečnom tvaru ako zdôvodnenie principu ekvivalentnosti — jedného zo základných princípov všeobecnej teórie relativity.<sup>18</sup> Treba spomenúť, že Einstein sa často opíeral o pomoc myšlienkových experimentov. Nemožno to celkom objasniť zvláštnosťami súčasného vedeckého myslenia, ako sa domnievajú niektorí autori,<sup>19</sup> ale viac tým, že Einstein rozpracúval principiálne problémy, späť s rozšírením starého alebo formovaním nového fyzikálneho obrazu sveta. Taká istá zvláštnosť bola charakteristická aj pre Galileiho teoretické myslenie pri rozpracúvaní základov mechanistickejho obrazu sveta, pre Faradaya a Maxwella pri rozpracúvaní základov elektrodynamického obrazu sveta, hoci v tých časoch súčasné abstraktné metódy neexistovali.

Principiálna nevyhnutnosť použitia myšlienkových experimentov sa stala mimoriadne zrejmou pri rozpade elektrodynamického a pri formovaní súčasného kvantovo-polového obrazu sveta. V tom čase v súvislosti s neobyčajným vzrastom abstraktnosti teoretických pojmov a s vyzdvihnutím ich významu vo fyzikálnej teórii vznikla pochybnosť o nevyhnutnosti názornosti a pozorovateľnosti pre vedecké poznanie. Pritom však živelne vzrástol význam myšlienkových experimentov, čo fakticky odstraňovalo túto pochybnosť.

Ako je známe, na zdôvodnenie jedného z najdôležitejších princípov nového kvantovo-mechanickejho chápania javov prírody — principu neurčitosťi — W. Heisenberg rozpracoval rad myšlienkových experimentov.<sup>20</sup> Tie-to experimenty sa stali široko známymi predovšetkým preto, že uvádzali do súvisostí nové abstraktné pojmy s mnohými názornými predstavami. Medziiným sa v dôsledku toho vytvoril dojem, akoby sa kvantová mechanika zakladala výlučne na skúsenosti. V skutočnosti však tieto pokusy neboli reálne, ale myšlienkové, a okrem toho nemali byť zdôvodnením samej kvantovej mechaniky, ale nového kvantovo-polového obrazu sveta, na základe ktorého sa kvantová mechanika vytvárala. Teraz sústredíme našu pozornosť na zhodnotenie týchto pokusov.

\* \* \*

<sup>17</sup> EINSTEIN, A.: Sobranije naučnykh trudov, t. 1, Moskva 1965, s. 8, 10.

<sup>18</sup> Tamže, s. 452.

<sup>19</sup> BATOROJEV, K. B., KARASIOV, B. A.: Problema nagľadnosti v sovremennoj fizike i myshlennyye eksperimenty A. Ejnštejna. Filosofskije nauki, 1968, No 6.

<sup>20</sup> HEISENBERG, W.: Fizicheskije principy kvantovej teorii, Moskva — Leningrad 1932, s. 21—40.

Teda na základe oboznámenosti s hlavnými myšlienkovými pokusmi, realizovanými vo fyzike počas celej jej existencie od Galileiho až po naše dny, možno urobiť záver o tom, že prostredníctvom myšlienkových pokusov sa zdôvodňujú nové princípy a budujú sa nové alebo rozširujú staré fyzikálne obrazy sveta.

Je nepochybné, že medzi teoretickými a empirickými poznatkami je kvalitívny rozdiel, vzhľadom na čo teoretické poznanie sa nemôže úplne zredukovať na empirické. Teoretické poznanie má svoje „mimoempirické“ zdroje, späť s vedeckým obrazom sveta — s pojмami, princípmi a hypó tézami, ktoré sú jeho obsahom — a s istými filozofickými myšlienkami, ktoré ležia v základoch tohto obrazu sveta.

Práve myšlienkové experimenty hrajú podstatnú úlohu pri určení vzťahu medzi empirickou a teoretickou úrovňou poznania, pri pokusnom zdôvodnení „mimoempirických“ zdrojov teoretického poznania.

Preskúmajme túto otázku bližšie. Ako je známe, vedecký obraz sveta je nevyhnutný na výstavbu nových vedeckých teórií a na odkrytie ich fyzikálneho zmyslu.<sup>21</sup> Ak sa teória chápe len ako formálny deduktívny systém, môže byť vybudovaná iba formálnymi metódami, rozpracúvanými v logike a v matematike (axiomatická a genetická metóda výstavby teórií). Kedže však vo fyzike a v iných prírodných vedách teória nie je len deduktívnym systémom, ale aj odrazom hlbokých objektívnych zákonov, nemožno ju vybudovať iba pomocou formálnych metód. Pri výstavbe takejto teórie musia mať obsahové metódy, podmienené zvláštnosťami zodpovedajúcich predmetných oblastí. Tieto metódy sú tesne späté s prvkami vedeckého obrazu sveta.

Je známe, že z formálnej stránky je vedecká teória rad abstraktných teoretických pojmov, medzi ktorými je určená istá logická funkcionálna súvislosť. Samým pojmom spravidla zodpovedajú matematické symboly a ich súvislosť je vyjadrená v matematickej forme. Na to, aby podobný systém mal určitý obsahový význam, je nevyhnutné: po prvej, uviesť do súladu pojmy tohto systému s fyzikálnymi veličinami bezprostredne pozorovanými, a po druhé, je potrebné, aby funkcionálna súvislosť medzi pojмami odrážala objektívne súvislosti a vzťahy medzi fyzikálnymi veličinami pozorovanými v pokusoch.

Súlad medzi abstraktnými pojмami teórie a veličinami pozorovanými v pokusoch sa dosiahne prostredníctvom idealizácie.<sup>22</sup> Ideálne objekty, vystupujúce v teórii, konštruujú sa podľa reálnych objektov abstrahovaním od ich druhoradých, v danej súvislosti nepodstatných vlastností. Napríklad taký ideálny objekt, ako materiálny bod, charakterizovaný masou  $m$ , vyjadruje ten skúsenostný fakt, že ľubovoľné teleso s masou  $m$  má určité ľažisko — bod, v ktorom je táto masa akoby sústredená. Idealizácia pomáha formovať základné pojmy a myšlienky sa vytvárajú na jednej strane pod vplyvom zodpovedajúcich filozofických

<sup>21</sup> MOSTEPANENKO, M. V.: Filosofija i fizičeskaja teorija, Nauka, Leningrad 1969.

<sup>22</sup> SUBBOTIN, A. L.: Idealizacija kak sredstvo naučnogo poznanija. Zbornik Problemy logiki naučnogo poznanija, Moskva 1964.

GORSKIJ, D. P.: Idealizacija. Filosofskaja enciklopedija, t. 2, Moskva 1962.

východísk a na druhej strane pod vplyvom existujúcich skúsenostných údajov. vyjadrených v idealizovanej forme.

Avšak to ešte nie je všetko: na to, aby funkcionálne súvislosti medzi ideálnymi objektmi teórie zodpovedali skutočným vzťahom medzi určitými fyzikálnymi veličinami, funkcionálne vzťahy medzi ideálnymi objektmi sa musia budovať v súlade s tými reálnymi vzťahmi, ktoré sa odkrývajú v skutočných pokusoch. Pritom sa majú brať do úvahy len podstatné vzťahy, v dôsledku čoho funkcionálne súvislosti medzi ideálnymi objektmi sa určujú vo vzťahu k ideálnym podmienkam, zodpovedajúcim základným zvláštnostiam reálnych podmienok. Na realizáciu tohto cieľa slúžia myšlienkové experimenty. V nich sa nerozoberajú len samy objekty a javy, charakteristické pre daný obraz sveta, ale predovšetkým podstatné súvislosti a vzťahy medzi nimi. Operácie s ideálnymi objektmi, ktoré sa vyskytujú v myšlienkových experimentoch, vyjadrujú skutočné súvislosti a vzťahy medzi objektívnymi fyzikálnymi javmi a sú teoretickým stelesnením reálneho procesu vedeckej praxe. Z toho je jasné, že myšlienkové pokusy sú nevyhnutné predovšetkým na formovanie *vedeckých* princípov, určujúcich základné súvislosti a vzťahy medzi fundamentálnymi pojмami vedeckého obrazu sveta.

Kedže princípy spolu so základnými teoretickými pojмami sú obsiahnuté vo vedeckom obraze sveta, myšlienkové pokusy, pomáhajúce pri ich formovaní a zdôvodňovaní, sú prostriedkami výstavby prvkov vedeckého obrazu sveta.

Nasledujúce otázky majú prvoradý význam pre riešenie problému formovania nového teoretického poznania: Ako idealizovať? Od akých vlastností reálnych objektov treba abstrahovať a aké vlastnosti treba pokiaľať za základné? Aké súvislosti a vzťahy treba považovať za hlavné a aké za druhoradé? Aké zvláštnosti reálnych podmienok, za ktorých pokusy prebiehajú, treba brať do úvahy a od ktorých možno abstrahovať?

Podobné otázky možno riešiť len v tom prípade, ak sa riadime na jednej strane existujúcimi filozofickými predstavami o svete a na druhej strane už sfomovanými myšlienkami a pojмami, ktoré ležia v základoch vedeckého obrazu sveta. Tieto pojmy a predstavy sú základnými orientačnými bodmi pri formulovaní idealizácií a myšlienkových experimentov, pomáhajúcich budovať východiskové princípy vedeckých teórií.

Dôležité je všimnúť si, že myšlienkové experimenty nepomáhajú len formovať nové vedecké princípy, a tým budovať základy vedeckých teórií, ale dovoľujú odkryť aj fyzikálny zmysel už existujúceho teoretického formalizmu.

Ked hovoríme o úlohe myšlienkových experimentov pri formovaní teórií, nemožno tvrdiť, že teória sa buduje výlučne na základe myšlienkových pokusov. Je nevyhnutné brať do úvahy aj význam všetkých ostatných prvkov vedeckého obrazu sveta.

V súčasnej fyzike sa nerealizuje vždy klasická schéma výstavby teórie: formovanie východiskových princípov a deduktívne odvodenie základných rovníc teórie z nich. Často sa rovnice teórie priamo posúľujú na základe niektorých kvalitatívnych analógií a myšlienok, charakteristických pre súčasný vedecký obraz sveta (napr. práve tak to vyzeralo pri výstavbe kvantovej mechaniky).

V takomto prípade myšlienkové pokusy sú prostriedkom obsahového odôvodnenia princípov a pojmov, vystupujúcich vo formalizme teórie. Inými slovami, bez myšlienkových pokusov sa obsahová interpretácia matematického formalizmu teórie, a tým aj výklad základných teoretických tvrdení fyziky ukazuje nemožnosť.

Uvedené okolnosti sa mimoriadne jasne prejavili v procese formovania súčasného — kvantovo-poľového — fyzikálneho obrazu sveta.

Odhalenie diskrétneho vyžarovania a snaha syntetizovať diskrétnosť a spojitosť v predstavách o javoč a procesoch prírody, ktorá v súvislosti s tým vznikla, sa zavŕšili na jednej strane vytvorením Heisenbergovej maticovej mechaniky a na druhej strane vytvorením vlnovej Schrödingerovej mechaniky.

Pôvodne mali obe teórie mimoriadne formálny matematický tvar. V Heisenbergovej teórii sa matice pozorovaných frekvencií dávali do súvislosti prostredníctvom formalizmu, podobného formalizmu klasickej mechaniky. Prítom z formálnych pravidiel komutácie matíc vyplývalo niekoľko permutačných vzťahov, ktorých fyzikálny zmysel neboli spočiatku celkom jasné. V Schrödingerovej teórii sa na základe de Broglieho hypotézy a opticko-mechanickej analógie formálne získala vlnová rovnica pre nejakú funkciu  $\psi$ , ktorej fyzikálny zmysel taktiež neboli v začiatkoch jasné.

V rokoch 1925—1927 bol problém fyzikálnej interpretácie formálnych dôsledkov maticovej mechaniky a odkrytie fyzikálneho zmyslu vlnovej funkcie najostrejší. Nejasnou ostávala fyzikálna podstata exiistujúceho rozpracovaného matematického aparátu novej mechaniky. Tak napr. na jeseň 1926 napísal Heisenberg v jednom zo svojich listov Paulimu: „Často rozmýšľam, v čom je vlastne zmysel všetkých tých formálnych vzťahov, no je veľmi ľahké to pochopit.“<sup>23</sup>

Pri odkrytí fyzikálneho zmyslu nových pojmov a formálnych vzťahov zohrali rozhodujúcu úlohu myšlienkové pokusy. Intenzívne diskusie o všetkých nových fyzikálnych príkladoch a ilustráciach, ktoré vo svojej podstate neboli ničím iným ako myšlienkovými experimentmi, postupne objasňovali vzťah medzi dvoma teóriami — Heisenbergovou a Schrödingerovou — a okrem toho poskytli, ako svedčí Heisenberg, bohatý nový materiál, ktorý bolo možné s úžitkom skúmať z oboch hľadísk.<sup>24</sup>

Bez myšlienkových experimentov by nebolo možné odhaliť fyzikálne osobnosti a špecifiku nových kvantových pojmov a princípov. Myšlienkové pokusy tu boli mimoriadne nevyhnutné, lebo v kvantovej teórii figurovali pojmy vzťahujúce sa na jednotlivé objekty, kým v skutočných pokusoch boli zúčastnené vždy súbory.

Špecifika kvantových objektov bola odhalená v početných myšlienkových pokusoch. Hlavnými sa tu javili pokusy s pozorovaním voľného elektrónu pomocou mikroskopu pri prechode difrakčnou mriežkou, ktoré rozpracoval Heisen-

<sup>23</sup> HEISENBERG, W.: Vospominanija ob epoce rozvitija kvantovej mechaniki. Zborník Teoretickaja fizika XX veka, Moskva 1962, s. 58—59.

<sup>24</sup> Tamže, s. 58.

berg.<sup>25</sup> Pri posudzovaní rôznych modifikácií týchto myšlienkových pokusov sa ukázalo, že experimentálne situácie s kvantovými objektmi môžu predstavovať len dva vzájomné sa dopĺňajúce typy, v ktorých sa pozorujú alebo korpuskulárne alebo vlnové vlastnosti kvantových objektov. Súčasne pozorovanie oboch vlastností nie je možné. Tak sa prostredníctvom myšlienkových pokusov objasnil zmysel základného princípu neurčnosti, ktorý odhaluje fyzikálnu podstatu permutačných vzťahov maticovej mechaniky.

Fyzikálna podstata vlnovej funkcie bola taktiež odhalená pomocou myšlienkových pokusov (pokusy so zrážaním častíc), ktoré rozanalizoval Born.<sup>26</sup> Ukázal, že pomocou vlnovej funkcie sa určuje pravdepodobnosťna forma vzťahu dôsledkov teórie s výsledkami pozorovania, získanými v reálnych pokusoch.

Ked hovoríme o význame myšlienkových pokusov pre zdôvodnenie kvantovej mechaniky, je zaujímavé poznamenať, že v jednom z najsúčasnejších kurzov kvantovej mechaniky autori začínajú výklad jej východiskových, základných myšlienok analýzou mnohých myšlienkových pokusov, čím podčiarujú ich zásadný metodologický význam.<sup>27</sup>

Záverom možno povedať: úloha a význam myšlienkových experimentov vo vedeckom poznani spočíva po prvé v tom, že prostredníctvom myšlienkových experimentov sa formujú nové prvky vedeckého obrazu sveta, a tým sa vytvárajú možnosti pre výstavbu nových teórií; po druhé, myšlienkové pokusy dovolujú odhaliť konkrétny obsah logicko-matematického formalizmu teórie a podať jeho empirickú interpretáciu v tom prípade, keď je formálno-logická časť teórie už vybudovaná, ale jej konkrétny vedecký zmysel a empirická interpretácia ešte nie sú jasné.\*

<sup>25</sup> HEISENBERG, W.: Fizičeskie principy kvantovoї teorii, Moskva — Leningrad 1932.

<sup>26</sup> BORN, M.: Fizika v živni mojeg pokolenija, Moskva 1963.

<sup>27</sup> FEYNMAN, R., HIBBS, A.: Kvantovaja mechanika i integraly po trajektorijam, Moskva 1968.

\* Prevzaté z časopisu Voprosy filosofii, 1973, č. 2.