

Теоретичен орган на Института по философия „Акад. Тодор Павлов“
и Българското философско дружество

ИВАНКА АПОСТОЛОВА

ОРГАНИЗИРАНЕ НА ВРЪЗКИТЕ МЕЖДУ УЧЕНИТЕ В ПЕРИОДА НА СЪЗДАВАНЕ НА КВАНТОВАТА МЕХАНИКА

Винаги, когато са се сблъскали с „непроницаемостта“ на природата, учените са се обръщали към усилията и опита на предшествениците и с учудване са констатирали общност в стремежите, в насоките на изследванията, в най-фундаменталните идеи. Тази общност е стимулирала научното дирене. Разбира се, само стимулирала, защото конкретните проблеми и методи на тяхното решение са „автономни“.

Има един факт, който придава на периода на създаването на квантовата механика неповторимо очарование. Взаимните контакти, обсъждания, гостувания. Не е известен друг такъв период от развитието на физиката, когато една теория се създава сред толкова оживени контакти между учените. Самата наука е социален „институт“, създаден от обществото, за да служи на това общество. В периода на създаването на квантовата механика Европа се намираше в период на частична стабилизация на капитализма. Тази частична стабилизация определи и едно по-голямо внимание на обществото към развитието на науката. Дирак отбелязва и психологическите фактори, съществуващи след Първата световна война и определили по-голям интерес към физиката и специално към теорията на относителността. Той пише: „Всеки искаше да забрави напрежението от войната и жадно се присъединяваше към новия начин на мислене, към новата философия.“¹

В тази атмосфера много се засилват връзките между учените, зачестяват пътуванията им. Паули пътува непрекъснато, Хайзенберг също пътува между Гьотинген и Копенхаген, пътуват Айнщайн и Бор, Дирак; Шрьодингер напуска Цюрих и отива в Копенхаген, Френкел от Ленинград посещава Айнщайн, изнася доклад в Берлин пред М. Планк, Айнщайн, В. Нернст и др., работи при Паули в Хамбург. На пръв поглед изглежда, че това са контакти между великани в науката. Или, с други думи: има взаимни връзки, защото по едно и също време са се родили тези великани и е имало какво да си кажат. При по-внимателно вглеждане в историята на създаването на квантовата механика се **оказва**, че много от тях се „създават“ в такова гостуване, при такива обсъждания. А. Зомерфелд пристигнал от Берлин в Гьотинген, за да чуе лекция на Н. Бор, съпроводен от двама свои студенти: В. Хайзенберг и В. Паули. Хайзенберг бил на 19 години. В последвалата след лекцията дискусия

¹ П. А. М. Д и р а к. Методы теоретической физики. УФН, т. 102, в. 2, октябрь 1970, с. 293.

взели участие тези студенти. Бор ги поканил в института в Копенхаген. Оказва се, че може би „най-важното събитие в кариерата на един млад учен е личният контакт с големи учени от своето време“².

Обаче всички тези примери, колкото и възпиращи, са неубедителни, за да докажат ролята на взаимните връзки като фактор в развитието на науката. Защото става дума за Хайзенберг, Паули, Бор. Имена на учени, които като че ли са толкова големи, че техните постижения не могат да бъдат зависими от характера на дискусиите, в които се утвърждават.

За да се докаже значението на връзките между учените като фактор на развитието на науката, въпрос, имащ вече не само историческо, но и съвременно значение, трябва да се посочи такъв случай, когато, ако не бяха обсъжданията и дискусиите, то дадено предположение не би станало научен факт.

За да се стигне до такава форма на взаимни връзки, която би имала най-голямо значение в съвременните условия, трябва да се види какви форми на контакти са съществували в периода на създаването на квантовата механика и кои от тях са „повторими“, т. е. могат и днес да се прилагат успешно.

Щом става дума за „създаване“ на една теория, а не за нейното разпространяване, отпадат от разглеждането такива, иначе изключително важни форми на връзка между учени, като получаване и изпращане на информация и обсъжданията на конгреси, симпозиуми и пр. При приетата насока въпросът се свежда до „микросредата“, в която се осъществява създаването на научната теория. Тук на преден план изпъква ролята на творческия колектив, ролята на школата в науката.

Терминът „школа“ (буквално „отдох от труда“) е от гръцки произход. В древна Гърция така са наричали беседата на мислителите с техните ученици и последователи на свободни теми.

В древен Рим този термин се употребява вече за означаване на учебно заведение. Древногръцкият произход на термина „школа“ се проявява и в използването му за означаване на известно направление, главно в някаква теоретическа област.³

В съвременната употреба на термина „школа“ в науката доминира гръцкото значение, т. е. *направление*. Първото условие, за да има школа, е да има централна, влияеща с определено научно постижение личност. Второто условие е да има група учени, чиято дейност е насочвана и стимулирана от тази личност. При всекидневната употреба на термина „научна школа“ се приема и трето условие — да има личен контакт между създателя на школата и групата учени. Ако отпадне това трето изискване, тогава всяко научно направление е школа. Ако то се приеме, тогава школата е само отговарящ на първите две условия научен колектив. Струва ми се, че за да се разграничи научната школа от направлението в науката, от една страна, и от всеки научен колектив — от друга, трябва да се приемат и трите условия. Ако така се разглежда научната школа, то тогава в периода на създаването на квантовата механика има една школа — тази на Нилс Бор в Копенхаген. Ако въпросът се отнесе до създаването на съвременната физика, друга такава школа е тази на Ръдърфорд в Англия.

При така приетото разглеждане на термина „школа“ Айнщайн и Планк не създават школи, макар че тяхното влияние върху развитието на съвременната физика е огромно. Те създават направление в науката.

² А. П о л и к а р о в. Методология на научното познание. С., 1973, с. 72.

³ Педагогический словарь, т. II, М., 1960.

Ако спрем вниманието си върху школата на Бор от гледна точка на организиране връзките между учените в периода на създаването на квантовата механика, то в тази дейност се оказва, че най-голямо влияние има личността на самия Бор. Защото школата предполага влиянието на учения, създал тази школа, ноне се изчерпва с него. Школата изисква и организирането на усилията на научните работници, членове на тази школа. И в тази дейност личните качества на ръководителя стават особено важни. Тъкмо поради това школи като тази на Бор са изключение, защото трябва да се съчетават качества на голям учен с желание да се организират усилията на другите учени.

Гениалните хора, създали нови теории в науката, като правило са „самотници“. Те са „самотници“ в науката, защото са се добрали до нещо ново и твърде различно от постигнатото до този момент, т. е. направили са откритие. Но веднъж стигнали дотам, у тях съществува естествен стремеж към „преодоляване“ на самотата, т. е. стремеж към разпространяване на техните възгледи. Погледнато в исторически план, те не винаги осъществяват това „преодоляване на самотата“, защото често пъти науката не е още подготвена да възприема идеите им. Днес това не е съществено затруднение. Организирането на усилията на други научни работници обаче е трудност, която малцина големи учени преодоляват.

И трето качество трябва да притежава ръководителят на научната школа — да не сковава с авторитета си усилията на другите, да е готов критически да преразгледа собствените си възгледи. Известна и поучителна е историята със самия Бор, но не като ръководител на Копенхагенската школа, а като „ученик“ на Дж. Дж. Томсън.

Като млад учен Бор заминава от родната му Дания в Англия, в Кембридж при един от най-големите учени в началото на века Дж. Дж. Томсън. Дж. Дж. Томсън е третият от ръководителите на прочутата Кавендишка лаборатория след Максвел и лорд Релей. Като учен авторитетът на Томсън е безспорен — той открива електрона и създава един от първите модели на атома. Като учител също се смята, че е бил изключителен — пет от неговите ученици стават лауреати на Нобелови награди. Но Томсън не открива Бор. Нещо повече, историците говорят, че той не прочита работата, която Бор му е донесъл. Може би защото още в самото начало Бор направил критични бележки на работите на Томсън . . . Така или иначе Бор бездействува, докато отива в Манчестер, където по това време работи Ръдърфорд. Ръдърфорд е бил пръв докторант на Дж. Дж. Томсън в 1895 г. Има значение може би това, че Бор отива при Томсън петнадесет години по-късно.

По това време Ръдърфорд създава модел на атома. Преди него модели на атома предлагат Дж. Дж. Томсън и Лепард. И двата модела не могат да обяснят отклоняването на алфа-частиците, явление, открито от Ръдърфорд. Ръдърфорд създава своя модел през декември 1910 и януари 1911 г. През март същата година той докладва своя модел пред Манчестерското литературно-философско общество, а през май излиза статия по същия въпрос. На първия Солвеев конгрес в края на 1911 г. Ръдърфорд се среща с Айнщайн, Планк, Лоренц, Ланжвен, Мария Кюри, Перен и никой не споменава за модела на атома, който той е предложил. По това време Бор работи върху модела на Томсън. През март 1912 г. Бор отива в Манчестер. През март 1913 г. в писмо до Ръдърфорд той съобщава резултата от своята работа — нов модел на атома: моделът на Ръдърфорд, но с приложен към него принцип на квантуването. Когато през юли 1913 г. излиза първата част от статията на Бор по този въп-

рос, всички учени откликват. С други думи, атомният модел на Ръдърфорд става известен и се прие от света тогава, когато Бор го прие и приложи към него квантовата теория. Но това стана възможно едва когато Ръдърфорд „прие“ Бор.

Струва ми се, че поведението на Томсън е „по-типично“. Просто защото големият учен трудно приема възгледи, различни от неговите. Такова възприемане е дарба, която единници притежават. Притежавали са я Ръдърфорд, Нилс Бор.

Школата на Н. Бор в Дания има най-голям дял в създаването на квантовата механика. Ученици на Бор са били: Хайзенберг, Паули, Дирак, Ландау, Пайерлс, Клайн, Крамерс, Вайскопф. Още с откриването на института на Бор в Копенхаген той започва да кани учени от различни страни: Джеймс Франк, Лиза Майтнер, Ханс Крамерс, Оскар Клайн. Непрекъснато в Копенхаген са идвали гости от Кембридж, от института на Ръдърфорд. В историята на физиката няма подобно явление: организиране връзки между учени за съвместно обсъждане. Ландау отбелязва с думите на самия Бор, че скретът, който му е позволил да събере около себе си творческата теоретична младеж, е, че не се е страхувал да се покаже глупав.⁴ И още една особеност на школата на Бор — внушаваното от самия ръководител убеждение, че нищо не е окончателно. Това убеждение на Бор е стимулирало всеки дръзък опит за ново виждане на физическия свят. Но всеки, който е работил в тази школа, е трябвало да защити или да развие своите възгледи в борба със самия Бор. Дълги часове „борба“ на Бор с Шрьодингер, продължителни обсъждания между Бор и Хайзенберг предхождат създаването на квантовата механика. След разговорите с Бор Хайзенберг се осамотява, за да продължи работата си по построяването на квантовата механика. Интересно е, че когато наново се събират с Бор, се установява, че двамата са вървели по един и същ път: Хайзенберг предлага принципа за неопределеност, а Бор — съотношението за допълнителност, което е всъщност обобщение на принципа за неопределеност.

След създаването на квантовата механика няма нови открития в школата на Бор, макар че там се квалифицират най-големите физици на нашето време. Тук трябва да се направят няколко уговорки.

Изобщо след квантовата механика не е създадена друга фундаментална теория във физиката. Но смятам, че по принцип дори да би се създала, тя не би се създала в Копенхаген, в школата на Бор тъкмо поради силното влияние на създадената вече квантова механика. Инерцията на мисълта е факт, и то факт с голяма сила. Тук личността на Бор няма съществено значение. Може да се предположи, че ако би се появила нова теория, той би я поздравил.

И изглежда в този смисъл трябва да се прави разлика между *условия за квалифициране* и *условия за откритие*. Немският учен Кребс в широко известната си статия⁵ защитава идеята, че „лауреати на Нобелова награда се създават при лауреати на Нобелова награда“. Разбира се, конкретна рецепта за създаване на учени-творци няма. Обаче оспорвам твърдението, че откриватели се създават предимно при „лауреати на Нобелова награда“ по следните допълнителни съображения — при големия учен, направил *вече* откритие, проблемите в принципни линии са решени. Създадена е школа около него, но тя е

⁴ И. Е. Тамм. Нилс Борн современная физика. — В: Развитие современной физики М., 1964, с. 10.

⁵ Н. А. Кребс. Der Werdegang eines Wissenschaftlers. — Naturwissenschaftliche Rundschau, 21, 231 (1968).

преди всичко условие за квалификация, за постигане на мащабност във възгледите върху даден етап от развитието на науката, което е необходимо, но не е достатъчно условие за научно откритие. Открития се създават, когато *има проблеми*, които някой е поставил, и когато има риск. Колективът на риска е колектив, в който се създава напрежение, раждащо откритието. Рискът в този смисъл е риск да се опиташ срещу инерцията на съществуващото в науката, защото всяко „ново“ е отрицание в някаква степен на съществуващото. На това твърдение може да се възрази, че Бор създаде атомния модел при Ръдърфорд, а в школата на Бор бе създадена квантовата механика, т.е. тези две школи не са школи за квалификация, а школи за откриване на новото.

Не трябва да се забравя, че до Бор Ръдърфорд не беше създал *атомен модел в зърнашен вид*. Многобройните му открития обединяваха в различен период различни хора около него. Той прие идеята на Бор и атомният модел принадлежи на двамата.

А що се отнася до създаването на квантовата механика, то Бор беше един от авторите ѝ в смисъл, че тя се роди като резултат от активната съвместна работа на Хайзенберг с Бор. Съотношението на допълнителност на Бор е тясно свързано с принципа за неопределеност и теоретически, и по време, в което двата принципа са формулирани.

На пръв поглед като че ли се получава противоречие; от една страна, се прие, че, за да има школа, трябва да има учен, централна, влияеща с определено научно постижение личност. От друга страна, твърди се, че ако вече нещо съществено е постигнато, то школата се превръща не в школа за търсене на новото, а в школа за разпространяване на това ново, т.е. в школа за квалификация.

Изглежда, че факторът, който влияе върху това — в една школа да се догматизира постигнатото, а в друга постигнатото да е част от по-обща проблема, която трябва да се решава в бъдеще, е *стилът на мислене* в дадена школа. Под стил на мислене се разбират общите идеи, които се предпоставят при научното дирене. В изграждане на този стил на мислене, разбира се, доминираща роля имат възгледите на ръководителя на определена школа.

Следователно в заключение може да се каже, че школата е научен колектив, в който има централна, влияеща с определено научно постижение, личност и който се обединява или от обща проблематика, или проблематиката може да е различна, *но общ е стилът на мислене в тази школа*.

Днес, в епохата на научно-техническата революция обществото не може да съществува без развитието на науката. То е заинтересовано от това развитие. Оттук и организирането на усилията на учените става обществен въпрос. Затова проблемата за най-рационалната организация на науката е съществена както в теоретически, така и в практически аспект.

Благоприятните обществени условия „създават“ талантите в науката. Ако погледнем в широк исторически план, то можем да предположим, че броят на реализираните се таланти ще се увеличава заедно със създаването на все по-добри условия за развитие на науката.

За да се отговори на въпроса, поставен в началото на този раздел, а именно кои от формите на контакти между учените, съществували в периода на създаването на квантовата механика, са „повторими“, трябва да се формулират „условията“, на които трябва да отговарят тези форми на връзки между учени. Преди всичко — тези форми на връзки трябва да могат да се прилагат при днешното развитие на науката, когато в научна дейност се въвличат огромен

брой хора и, второ — да могат да бъдат *организирани*. Една от характерните черти на съвременното научно творчество е „съзнателното възприемане на принципа за организираността на творческия процес в науката“⁶.

В този аспект най-голямо внимание заслужават усилията на П. Еренфест и В. Паули. И Паули, и Еренфест не създават „школи“ в приетия тук смисъл. Но те имат голяма заслуга в организирането на връзките между учените тъкмо в периода на създаване на квантовата механика.

И ако усилията на Бор и естествено успехите му в организирането на връзките между учените са се превърнали в легенда, то на тази страна на дейността на Еренфест и Паули не е обърнато внимание. Паули установява връзка между физиците сам, като пътува непрекъснато. Освен че е автор на блестящи открития, Паули е притежавал изключително остър, критичен ум и, пътувайки, не само е обсъждал собствените си идеи, но критически е анализирал тези на другите. Неговата жизненост не е оставяла в покой физиците от Швейцария, Германия, Холандия, Дания и Англия. Еренфест е ръководител на катедрата по теоретическа физика в Лайденския университет. Той също е блестящ пример като организатор в науката на връзките между учените. Критичният талант сближава Паули с Еренфест. За Еренфест Айнщайн пише: „... у него критическите способности изпреварват конструктивните...“⁷ Изглежда тъкмо критическата способност на Паули и Еренфест е било това, което е карало физиците да се съветват с тях. *Критиката като обединяваща учените сила!* Но тя предполага сила в науката, защото силният иска критика, която може да преодолее. За критичността на Паули Хайзенберг пише: „... дори сега не минава ден, без да почувствувам колко ми е необходима неговата строга критика, която толкова ми помагаше в течение на целия мой живот във физиката.“⁸

Оттук започва разликата между тях. Тя е в това, че Паули е в „първите редици“ на създателите на квантовата механика. Нему принадлежи откриването на „принципа за забрана“, нему принадлежи и предсказването на неутриното. И двете му открития имат фундаментално значение за развитието на съвременната квантова механика. Еренфест е във „вторите редици“. Макар че неговите работи са били високо ценени и от Лоренц, и от Бор, и от Айнщайн, макар че въз основа на някои от тях Н. Бор формулира прочутия принцип за съответствието, той не се нарежда сред създателите на съвременната физика. И това той ясно е съзнавал и може би това е една от причините за трагичния му край.

Значението на Еренфест за създаването на съвременната физика е в друго: *в изграждането на определени човешки отношения между творците във физиката*.

За да се очертаят качествата на Еренфест като организатор между учените, ще разгледам дискусията около идеята за „спина“, която е интересна за бъдещото развитие на физиката и за създаването на самата квантова механика. Тъкмо защото дискусията около „спина“ е от значение за по-сетнешното развитие на физиката, съществуват основания да изпъкнат качествата на Еренфест като организатор, физик и човек на базата на една почти загубена дискусия (погледнато в исторически план). Струва ми се, че от гледна точка на психологията на научното творчество изследването на погрешните идеи в науката

⁶ Г. М. Добров. Наука за науката. С., 1969, с. 172.

⁷ П. Еренфест. Относителност. Кванты. Статистика. М., 1972, с. 234.

⁸ В. Гейзенберг. Теория, критика и философия. УФН, т. 102, в. 2, октябър 1970, с. 311.

е особено съществено. Погрешните идеи са интересни, защото изваждат най-вече *стимулите* на изследване, т. е. стила на мислене, по-дълбоките фундаментални идеи, които ръководят учените в защитата дори на една погрешна теза.

Паул Еренфест е роден във Виена. Като ученик на Болцман у него остава големият стремеж към разкриването на физическия смисъл на изследваните и описвани явления. Тази негова способност оценява и Айнщайн. В писмо до Еренфест той пише: „Вие принадлежите към тази най-малка част от теоретиките, които не са загубили разсъдъка си от епидемията на математизирането.“⁹

С жена си (руската математичка Татяна Афанасиева) заминава за Русия, където прекарва от 1907 до 1912 г. В Русия Еренфест организира една от първите школи по теоретична физика, като събира около себе си млади учени, с които дискутира проблемите на съвременната физика. Според В. Я. Френкел Еренфест е оказал влияние върху А. Ф. Йофе, Д. С. Рождественски, В. Ф. Миткевич, Л. Д. Исаков, К. К. Баумгард, А. А. Фридман. Връзките си с руските, а след Октомврийската революция — със съветските физици, Еренфест не прекратява до края на живота си. През май 1912 г. той получава писмо от Лоренц, с което той го кани да заеме неговата катедра в Лайден. Лоренц не е познавал Еренфест лично, но, решил да се оттегли от ръководството на катедрата, се спира на него след прочитането на една негова статия. През септември 1912 г. Еренфест е избран за професор в Лайден, където остава до края на живота си. Това, което най-напред констатира Еренфест, пристигнал в Холандия, е липсата на контакти между физиците. Той споделя това си впечатление с Йофе в писмо от 4 ноември 1912 г. След кръжока в Русия той организира кръжок в Холандия. Привлича в своя „семинар по теоретическа физика“ Лоренц, Зеeman, Камерлинг-Онес, П. Дебай, Бюргерс, Гр. Брайт. Поддържа непрекъсната връзка с Айнщайн и Бор. След 1912 г. преписката между Айнщайн и Еренфест има системен характер. Айнщайн идва в Лайден за първи път през октомври 1919 г., където го очакват освен Еренфест Лоренц, де Ситер, де Гааз, Фокер, Бюргерс, Зеeman. Традиция става в стаята за гости в дома на Еренфест да се разписват всички преди заминаването си. Там се четат имената на Айнщайн, Бор, Планк, Борн, Хайзенберг, Паули, Дирак, Шрьодингер, Ферми, Дебай и много други. От съветските учени личат подписите на А. Йофе, П. С. Александров, П. Л. Капица, И. Е. Там, А. Н. Фрумкин, А. И. Шалников.

Първата среща с Бор става в 1919 г. на защитата на докторската дисертация на ученика на Еренфест — Крамерс. Еренфест изнася доклад в Копенхаген. На третия Солвеев конгрес през 1921 г. в Брюксел Еренфест излага съображенията на Бор, който е болен. Тези съображения на Бор са по повод на принципа на съответствието, заслуга за чиято формулиране има самия Еренфест. Еренфест докладва пред Лоренц, Ръдърфорд, М. Кюри, Перен, Ланжвен, Камерлинг-Онес, Зеeman и др. През 1961 г. Бор изтъква, че в споменатото изложение Еренфест дава аргументация на принципа за съответствието, демонстрира критичен подход, отразил и състоянието на идеите, и усещането за приближаване на решаващ успех (има се пред вид създаването на квантовата механика).

Еренфест въвлича Айнщайн в кръга от проблеми около принципа на съответствието и квантовата механика. Той организира дискусиите между Бор и Айнщайн относно интерпретацията на квантовата механика.

⁹ Цит. по П. Еренфест. Относителностъ. Кванты. Статистика. М., 1972, с. 318.

В собствените си работи най-голямо внимание Еренфест отделя на адиабатическия принцип, анализиран от Бор във връзка с принципа на съответствието. Интересна от гледна точка на идейните влияния е тясната връзка между идеите на Болцман, или по-точно, статистическият му подход и трактовката, която се дава на много проблеми в съвременната физика. В началото на века със своя статистически подход Болцман е самотник. Днес този подход е основен. Нишката между Болцман и Бор минава през работите на Еренфест.

Еренфест не оценява високо собствените си работи. В писмо до Йофе той пише: „За разлика от тебе, Ритц, Айнщайн и дори Дебай, аз нямам главни и солидни идейни направления, нямам „собствена проблема, а така само „забавни задачи“¹⁰.

Историците на науката смятат, че Еренфест е бил несправедлив към себе си, защото тъкмо през този период той завършвал едно от най-забележителните си изследвания, довело до построяването на теорията на адиабатическите инварианти в квантовата физика.

И все пак значението на Еренфест трябва действително да се търси в друга насока. За това пише Айнщайн по повод смъртта на Еренфест: „Неговото величие се заключаваше в извънредно добре развитата способност да улавя самото същество на теоретическите понятия и дотолкова да освобождава теорията от нейното математическо облекло, че лежащата в нейната основа проста идея да се появи с цялата си яснота. Тази способност му позволяваше да бъде *безподобен учител*“¹¹ (Курс. мой — И. А.)

Стилът на работата на Еренфест като „учител“ най-добре се проявява във вече споменатите дискусии около „спина“ на електрона.

Проблемата за спина на електрона е интересна от няколко гледни точки. Първо — в дискусиите около него се очертават два начина на мислене, които по-късно се дооформят в дискусиите между Айнщайн и Бор относно тълкуването на квантовата механика. Второ, тези дискусии са интересни от гледна точка на организирането на научна дискусия изобщо. На последно място, проблемата за спина на електрона е съществена за самото оформяне на съвременната квантова механика. Ако това поставяме на последно място, то е, защото в настоящата работа главното внимание е насочено към организиране на връзките между учените при създаването на квантовата механика, а не към теоретическите проблеми.

Дискусиите около спина най-цялостно са изложени в сборника „Теоретическая физика 20 века“ (М., 1962). Статии по този въпрос има от Р. Крониг, чиито възгледи са тясно свързани с тезата за спин на електрона. Той е един от участниците в дискусиите. За същото пише и Паули в своята Нобелова реч. Има обширни забележки и на Хайзенберг по същата проблема. Тук ще се следва историята на въпроса, изложена от Ван дер Варден в неговата статия „Принципът на забраната и спина“. Ван дер Варден възпроизвежда стъпка по стъпка хода на мислите на теоретиките с такава точност, каквато позволяват техните публикувани работи. Това е необходимо, за да се стигне според Ван дер Варден пълно разбиране на историята на физическата теория.

Идеята за електрона, въртящ се около своята ос, пръв предложил А. Комптон в 1921 г. Обаче неговата работа не е оказала влияние върху по-нататъшния ход на събитията. Причината Ван дер Варден вижда в това, че Комптон не

¹⁰ А. Йоффе. Научная переписка, Л., 1973, с. 120. Писмото е от 20. 11. 1913 г.

¹¹ П. Еренфест. Относителност. Кванты. Статистика. М., 1972, с. 234.

се е опитал да приложи своята идея за обясняване на аномалния ефект на Зеemann.

През януари 1925 г. 20-годишният американски физик Р. Крониг пристигнал в Тюбинген, за да се срещне с Ланде и Бак. Ланде показал на Крониг писмо, получено от Паули, в което се разяснявал принципът за забрана. В писмото Паули предлагал да се характеризира състоянието на електрона с четири квантови числа. Крониг веднага видял към какво води тази хипотеза. Той предположил, че електронът се върти около собствената си ос.

На 8 януари Крониг срещнал Паули в Тюбинген и му разказал за своите идеи и пресмятания. Паули отговорил, че това е много остроумна идея, но бил настроен скептично. Навярно идеята за въртящия се електрон изглеждала на Паули твърде класическа, дори примитивна. Според него квантовото число е „двузначност“, неподдаваща се на класическо описание.

Трябва да се подчертае, че това отношение на Паули към Крониг не е било продиктувано от високомерие. Изглежда, Паули е оценил Крониг, защото две години по-късно той го поканил за свой асистент в Цюрих и те работят заедно. Нещо повече. Разказват, че в писмото, с което го поканил за асистент, Паули определил най-важната задача, която ще стои пред неговия асистент. Тази задача е Крониг да му противоречи всеки път, когато Паули каже нещо. При това обаче Крониг, т. е. асистентът, трябва да се обосновава внимателно.

В случая със спина Паули отхвърля идеята на Крониг главно поради „философията“, а именно „връщането“ към класическите представи.

Още на другия ден след срещата си с Паули Крониг се отправил в Копенхаген, където обсъдил същата проблема с Хайзенберг, Крамерс и други. Идеята за въртящия се електрон и в Копенхаген, и в института на Бор не срещнала поддръжка. Потиснат от отрицателната реакция на прославените физици, Крониг *не публикувал своята теория*.

През октомври 1925 г. в „Naturwissenschaften“ излиза знаменитото писмо на Уленберг и Гаудсмит, представено от Еренфест. Те стигат независимо от Крониг, без да знаят за неговите идеи, до същите изводи. „Ние с Гаудсмит, отбелязва Уленберг, чувствахме, че е по-добре да се въздържим от каквато и да е публикация, но когато казахме за своето намерение на Еренфест, той отговори: „Аз вече отдавна изпратих вашето писмо за печат, вие и двамата сте достатъчно млади, за да си позволите да направите глупост!“¹²

И още един факт: в писмо до Крониг вече през 1926 г., когато дискусиата се разгаря, Бор между другото отбелязва, че Хайзенберг му казал, че сам слушал това от някого година по-рано, но за съжаление не може да си спомни от кого. Този „някой“ е бил Крониг. Хайзенберг забравил с кого разговарял. Бор с проявената от него и в редица други случаи изключителна научна и човешка честност иска да възстанови точната истина, да даде на Крониг полагащото му се място в обсъжданата проблема. Но какво става между ноември 1925 година и март 1926 година, откогато е писмото на Бор до Крониг?

Уленберг пише, че съществена помощ им оказал Айнщайн, бидейки по това време в Лайден. Той ги посъветвал да преминат в системата на координати, където електронът е в покой, и да разгледат как се образува кулоновото поле. Изводите след това според Уленберг станали напълно очевидни. Именно това обяснение склонило Бор към хипотезата за въртящия се електрон. В споменатото писмо до Крониг Бор пише: „Когато аз пристигнах в Лайден на тържество, посветено на Лоренц (декември 1925 г.), Айнщайн веднага, щом го ви-

¹² П. Еренфест. Цит. съч., с. 246—247.

дах, ме попита, какво мисля за въртящия се електрон. На моя въпрос за причината на взаимодействието на направлението на спина с орбиталното движение той отговори, че това взаимодействие е непосредствено следствие от теорията на относителността. Тази забележка беше пълно откровение за мен.¹³

Под влияние на оптимизма на Бор и Хайзенберг към 24 декември изменил своето мнение. (Терминът „спин“ е въведен от самия Бор в одобрителния коментар за статията на Уленберг и Гаудсмит.)

Щом ще се разглеждат човешки отношения, съществено е да се отбележи, че в разглеждания период (декември 1925 г.) Паули непримиримо държал на своето. Той посрещнал Бор на Хамбургската гара, когато Бор пътувал от Копенхаген в Лайден, и строго го предупредил да се „пази“ от хипотезата за спина. След връщането на Бор от Лайден Паули го посрещнал в Берлин и изразил с резки думи разочарованието си по повод на неговото отстъпничество, като изказал съжаление от факта, че във физиката възниква нова „ерес“.

Енергията на двама души прави обсъждането на спина научен спор. Те са Еренфест и Паули. Докато през ноември копенхагенските физици не обръщат внимание на тази проблема, вече през декември Еренфест ангажира Лоренц, Айнщайн, Бор. А Паули ги разубеждава по гарите на Европа, защото този неспокоен дух също „организира“ връзката между учени по присъщ именно само на него начин — като пътува непрекъснато и обсъжда възникналите проблеми.¹⁴

След като приема идеята за спина през пролетта на 1926 г., Паули предлага на Я. И Френкел да развие последователно релятивистка теория за въртящия се електрон. Френкел прави това и през август 1926 г. докладва своите резултати в „клуба на Капица“ в Кембридж. На обсъждането присъства и Еренфест.

Отношението на Паули към нагледната картина за въртящия се електрон в тези преломни години ярко се разкрива от следващата забележка, съдържаща се в неговата статия, посветена на 70-годишнината на Н. Бор: „След кратък период на идейни разногласия, предизвикани от временните ограничения на „нагледността“, беше постигнато общо съгласие за замяна на конкретните образи от абстрактни математически символи. По-точно, конкретният образ на въртене в тримерното пространство беше заменен с математически характеристики на представяне на групи на въртене.“

„Ние виждаме, отбелязва Ван дер Варден, че съмненията на Паули, Хайзенберг и Крониг в много отношения се потвърдиха. Лоренц също имаше сериозни съмнения, които в онова време бяха напълно обосновани. Според мен няма основания да се упрекват Паули и Хайзенберг за това, че те не са заставили Крониг да публикува своята хипотеза.“¹⁵

Може да се приеме, че съвременната физика се е отдалечила от идеята на Уленберг и Гаудсмит. Обаче забележката на Ван дер Варден в края на неговата статия не може да се приеме затова, че Паули и Хайзенберг са били прави, когато не са заставили Крониг да публикува своята хипотеза. А Еренфест не само заставя Уленберг и Гаудсмит да публикуват работата, а поема риска и сам, без тях я изпраща за публикуване. Независимо от това, кой би се оказал

¹³ Пак там, с. 243.

¹⁴ На тази особено важна страна в дейността на Паули ми обърна внимание проф. А. Поликаров.

¹⁵ Теоретическая физика 20 века — В. дер Варден. Принцип запрета и спин. М., 1962, с. 249 и 250.

прав, Еренфест постигнал най-важното за развитието на науката — *научна дискусия*, в която са ангажирани най-добрите представители на физиката по това време. В хода на тази дискусия се поставят въпроси, надхвърлящи значението на въпроса за спина: дискутира се отношението между класическите представи, математическият формализъм и физическият смисъл на този формализъм. Независимо от това, че съвременната физика не може да се върне към класическите представи, то тя не може да сире и при математическия формализъм. Математическият формализъм е коректния език на науката, но с него физиката не се изчерпва. Ако просто се спре дотук и това спиране се издигне в ранг на общо изискване, това означава превръщане на „днешния“ ден на науката в закономерност, което в края на краищата е израз на субективизъм. В този смисъл дискусията, предизвикана от намесата на Еренфест, се превръща в дискусия за смисъла на съвременната физика. Не случайно в следващите години Еренфест играе и ролята на „посредник“ между Бор и Айнщайн в техния спор относно тълкуването на квантовата механика.

От друга страна, защитата на една идея винаги е свързана с преувеличаване на значението на тази идея сред другите. Така защитата на една идея води до разкриване на границите на нейната приложимост. Организирайки дискусията около хипотезата за спина, Еренфест помогна да се покажат всички „подводни камъни“ на едно прибързано заключение. Косвено негова заслуга е разкриването невъзможността физиката да върви по старите пътища.

От гледна точка на организиране връзките между учените „типът“ Еренфест е най-благоприятен за съвременен ръководител на школа — тип организатор, но не административен, а организатор на търсенията, достатъчно навлязъл в съвременната наука, за да бъде критичен, и сам ненаправил някакво изключително откритие — за да сковава чрез авторитета си усилията на другите. И още нещо — да поема *риска* на разпространяване на новото. Колективът на риска е колективът на съвременната наука. Не случайно и Еренфест, и Борн веднага изпращат за печат работите на своите млади сътрудници. Поемат риска. Но и продължават по-нататък — Борн като обосновава идеите на Хайзенберг, а Еренфест като организира дискусия, в която привлича най-добрите физици на своето време.

Еренфест заема скромно място в историята на създаване на квантовата механика. Но неговото място в изграждане на нови човешки отношения в науката може да е образец. Към тази негова дейност не може да се проявява безразличие, защото по своя характер тя не е безразлична нито на човешката природа, нито на науката.