

ВЕРНЕР ХАЙЗЕНБЕРГ (1901-1976)

Иван Тодоров*

1. МЕЖДУ ДВЕТЕ ВОЙНИ



По време на Симпозиума по съвременна физика в Триест, през юни 1968 г., колега от Израел демонстративно напусна залата, когато Хайзенберг започваше своята лекция – в знак на протест, че говори човек, който е сътрудничел с нацистите. Самуел Гудсмит, научен ръководител на мисията “Алсос”¹, също проявява лични чувства и представя Хайзенберг в твърде неблагоприятна светлина (в книгата “Alsos” от 1947 г.). Страстите не утихват и до днес: пиесата “Копенхаген” на М. Frauen (1998 г.)² (в която се разиграват различни варианти на срещата между Хайзенберг и Бор в окупирания от немците Копенхаген през септември 1941 г.) предизвиква остра дискусия на

* академик, ИЯИЯЕ, БАН

страниците на Physics Today (лято 2000 г.) между още живите свидетели на епохата.

Въпросът за поведението на Хайзенберг в хитлерова Германия ни води към по-общата тема за учения при диктатура, тема, която засяга и нас. Това мотивира и моя избор на какво да се спра в тази статия, посветена на 100-годишнината от рождението му. От многостранното творчество на Хайзенберг (започнало с докторска работа по турбулентност, през квантовата механика, теорията на феромагнетизма, теория на ядрото, до квантовата теория на полето) аз ще се спра само на неговата основополагаща работа от 1925 г. (матричната формулировка на квантовата механика). В замяна на това ще разкажа накратко за два периода от живота му – младежките години и началото на хитлеровото господство в Германия, до Втората световна война – които най-често се премълчават, а ако се споменават, то пристрастно.

1.1. ВОДАЧ НА МЛАДЕЖКА ГРУПА

Вернер е амбициозен син на амбициозни родители. (Баща му, професор по византология в Мюнхен, дава на сина си, гимназист, проявил интерес към теория на числата, написания на латински труд на Кронекер.) Ученик през войната, той участва в младежко дружество за военна подготовка. През пролетта на 1919 г., когато немските последователи на Ленин установяват в Мюнхен болшевишка съветска република и “военна диктатура на пролетариата”, Вернер е на страната на силите (подкрепени от военния министър-социалист в Берлин), които помагат тя да бъде разгромена. Неговият биограф [1], макар че не крие пороците на съветския режим, който се опира единствено на добре платена армия и доразрушава изтощената от войната баварска икономика, пише с оттенък на осъждане за позицията на Хайзенберг (която съвпадала с хитлеровата).

След войната Вернер е активен участник в баварското младежко движение: той е водач (“фюрер”) на група “намиращи пътя” момчета (“Pfadfinder”, създадения в началото на века немски вариант на Boy Scouts). Половин век по-късно Хайзенберг започва своите спомени [2] именно с тези свои преживявания. По време на хаоса в загубилата войната Германия образовани младежи от добри семейства търсят опора в романтичните идеали на миналото – в хармония с природа, музика и философия, далеч от нечистоплътния свят на политиката и големите пари. Трябва ли да ги съдим, както правят редица автори,

които пишат за тези събития след разгрома на хитлерова Германия [3], че, избирайки елитарната аполитичност, те оставят вакуум, запълнен от други - с политически екстремизъм и диктаторска демагогия?

През есента на 1920 г. ненавършилият още 19 години Хайзенберг постъпва в Университета в Мюнхен – и оправдава очакванията за блестяща кариера на (избран!) водач на група. Даже първият външен неуспех работи в негова полза: Вернер иска да учи чиста математика, но старият Линдеман (прочут с доказателството за трансцендентност на π) го отправя (всеки път, когато студентът се опитвал да каже нещо, пуделът на полуглухия професор почвал да лае ... виж [1] с. 99). Така Хайзенберг постъпва при Арнолд Зомерфелд – учителя на най-много нобелови лауреати в историята – който го включва от самото начало в своята изследователска програма за разбиране на строежа на атома и на атомните спектри. Когато Зомерфелд заминава за една година (1922-23) за Америка, той урежда Хайзенберг да замине за Гьотинген. Там още през юни 1922 г. мюнхенският второкурсник се запознава с Нилс Бор, който гостува в малкия университетски град с цикъл от 7 лекции. Така 20-годишният младеж става свой в трите водещи световни центъра по теоретична атомна физика по онова време: Мюнхен, Гьотинген и Копенхаген (института на Бор). Хайзенберг работи със стръв. През същото лято (1922 г.), преди заминаването на Зомерфелд, те завършват първите си две съвместни статии. По правило, което ще се повтаря години наред, след всепоглъщаща напрегната работа, Вернер се откъсва напълно от физиката и тръгва с другарите си в едномесечен туристически поход в Южен Тирол (присъединен след поражението на Германия към Италия). Наред с почивката момчетата изпълняват патриотична мисия: да покажат на откъснатите от страната си немско говорещи (в случая австрийци), че те не са забравени.

1.2. СЪЗДАВАНЕ НА КВАНТОВАТА МЕХАНИКА

Звездният час на Хайзенберг е лятото на 1925 г.: ако възникването на съвременната квантова механика може да се свърже с определена дата, тя е 25 юли 1925 г., когато Макс Борн предава ръкописа на своя 23-годишен студент за публикуване в *Zeitschrift für Physik* [4]. Историята на първите стъпки на квантовата теория е разказана както от нейните създатели [5, 6], така и от по-късни изследователи (виж например [7, 8]). Гледната точка на увлечен от

физиката френски математик [9] разкрива същината на постижението на Хайзенберг с малко думи и сравнително прости средства.

Най-важната предпоставка за развитието на атомната физика е откритието от втората половина на 19 век, че спектрите на излъчване на простите вещества могат да им служат като визитни картички (Плюкер, 1858 г.) – те напълно ги характеризират. Доказателството идва в знаменита по простотата на използваните в нея средства и значимостта на получените резултати работа на Бунзен и Кирхоф (1860 г.), в която те нагряват различни метали и соли с помощта на Бунзенова горелка - без смущаващ спектралните наблюдения пламък (виж [8] §9 в, сс. 166-170).

Ридберг (1890 г.) намира закон, който Ритц (1908 г.) обобщава: честотите ν на различните серии от спектрални линии са разлики от стойности, индексирани с цяло число

$$\nu_{nm} = \nu_n - \nu_m, \quad m, n = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Най-прост е примерът с формулата на Балмер за спектъра на водорода, $\nu_n = R/n^2$; сам Балмер пише (1) (1885 г.) за обратните величини, дължините на вълните $\lambda_n = (1/2)\pi\nu_n$ и неговата формула изглежда посложна. Елементарният закон (1) крие в себе си бъдещата революция във физиката: забележително е, че сумата на две наблюдаеми честоти ν_{nm} и ν_{lk} е наблюдаема само ако $m = l$, така че $\nu_{nm} + \nu_{mk} = \nu_{nk}$. В класичната физика всеки две честоти (на един трептящ източник, атом) могат да се събират – те образуват *абелева група*; така кратните (хармоничните) на честотата на звуков тон звучат като обертонове. При наблюдаваните спектрални линии на атомите това не е така; тук може да става дума само за по-общ обект, *группоид*.

Основавайки се на формулата на Балмер (и на предходна работа на австралийския физик Артър Хаас от 1910 г. - виж [8] с. 197-198), Бор предлага през 1913 г. своя модел на атома. Атомът на водорода се състои от положително натоварено ядро и един (отрицателен) електрон, който може да се върти около ядрото само по дискретни *стационарни орбити*. Атомът има *състояние с най-малка енергия (основно състояние)*, в което въртящият се електрон не излъчва (смела хипотеза, която противоречи на класическата теория на Максвел и Лоренц). Радиусът на тази стабилна орбита се изразява чрез константата на Планк h , масата m и товара е на електрона по формулата на Хаас: $a = h^2/me^2$. Постулатът, че орбиталният ъглов

момент е кратен на $\hbar$, $L = n\hbar$, води до извода, че n -тата орбита има радиус $n^2 a$. От тук и от класичния израз за кулоновия потенциал Бор извежда формулата за n -тото ниво на енергия на водородния атом:

$$E_n = -e^4 m / 2n^2 \hbar^2 (= \alpha^2 / 2n^2 \cdot mc^2, \alpha = e^2 / \hbar c \approx 1/137). \quad (2)$$

Опитите за обяснение на дискретността на електронните орбити и на стабилността на основното състояние на атома в рамките на съществуващата тогава физика са безнадеждни. Изходът, който предлага Бор, е прост като колумбовото яйце: това, което виждаме, но не можем да обясним – постулираме. Класичната механика участва в теорията само чрез “принципа на съответствие” – проявяващ се когато действието е достатъчно голямо, за да може да се пренебрегне съществуването на отделни неделими кванти. Искане за изкуство (музикалността на Бор – както ще каже Айнщайн) за прилагане на този принцип, за ходене по ръба на противоречието между квантовите постулати и класичната физика. В публикуваната посмъртно реч пред Академията за изящни изкуства [10] Хайзенберг говори за изгубеното чувство за хармония в науката през този период. Пайс резюмира реакциите спрямо теорията на Бор през 12-те години между нейното публикуване и създаването на квантовата механика ([8] гл. 10) с думите на Дикенс: “Това беше време на вяра, това беше време на съмнение”.

Решението, предложено от Хайзенберг (по време на възстановяването му от сenna треска на остров Хелголанд в Северно море в края на май 1925 г.), започва с промяна на въпроса, на който физиците се мъчат да отговорят. Той заявява от самото начало, че ще строи теория, която използва само наблюдаеми (поне по принцип) величини. Траекторията на електрона в дадено стационарно състояние на атома не е между тях. Това, което атомната спектроскопия ни дава, са преходите между две стационарни състояния. Не само честотите, но и всички физически наблюдаеми в атома се определят не от едно, а от две нива на енергия; те се номерират с две цели числа m и n : x_{mn} – за координатите, p_{mn} – за импулсите. Произведението на две величини (x_{mn}) и (y_{kl}) се дава със сума: $(xy)_{mn} = \sum_l x_{ml} y_{ln}$. Хайзенберг още не знае, че такива величини са изучавани от математиците (Макс Борн, неговият професор в Гьотинген, ще му обясни по-късно, че те се наричат матрици), но той разбира най-важното: така определеното произведение, в общия случай, не е комутативно: $(xy)_{mn} \neq (yx)_{mn}$.

Фундаменталната промяна е осъзната бързо – от Борн, Йордан (и Хайзенберг) и от Дирак: класическите уравнения се запазват, но смисълът на наблюдаемите и законът за тяхното умножение са различни. Настъпва златна епоха на разцвет на атомната физика.

Интерпретацията на квантовата механика, от друга страна, се оказва костелив орех. Историята на съотношението за неопределеност на Хайзенберг от 1927 г. (по-популярно всред широката публика от самото построяване на квантовата механика), на принципа за допълнителност на Бор и неговите дискусии с Айнщайн изисква отделен разказ (виж [7, 8, 11]).

Кариерата на Хайзенберг оправдава очакванията: 25-годишен (от есента на 1927 г.) той е редовен професор (директор на Института по теоретична физика в Лайпциг). През 1933 г. му е присъдена (със задна дата) нобеловата награда по физика за 1932 г.



1.3. ПРОФЕСОР В ХИТЛЕРИСКА ГЕРМАНИЯ

*Нет, не под чуждым небосводом,
И не под защитой чуждых крыл,
Я была тогда с моим народом,
Там, где мой народ, к несчастью был.*
Анна Ахматова, 1961 г.

В края на януари 1933 г. президентът на Германия, маршал фон Хинденбург, назначава за канцлер Адолф Хитлер, председател на спечелилата най-много гласове на изборите “Национал-социалистическа работническа партия”. (Унизителният за Германия Версайски мирен договор и световната икономическа криза водят до поляризация на политическите сили в страната. Както убедително показва Е. Л. Фейнберг ([12] сс. 253-261) 14-кратното увеличение на броя на гласовете за нацистите между 1928 г. и 1932 г. е реакция, предизвикана от сталинската колективизация, която засяга и немските заселници в Русия от времето на Екатерина II.) След месец е (инсценирано?) запалването на Райхстага от холандския комунист ван дер Лубе, използвано от властите за затягане на режима³. Немските професори – и най-достойните, като секретарят на Пруската академия Макс Планк – се опитват да отделят науката от политическите борби и така да я предпазят от наместата на властите. Когато Айнщайн заявява от Америка (на 11 март 1933 г.), че той не би живял в Германия, докато там се преследват хора заради техните възгледи, неговият приятел (нобелов лауреат) Макс фон Лауе (човек с безупречна репутация и мъжествено поведение през годините на нацизма) му пише: “Когато ти правиш подобни политически изказвания, тук държат отговорна едва ли не цялата академична общност” (виж [1], гл.15, с. 302). Април 1933 г. започва с организирани прояви на антисемитизъм (дни на бойкот на еврейски магазини, провокации срещу евреи-преподаватели) и със закон, който постановява, че “държавни служители от не-арийски произход трябва да се пенсионира⁴”. Министърът на пропагандата на Третия Райх, Гьобелс, заявява, че тези действия ще продължат докато евреите в чужбина не прекратят своята анти-германска дейност. Новият закон засяга силно университетите. Лауе и Хайзенберг се опитват да запазят за Германия учени като Макс Борн, като нобеловите лауреати Фриц Хабер и Джеймс Франк, Р. Курант (сътрудника на Хилберт) и др. Планк използва и посещението си при Хитлер за тази цел. Без успех: пенсионираният Борн отлага за известно време

решението си, но след като нацисти оскърбяват по-големите му деца, останали в Гьотинген, той пише на Зомерфелд: “Човек не може да служи на страна, която го третира като гражданин от втори сорт и се отнася още по-зле към децата му.” През периода 1933-39 общо 50 професора от Гьотингенския университет са емигрирали; 32 от тях са били от естествените науки ([1] с. 600, бел. 22). (Те включват и не-евреина Херман Вайл, който, подобно на берлинския си колега Ервин Шрьодингер, напуска Германия.) Не успели да спрат отстраняването и емиграцията на своите колеги, Планк, Лауе и Хайзенберг правят усилия поне да запълнят новите ваканции с прилични хора. Тук те се сблъскват със съпротивата на физиците-нацисти, включващи двама нобелови лауреата, експериментаторите Филип Ленард и Йоханес Щарк, които разпалват страстите, стремейки се да придобият по-голямо влияние. Хайзенберг получава по това време привлекателни предложения за работа в чужбина, но той смята (и по-старият му събрат Планк подкрепя убеждението му), че трябва да се пазят огнищата на немска култура и наука. Капитанът не бива да напуска кораба по време на буря. Той пише на Борн за желанието си да работи всред “кръг от хора, които разбират, че живеем за тях и за науката, която ни е поверена”. За да е в състояние да помага – на науката и на младите хора, – немският професор трябва да запази позициите си, а това го принуждава да прави постоянни компромиси. Описано е от очевидец как 76-годишният Планк, в началото на реч (като председател на Обществото Кайзер Вилхелм) с усилие над себе си вдига ръка, за да произнесе ритуалното “Heil Hitler”.⁴ Пред всеки порядъчен немец, останал в родината си, стои трудният въпрос, къде е допустимата граница на компромиса. Лауе, който не четял лекции, избягвал хитлеристкия поздрав: когато ходел по улицата, винаги държел нещо в ръце, така че, ако трябвало да поздрави някого, да няма как да ги вдига. Хайзенберг не е можел да заобикаля механичното приветствие в началото на лекциите си, но отказва да вземе участие в широко рекламирано общо събрание на Национал-социалистическа лига на учителите, организирано от Щарк през ноември 1933 г.. Студенти нацисти готвят демонстрация срещу него в дните, когато е оповестено, че той е удостоен с нобелова награда, обаче негови млади другари от туристическите походи осуетяват акцията ... След смъртта на Хинденбург, през август 1934 г., Щарк се обръща с призив към колегите си, нобелови лауреати, да подкрепят на предстоящ плебисцит обединяването на длъжностите канцлер и президент в ръцете на

Хитлер; Хайзенберг, Лауе, Планк и Валтер Нернст отказват – аргументирайки се, че наука и политика не бива да се смесват.

За да не загинат главните центрове по теоретична физика в Германия, Хайзенберг е поканен да заеме мястото на емигрирания Макс Борн в Гьотинген, а по-късно (след като този план е осуетен) – да оглави катедрата на пенсиониращия се негов учител, Зомерфелд, в Мюнхен. За да осуети това, компанията на Ленард и Щарк, която се бори за надмощие в немските университети, пак се мобилизира за атака срещу новите направления в теоретичната физика и лично срещу Хайзенберг. Той се чувства длъжен да отговори на нападките и отделя от времето си, посветено на щастливо поглъщащата го наука, за да я защити публично. През септември 1934 г. той казва пред престижното Общество на немски учени и медици в Хановер, че революционните идеи в теоретичната физика не са игра на спекулативни умове (както твърди Щарк), а са ни наложени от природата. Изследванията на Ленард по фотоэффекта получават адекватна интерпретация едва в Айнщайновата теория на светлинните кванти. (Хайзенберг си позволява да защити името на Айнщайн с цената на обединяването му в едно изречение с името на физика-нацист.) В началото на 1936 г., в отговор на продължаващи атаки, той отново защитава теорията – този път, с подкрепа на съчувстващи от апарата, на страниците на партийния официоз (и без да споменава имена), но редом със статия на Щарк ...

Хайзенберг не се бори с новата власт (която, в очите на повечето немци, извежда страната от тежка криза); той е против отблъскващата намеса на нейни представители в науката и се старае да се ограда от ексцесиите на фанатизираната тълпа. Неговите контакти по това време се ограничават с близките му сътрудници и студенти и с тесен кръг на любители на музиката. На пианото, при изпълнение на трио от Бетовен в дома на издателя Бюкинг, една януарска вечер, 1937 г., самотният 35-годишен Вернер се среща с 22-годишната Елисавета Шумахер. Те са привлечени един от друг и се оженват след по-малко от 3 месеца – в Берлин. През юли младоженците се отправят в Мюнхен, където живее майка му и всичко е подготвено да се изпълни желанието на Зомерфелд и Хайзенберг да получи неговата катедра. Посреща го неприятна новина: в седмичника на SS *Das Schwarze Korps* (името напомня за черните униформи на есесовците) е публикувана зловеща антисемитска статия, озаглавена „*Бели евреи*“ в науката, в която именно той е посочен като „бял евреин“ (немски „носител на бактерията“), който прокарва духа на Айнщайн в Германия.

Хайзенберг (ползвал се с поддръжка от министерството на образованието) е представен като скрит враг: отхвърлил немския си асистент в полза на еврейските физици Блох и Бек, отказал да се присъедини към колегите си, нобелови лауреати, в декларацията за подкрепа на Хитлер през 1934 г., прокарал статия със защита на теорията на относителността в партийния вестник! Хората на Щарк взимат реванш. Те са намерили връзка с по-сериозна сила: елитните войски на Хитлер и Химлер. В замяна на това физиците, може би уплашени, че Хайзенберг няма да бъде единствената жертва, решително застават на негова страна. Ако в този момент Хайзенберг би се решил на емиграция, отправените към него обвинения биха се превърнали в негов актив. Но той нито за миг не допуска такава мисъл. И ... започва борба, за да измие обвиненията, които обективно (във всеки случай от гледна точка на външния свят) му правят чест. Майка му познава майката на Химлер, която също живее в Мюнхен, и предава чрез нея писмо на сина си до нейния син ... Година по-късно (и след предизвикано по случая разследване на неговата дейност от Гестапо) Хайзенберг получава официално писмо от Химлер, в което се "възстановява доброто му име". Обаче, той така и не заема катедрата на Зомерфелд (поборниците за "германска физика" междувременно са успели да влязат под кожата на Гьоринг ...). През лятото на 1939 г. Хайзенберг получава разрешение да замине на официално едномесечно посещение в САЩ. Той участва в конференция в Чикаго и изнася лекции (за своята теория на пороите в космичните лъчи) в редица градове. Отхвърлил съблазнителни покани за оставане на работа (например в Колумбийския университет в Ню Йорк), той си спомня в [2] (сс. 169-172) разговор на тази тема в Ан Арбър (Мичиган). На аргументите на Енрико Ферми в полза на емиграцията той отговаря, че отдавна е събрал около себе си група млади хора, че вижда в тях надежда за бъдещето; "ако сега ги изоставя, ще се чувствам като предател ... Всъщност нямам голям избор. Човек трябва да бъде последователен ... Хората трябва да се научат да предотвратяват катастрофите, не да бягат от тях. Дори е необходимо да настояваме всеки да преживява бурите в собствената си страна."

Може би Хайзенберг е отшлифовал мислите си по-късно. Свидетели на разговора (Гудсмит и Дрезден) го предават в по-неблагоприятна за него светлина (виж [1] с. 414).

Литература

1. David C. Cassidy, Uncertainty. The Life and Science of Werner Heisenberg, W.H. Freeman and Co., NY 1992.
2. W. Heisenberg, Der Teil und das Ganze, 1969. (English translation: Physics and Beyond: Encounters and Conversations, Harper&Row, NY 1971).
3. G. L. Mosse, Nationalism and Sexuality: Respectability and Abnormal Sexuality in Modern Europe, Howard Fertig, NY 1985; Harry Pross, Jugend-Eros-Politik: Die Geschichte der deutschen Jugendverbaende, Bern, 1964 (цитирани в [1]).
4. W. Heisenberg, Ueber quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehung, Zeitschr. f. Phys. **33** (1925) 879-883. (руски превод: Успехи физ. наук, **122** (1977) 574-586).
5. W. Heisenberg, Theory, criticism and a philosophy, in: From a Life in Physics, Evening Lectures at the International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, IAEA, Vienna 1968 pp. 31-46; Erinnerungen an die Zeit der Entwiklung der Quantenmechanik, in: Theoretical Physics in the Twentieth Century, Interscience, NY 1960 pp. 40-47. (руски превод: Воспоминания об эпохе развития квантовой механики, Теоретическая физика XX века, ИЛ, М. 1962 сс. 53-59).
6. P. A. M. Dirac, Directions in Physics, Wiley, NY 1978 (руски превод в: П. А. М. Дирак, Воспоминания о необычайной эпохе, Наука, М. 1990, сс. 125-139); Recollections of an Exciting Era, in: History of Twentieth Century Physics: Proceedings of the International School in Physics "E. Fermi", Academic Press, NY 1977, pp. 109-146 (руски превод в: Успехи физ.наук **153**:1 (1987) 105-134).
7. M. Jammer, The Conceptual Development of Quantum Mechanics, McGraw-Hill, NY 1967 (руски превод: Эволюция понятий квантовой механики, ред. Л. И. Пономарев, Наука, М. 1985).
8. A. Pais, Inward Bounds. Of Matter and Forces in the Physical World, Clarendon Press, Oxford 1986.
9. A. Connes, Noncommutative Geometry, Acad. Press, NY 1994 (& I-1); A. Connes, A. Lichnerowicz, M. P. Schuetzenberger, Triangle de Penes, Odile Jacob, Paris 2000 (Ch. III pp.63-69).
10. Вернер Хайзенберг, Значението на изящното в точното естествознание, Studium **2** (2001) 14-17. (Печално е, че този прекрасно замислен "Двумесечник за висше образование" не е оценен от онези, от които зависи неговото спонсориране, и той е на път да прекрати своето съществуване.) (За сметка на това "Светът на физиката" ще препечата този текст в една от следващите си книжки – бел. ред.)
11. Д. Трифонов, Съотношението за неопределеност на Шрьодингер и неговите минимизиращи състояния, Светът на физиката, 2'2001, 107-116.

12. Е. Л. Фейнберг, Вернер Карл Гейзенберг (1901-1976) в: Эпоха и личность. Физики. Очерки и воспоминания. Наука, М. 1999, с. 225-261.

¹ Мисия, която следва войските на съюзниците в края на войната, за да установи до къде са стигнали немците в опитите си да създадат ядрено оръжие.

² Вж. *Четиво с продължение* за тази година. – бел.ред.

³ Жертвите от нацистки репресии до началото на войната (1939 г.) възлизат на близо 10 000 души. Уви, това не е рекорд за изминалия 20 век: убитите в малка България през първото десетилетие след 9 септември 1944 г. са около 3 пъти повече (а жертвите на ленинския терор – по официални съветски данни от преброяването на населението през 1924 г. – надхвърлят 18 милиона, без да се броят убитите – около милион - през гражданската война!).

⁴ Виж [12] с. 237; за тези, които биха прибързали да осъдят немците за безропотното приемане на този ритуал, Фейнберг справедливо напомня “аплодисментите, преминаващи в овации” при всяко публично споменаване на името на вожда в “страните на реалния социализъм”.

2. “ВОЙНАТА НА ХАЙЗЕНБЕРГ”¹



В началото на Втората световна война Хайзенберг е 38 годишен, в средата на жизнения си път. За физика-теоретик на тази възраст, почти като за спортиста, най-често връхните му постижения в науката са вече зад него.² Хайзенберг се е върнал месец преди това, през август, от Ню Йорк (с полупразния параход “Европа”). Отхвърлил съблазнителни покани от американски университети, той е решил да остане в родната – макар и хитлерова – Германия, морален избор, за който и до сега спорят неговите критици и почитатели.

2.1. УРАНОВИЯ ПРОЕКТ

На 1 септември 1939 г. армията на Хитлер нахлува в Полша. На 3 септември Англия и Франция обявяват война на Германия. Вернер, който е бил мобилизиран по време на Судетската криза предишната година, очаква своята призовка. Той наистина е повикан, но не на фронта: на 26 септември в Берлин се събира “уранов клуб” към

управлението за военно снабдяване, учреден от шефа на снабдяването, армейския експерт по ядрена физика и експлозиви Курт Дибнер. От физиците се иска да изучат възможните приложения на наскоро открития (от химиците Ото Хан (1879 - 1968) и Фриц Щрасман (1902 - 1980) в Берлин) процес на разцепване на урана. Това не е учудващо: физици от САЩ, Германия и Англия, независимо едни от други, са информирали военните власти в своите страни за новата възможност. Хайзенберг се заема с обичайната си енергия с поставената задача. До края на годината той предава първата, а през февруари 1940 г. и втората част от подробен таен доклад по темата, с който се утвърждава от самото начало като водещ експерт в страната по разцепване на ядрото. Тук се проявява не само патриотизмът, присъщ и на онези интелигентни немци, които не симпатизират на националсоциалистите, или спортният интерес към новото научно предизвикателство. Атомните физици теоретици, обвинявани, че се занимават с откъснати от действителността “еврейски спекулации”, получават възможност да убедят властите, че тяхната наука е полезна. Това ще ги предпази от идеологическа намеса в работата им и от прекалено съкращаване на средствата по време на войната; ще им позволи да оставят талантиливи физици в лабораторията, отървавайки ги от отиване на фронта. Нобеловият лауреат Хайзенберг, който е запазил чертите на амбициозния младеж, не може да остане в сянка, да позволи на своите безскрупулни съперници да решават какво да правят физиците. За да може да подкрепя ефективно своите сътрудници и да помага на колеги от окупирания територии, той трябва да е господар на положението, а значи, да играе до известна степен играта на силните на деня. Той приема съмнителната роля на посланик на немската наука не само в окупирания Копенхаген (където смисъла на срещата му с Бор през 1941 г. предизвиква спорове и до днес – виж [2, 3]), но в също окупираните Краков, Холандия, в Будапеща и в неутрална Швейцария – като поредни прояви на доверие на властите към него. През 1942 г. той става директор на Института Кайзер Вилхелм в Берлин, ключова длъжност, която, след заминаването на Дебай за САЩ през 1940 г., временно изпълнява нацистът Дибнер и към която проявява апетит човек на Ленард и Щарк от Министерството на образованието. За сътрудниците в Института и в урановия проект това назначение означава победа на модерната физика над “германската”. Паралелното оглавяване на катедра в Берлинския университет изисква допълнителни дипломатически усилия от поддръжниците на Хайзенберг. Те организират още една среща (“Religionsgesprche” –

“религиозен дебат”, по техните думи) с представители на немската физика и сключват споразумение от 5 точки, една от които е задължението да се избягва публичното споменаване на името на Айнщайн. (Спомням си как, преди четвърт век, колеги от Москва правеха героични опити да заобиколят подобна забрана за споменаване на името на Сахаров в Съветския Съюз.) Шеф на бюро по идеологията издава, от своя страна, препоръка партията да не се меси в научни спорове (виж [4] гл. 24, с. 453-455). Умелият натиск на физиците и военните нужди дават резултат: от дъното на аферата с “белия еврейин” през 1937 г., когато физикът теоретик е заплашен с арест, ако преподава модерна физика, се е стигнало до официалното признание и подкрепа от властта през 1942 г. Ръководството на националсоциалистите променя (малко късно!) отношението си към науката и ѝ дава приоритет пред идеологията. (Според легендата, когато властите в СССР нареждат да бъде организирана сесия за разобличаване на буржоазната идеология във физиката, Курчатов имал мъжеството да им каже, че те трябва да изберат между провеждането на такава сесия и създаването на съветска атомна бомба – и Сталин избрал бомбата – виж В. И. Арнольд, “Цвет меридиана”, *Истории давние и недавние*, Фазис, Москва 2002, с.21.)

На 4 юни 1942 г. Хайзенберг запознава Алберт Шпеер, новоназначения от Хитлер шеф на военното производство в рамките на 4-годишния план, с работата на ядрените физици. Той обяснява, че построяването на уранова бомба е, по принцип, възможно, но техническите трудности (преди всичко при отделяне на активния изотоп U-235 от естествения уран, в който преобладава U-238) са толкова големи, че нейното производство в Германия в поставения срок (от година) е нереално. Урановите изследвания, независимо от това, са необходими, тъй като могат да доведат до производство на енергия (с помощта на "уранова машина" - бъдещия реактор). За отделяне на изотопа U-235 е необходимо, във всеки случай, набавянето на циклотрон.³ При това положение Хайзенберг иска – и получава за своя проект - сравнително малко средства. (Приоритет се дава на ракетите на Вернер фон Браун.) Както и немските математици по това време, физиците успяват да получат подкрепа за своето оцеляване от нацисткото правителство, без да се ангажират с производство на ново оръжие. Оставил урановия проект на заден план, Хайзенберг се връща към своите научни интереси и завършва, в началото на септември 1942 г., статия (в *Zeitschrift für Physik*), в която въвежда **фундаменталното** понятие *матрица на разсейване* (на елементарни частици). Както и в

повечето си основополагащи трудове той е обсъждал по-рано (още преди войната) залегналите в нея идеи в кореспонденцията си с приятеля от студентски години, Паули.⁴

Работата по време на война не е лесна. Немците използват тежка вода като забавител на неутроните в реактора. Добиват я в окупираната през 1940 г. Норвегия. През 1943 г., по внушение на англичаните, норвежки диверсанти разрушават съоръжението. Съюзническите бомбардировки над немските градове се усилват. В началото на март Хайзенберг е довел близнаците си, Мария и Волфганг, на рожден ден на дядо им в Берлин. По-късно същия ден 1000 англо-американски бомбардировача буквално сриват града със земята. Вернер шофира като луд през дим и развалини към къщата на тъста си, и я намира също в пламъци. (За щастие, децата и дядо им са невредими в скривалището.) Това преживяване препълва чашата и Хайзенберг изпраща жена си с децата в лятната им къща в Урфелд, в Бавария. (След още 8 месеца домът, който са оставили в Лайпциг, е също разрушен.) Идва време да се евакуира и Институтът Кайзер Вилхелм, макар че той, като по чудо, не е пострадал (без друго, благодарение на пазителя от огъня, Св. Флориан, чиято статуя е била поставена в коридора още от Дебай - виж [5], гл. 6). Избират място за бъдещия реактор в скалните пещери на селцето Хайгерлох в западна Швабия.

2.2. КРАЯТ НА ТРЕТИЯ РАЙХ. ПЛЕН. ПОБЕДИТЕЛИТЕ ПИШАТ ИСТОРИЯТА

Късметът е черта на характера.
Елизабет Хайзенберг [5]

Премеждията по пътя на Хайзенберг по време на войната са многобройни, но той всеки път “излиза сух от водата”.

При посещение в Цюрих през 1944 г. Хайзенберг е следен от агенти на двете воюващи страни. Симпатичен млад човек го изпраща до хотела след интимна вечеря с колеги. По пътя те продължават оживено да разговарят. След войната той получава книга, озаглавена *Moe Berg, Athlete, Scholar, Spy*. Като я прелиства, разбира, че любознателният младеж е бил агент на ЦРУ, със зареден пистолет в джоба и инструкция да застреля Хайзенберг при най-малкото подозрение, че той работи над атомната бомба. Въпреки навеждащите въпроси гостът от Германия не му дава повод да използва оръжието.

Агентът на Гестапо му причинява повече неприятности. Той донася на висшестоящите, че Хайзенберг е правил в Швейцария пораженчески изказвания, за които трябва да му се иска сметка. За късмет доносът попада при приятеля на Хайзенберг, експериментатора (партиен член) Герлах, който изобразява голямо възмущение пред гестаповеца и обещава да разнищи работата и да накаже провинилия се. (Историята завършва с приятелски разговор между двамата.)

Още през декември 1942 г. Хайзенберг е поканен в Берлин от пруския министър на финансите Попиц да участва в *Mittwochsgesellschaft* (*Съдружието на сряда*), клуб (основан още по времето на Кайзер Вилхелм) на известни интелектуалци, държавници, офицери, които се събират всеки 2-3 седмици в сряда по ред в домовете на участниците. Като правило домакинът изнася лекция по своята специалност, която след това се обсъжда от всички. 28-те члена на съдружието са избрани измежду настроения против Хитлер немски културен елит. Към 1944 г. възниква идеята за атентат срещу фюрера. Хайзенберг е домакин на последното заседание на клуба, на 12 юли 1944 г. (той изнася лекция за структурата на звездите, която включва обяснение на разцепването на ядрото). След седмица той предава текста на лекцията си и протокола на събранието на Попиц и отпътува на юг при семейството си. Там, в Урфелд, ден по-късно, на 20 юли, го застига новината за провалилия се опит за убийство. Ранен – загубил ръка и око - ветеран от войната, станал щабен офицер, Граф фон Щауфенберг, е поставил куфар с бомба до Хитлер в главната му квартира – и излязъл. Един от офицерите преместил куфара в ъгъла, за да не пречи. Бомбата избухнала, но само ранила фюрера. Следват масови репресии; повечето членове на клуба на срядата, включително и Попиц, са арестувани и не се връщат живи; между екзекутираните е и синът на Планк⁵, Ервин. Хайзенберг не е дори разпитван. (Дали в резултат от разследването на Химлер по повод нападките в СС-овския вестник или благодарение на работата си по урановия проект, но явно Хайзенберг се ползва с доверие сред силните на деня.)

На 19 април 1945 г. Хайзенберг напуска селцето, където работи неговият екип - 4 дни преди то да бъде окупирано от френските войски. (Месец по-рано физиците са направили последен опит да получат верижна реакция – без достатъчно предпазни мерки, рискувайки живота си - горивото и тежката вода не им стигнали.) Като заровили в земята урановите кубове и сътрудниците му били настанени с последните запаси от храна на относително безопасно място в сутерена на текстилна фабрика, Хайзенберг се отправя на

велосипед - единственото достъпно превозно средство - към своите. След кратък престой при брат си, с когото не са се виждали от началото на войната, той изминава в невероятен маратон около 250 km за 3 нощи (тъй като денем е опасно да се кара), за да стигне до жена си и децата в тяхното “орлово гнездо” в баварските Алпи. (По пътя, едва не става жертва на команда СС-овци, които, изпълнявайки последната заповед на Хитлер, третират всеки срещнат мъж като дезертъор; спасява го кутията американски цигари, с които той почерпва спрелия го офицер ...) На 30 април, когато радиото съобщава за самоубийството на Хитлер и щастливите съпрузи отварят последната бутилка вино от избата (предназначена за кръщението на дъщеря им), отрядът на полковник Паш от мисията Алсос се отправя в “алпийска операция” за залавянето на Хайзенберг. Преди това Паш и хората му са пристигнали (час след френските войски) в Хайгерлох, арестували са 4 от сътрудниците на Хайзенберг (начело с фон Лауе и фон Вайцзекер), накарали са ги да им покажат къде са скрити уранът и тежката вода и, преди французите да се усетят, са отнесли всичко в американската зона. След няколко дни тежко въоръжени войници се явяват на терасата на лятната къща в Урфелд. Хайзенберг е откаран (в неизвестно направление), съпроводен от танкове и блиндиращи коли. Единственото, което казват на жена му, е, че той ще се върне след 3 седмици; всъщност, пленниците са освободени едва след 8 месеца (през които майка му умира ...).



Арестуваните са, освен групата на Хайзенберг, още (измежду вече споменатите) Ото Хан, Герлах и Дибнер – общо 10 човека. Главна причина за изолирането им изглежда нежеланието на американци и англичани (участващи в мисията Алсос) да ги оставят да попаднат в ръцете на французи или руснаци, които не са посветени в работата над атомната бомба. Когато един американски генерал изказва мнението, че най-доброто решение на проблема с немските ядрени физици е те всички да бъдат разстреляни, шотландският физик (и британски разузнавач) Р. Джонс поема инициативата да закара в началото на юли пленниците (държани последователно в Хайделберг, Париж и

Белгия) в оборудвания от него с микрофони английски чифлик Фарм Хол, близо до Кеймбридж.

Записите от подслушаните разговори станаха публично достояние едва след 50 години⁶ (дотогава те бяха цитирани избирателно от неколцина посветени). Ключовият момент е реакцията на задържаните “за удоволствието на Негово Величество” (“for His Majesty’s pleasure”, [4] с. 503, според официалния им статус) на съобщението за бомбата, разрушила Хирошима. Първата им реакция (включително и на Хайзенберг) е неверие. По-късно Хайзенберг обяснява изненадата си с обстоятелството, че Гудсмит⁷ му казва при срещата им в Хайделберг, че американците не са правели усилия за произвеждане на ядрено оръжие; “имахме по-важни неща да правим”. “Как можех да допусна, че Гудсмит ме лъже в очите?”, ще се оплаче един ден Хайзенберг ([5], гл. 7, с. 109). Тук е уместно да се върнем назад и да кажем няколко думи за тази среща.

За Гудсмит добрите чувства и уважението към именития колега от преди войната са отстъпили място на огорчение от човека, останал да работи при нацистите (и не направил нищо решително, за да спаси родителите му, загинали в германски концентрационен лагер). Хайзенберг има самочувствие на отличник, на когото всичко се удава; той гледа розово на бъдещето и не иска да разбере, че за събеседника му не е така лесно да забрави жестоката смърт на близки хора. Внушителната операция за арестуването му го утвърждава в заблудата, че неговата група е ценна за американците, защото е отишла по-напред от тях в извличането на ядрената енергия, и той се държи наперено. Въпреки отчуждението, което чувства, Гудсмит го приветства спонтанно със стария въпрос: “Бихте ли дошли сега в Америка да работите с нас?” Отговорът, “Не, Германия има нужда от мен!” прозвучава за Гудсмит арогантно-самонадеяно. Попитан за неговите ядрени изследвания, Хайзенберг предлага да предаде на американците своя опит по разцепване на урана (самоувереният оптимист не се съмнява, че ще има какво да ги научи и в тази област). Гудсмит, който знае за пуснатия още през 1942 г. реактор на Ферми, учтиво благодари за предложението. Хайзенберг приема желаното за действително: той гледа на разпита, на който е подложен, като на дружеска беседа и пише същата вечер на жена си: “Разговорите с Гудсмит бяха тъй приятелски, като че ли шестте години война не ги е имало ...” (Писмото е било спряно от цензурата. Жена му го намира в архива на Хайзенберг след неговата смърт.) Тъжен пример как двама колеги, умни и порядъчни хора, могат да разговарят, без да се чуват.

Според 94-годишния Бете⁸ [3] тайните записи на разговорите във Фарм Хол са най-доброто доказателство, че Хайзенберг не е проявявал интерес към построяване на атомна бомба. След като си дават сметка, че съобщението по радиото не е блъф, интернираните немци го питат - как действа бомбата? Първият му опит за обяснение е напълно погрешен – през шестте военни години Хайзенберг не си е дал труда да пресметне критичната маса на уран-235, при която настъпва експлозията. Че той е бил способен да го направи, се вижда от следващата му лекция пред колегите, изнесена седмица по-късно (без да има възможност да говори през това време с други физици и без достъп до специална литература). Той поправя грешката си и излага теория, подобна на разработената от (неговия ученик!) Рудолф Пайерлс (1907 - 1995) и от Ото Фриш (1904 - 1979) в Англия през 1940 г. като правилно оценява необходимото количество уран-235 (на около 20 kg). Хайзенберг и неговите хора са работели самоотвержено, до последния ден, с наивната вяра, че ще смаят победителите с действащ ядрен реактор – не с бомба.

Бете завършва статията си с лично свидетелство: когато Бор пристига в Лос Аламос в края на 1943 г., той възстановява по памет схематичната рисунка, която Хайзенберг му е показал при срещата им в Копенхаген 2 години по-рано. Бете и Телер (съзателят на американската водородна бомба) веднага разбират, че това е чертеж на реактор (Бор не е бил достатъчно в курса на нещата, за да разбере разликата, и се е уплашил, че немците работят над бомба). Защитниците на Хайзенберг заключават, че той е искал да съобщи чрез Бор на съюзниците, че немците правят реактор – а не бомба, – за да се въздържат и неговите колеги на Запад от работа над страшното оръжие. (За разпространението на подобно мнение допринеся сам Хайзенберг – в опит да отговори на нападките, на които е подложен след войната.) Този извод отива твърде далеч и едва ли може да се приеме буквално. Ситуацията се характеризира по-точно от думите на журналиста [1]: “Страстно желание бе нужно (за да се направи бомба): отсъствието му е смъртоносно - като отрова, която не оставя следа.” Безспорно е, че Хайзенберг и неговият екип – за разлика от колегите им в Лос Аламос – не проявяват страстно желание да създадат бомба.⁹

През 1947 г. Гудсмит публикува своя версия “Алсос” за разузнавателната мисия (“повърхностна и странно невпечатляваща книга” по мнението на Фрейн [2], с. 106); тя съдържа злобна сатира за Хайзенберг и неговата група. Американските вестници публикуват отзиви под големи заглавия “TOP-NAZI HEISENBERG” ([5], с. 111). В

писма до Гудсмит от 1948 г. Хайзенберг отхвърля само обвиненията в невежество срещу немските физици. Той никога не цитира в своя защита усилията, които е полагал, за да помага на колеги-евреи (ние знаем за такива случаи от хора, спасени от Хайзенберг по време на войната – виж предговора на Вайскопф¹⁰ към английското издание на [5]). По-късно, когато страстите се уталожват, Гудсмит съжалява за написаното и се извинява на Хайзенберг. Въпреки това книгата му продължава да служи като източник на превратни представи за създателя на квантовата механика. “Историята се пише от победителите,” казва Хайзенберг на жена си, “трябва да свикнем с това.”

2.3. ПОСЛЕДНИ ИЛЮЗИИ

След освобождението от сития плен във Фарм Хол минават 10 дълги месеца – на глад, изтощение и депресия, преди Хайзенберг да се събере със семейството си в Гьотинген, в английската зона. През този тежък период той отново отхвърля предложения за работа в блажена Америка, където много колеги и познати, обезкуражени от всеобщата разруха и бъркотия в окупираната и разделена страна, търсят начин да емигрират. Изисква се истински подвиг от жена му, за да мине през три окупационни зони, да натовари мебели и багаж от лятната им къща в американската зона и от работната квартира на Хайзенберг (при пещерата), във френската, и да докара всичко – заедно с шестте деца – в предоставения им от англичаните нов дом край университетския град. За последвалите месеци – на работа по възстановяване на Института, на привличане и обучаване на млади сътрудници, на съвместни походи с деца и колеги в дни на отдых – Хайзенберг ще каже малко преди смъртта си, че са били най-щастливото време в живота му.

Хайзенберг става като папа на физиката във Федерална Германия: директор на бързо растящ Институт “Макс Планк” по физика и астрофизика (който се премества през септември 1958 г. в Мюнхен), президент на Гьотингенската Академия, а през 1953 г. и на Хумболдтовата фондация (която оглавява в течение на 22 години, почти до смъртта си); верен на себе си, той отказва (през 1954 г.) поста Генерален директор на ЦЕРН, новосъздадената с активно негово участие първа (и до днес най-голяма) Европейска научна лаборатория; приемането на този пост би значило да се откаже от задълженията си в страната и да отиде в Женева. Той се чувства призван не само да

обнови немската наука, но и да помогне за оздравяването на политическата система в Западна Германия. Той предлага да се създаде комитет от “24 избрани и отговорни учени”, който да съветва, но да може и да критикува правителството. Учени и политици са хора с противоположни качества, казва Хайзенберг, които могат плодотворно да се допълват. Политиците, както би могло да се очаква, не споделят неговия ентузиазъм и не се съгласяват да делят правото си на решение с учените. Веднъж отказал се от аполитичното кредо на младостта си, Хайзенберг, макар и разочарован, не се предава. Канцлерът Аденауер, въпреки настойчиво изразената пред него тревога на физиците, приема изискването на НАТО за въоръжаване на Германската федерална армия с тактическо ядрено оръжие. Вайцекер и (болният по това време) Хайзенберг подготвят манифест против това решение. Подписан от 18 водещи ядрени физици той излиза в немските вестници (13 април 1957 г.) и намира световен резонанс. Физиците се борят на два фронта – и успяват и на двата: на територията на Германия не се разполага ядрено оръжие, а немските физици получават зелена улица за своята (пожънала успех след десетилетие) реакторна програма.

Това, което най-силно вълнува Хайзенберг и през 50-те години, си остава неговата работа по фундаментални проблеми на квантовата физика. Еволюцията на неговите възгледи е забележителна. По време, когато школата на Ландау в Москва обявява квантовата теория на полето за мъртва, а Чу и последователи в Калифорния предлагат – в унисон – като основно понятие, заместващо тази теория, *наблюдаемата матрица на разсейване* (въведена от Хайзенберг преди войната), чиито аналитични свойства те постулират, Хайзенберг поставя в основата на своята теория едно *ненаблюдаемо спинорно*¹¹ “поле на пра-материята”, което удовлетворява нелинейно диференциално уравнение, с константа на връзката с размерност дължина на квадрат. Протонът и неутронът, градивните единици на атомното ядро, не се отъждествяват с квантите на това поле, а възникват като негови свързани състояния. Хайзенберг не се опитва да върви по утъпкания път на ранните си успехи, а търси нещо наистина ново. Той изпитва огромен подъем. След като е успял да убеди критичния Паули в правилността на подхода си, той пише (през януари 1958 г.) на сестрата на жена си за вдъхновената си работа: “Последните ми няколко седмици бяха изпълнени с възбуда ... Вече 5 години се опитвам да изкача непознат връх на атомната физика. А сега, когато върхът е пред очите ми, целият терен от взаимни връзки в атомната теория внезапно и ясно възниква пред очите ми ... Дори Платон не би

могъл да повярва, че те са тъй хубави. Защото тези съотношения не могат да се измислят; те са били там от сътворението на света ...” Три дни преди препринтът на работата с Паули да излезе (февруари 1958 г.) нетърпелив журналист, присъствал на колоквиум на Хайзенберг в Гьотинген, пуска мълвата за новата “формула на света”. Научил за препринта, преди още да го получи, Ландау докладва за работите на Хайзенберг на своя семинар в Москва ...

Вестникарският шум е явно противоположен за фундаменталните научни открития. Хайзенберг не избягва печалната съдба на (60-годишния) Шрьодингер (от 1947 г.) и на (70-годишния) Айнщайн (от 1949 г.), когато техните поредни опити за единна теория на полето се рекламират в пресата. Всъщност сам Хайзенберг си дава сметка, че има въпроси, “подробности”, които не са изяснени, но той е оптимист. За по-малко ангажираните теоретици оставащите трудности и нерешени проблеми поставят под съмнение големите претенции. Паули, малко преди смъртта си (1958 г.), се отказва да бъде съавтор на проектираната съвместна статия. Хайзенберг е огорчен, но упорито продължава работата (със своя сътрудник Дюр), изолиран от световната наука, обърнала гръб на неговите нови идеи.

Знанието за последвалото развитие на теорията, ни позволява по-ясно да видим както пропуските, така и изпреварилите времето си догадки на този последен опит на големия учен за нов пробив във фундаменталната наука.

Полето на кварките в съвременния стандартен модел може да се разглежда като реализация на полето на Хайзенберг (той сам обсъжда такова отъждествяване след първите успехи на кварковия модел): и в двата случая наблюдаваните адрони (силно взаимодействащи частици) са свързани състояния на кварките, които не съществуват като свободни частици. Идеята за спонтанно нарушена симетрия, която днес се свързва с името на Хигс, заема важно място в модела на Хайзенберг: тя произлиза от неговата теория на феромагнетизма от 30-те години. Понятието за фундаментална дължина присъства в модните днес “суперструнни” теории (там тя се отъждествява традиционно с гравитационната дължина на Планк, която е с много порядъци по-малка от дължината, използвана от Хайзенберг; напоследък, обаче, се разглеждат и по-големи мащаби или “компактификационни радиуси”). Между трите изброени случая на късни видения на именити физици, миражът, който се привижда на 56-годишния Хайзенберг, е вероятно най-близък до нашата теоретична картина половин век по-късно. Това, което отсъства в неговия подход, е привлекателният от геометрична

гледна точка калибровъчен принцип, залегнал в основата на стандартния модел на силни и електрослаби взаимодействия, който осигурява пренормируемостта на модела и дава възможност за приложение на теорията на пертурбациите. Отказът е съзнателен: присъствието на фундаментална дължина λ в уравнението е неразривно свързано с непренормируемостта на теорията; Хайзенберг се надява да изведе калибровъчно-инвариантните уравнения на квантовата електродинамика като приближение при мащаби, големи спрямо λ . Интуицията на Хайзенберг дава блестящи резултати през 20-те години, в голяма степен благодарение на предходно развитие в математиката, дори когато значението на това развитие е било осъзнато от учители и колеги, а не от самия него. Недоверието към математичните критерии и методи компрометира до известна степен опита на зрелия учен за революционен пробив в теорията на елементарните частици, въпреки дълбоките физични идеи, вложени в работата. Колкото по-оригинален е един творец в теоретичната физика, колкото по-малко има навик да следва чужди планове, толкова по-изолиран от модата на деня изглежда той на стари години. Това е общо явление, във всеки случай във физиката на 20-и век.

Получил заслужено признание в родна Германия, Хайзенберг се ползва там с влияние и, както видяхме, след войната играе активна роля в научната политика и в организацията на науката. Неговият принос за възстановяването на науката, и по-специално на физиката, във Федерална Германия е решаващ. Той оказва благотворно влияние на цялата европейска физика като способства за създаването на ЦЕРН – единствената европейска лаборатория, която с успех конкурира американските във физиката на елементарните частици. И все пак, следващото поколение немски физици има и оплаквания¹². Хайзенберг недооценява новите тенденции в математичната физика (дори в лекция в Триест за широка аудитория – през 1968 г. - той се противопоставя на подобни уклони); неговото влияние върху развитието на немската теоретична физика през последните два десетина години от живота му не е тъй благоприятно както би могло да се очаква. Изглежда че силната личност, която знае какво трябва да се прави и налага своите възгледи, не е най-подходяща за ръководител на науката.

Хайзенберг не е нито светец, нито зъл гений: той е човек на делото, живял и работил, без да се пречупи в трудни времена. В неговия характер и действия се чувства единство. Чертите, които критици, а понякога и близките му, възприемат като недостатъци - обсебеност от една идея, самоувереност и пробивност, желание във

всичко да излезе победител – са неотделими от качествата, на които дължим научните му открития. Все пак техните пропорции се менят с времето. И, колкото и неутешително да звучи (за нас, отминалите младостта), 23-годишният младеж, направил решителна стъпка в създаването на квантовата механика, който вярва – и не вярва, че е намерил разковничето, буди повече симпатии от уверения в себе си зрял мъж, който 33 години по-късно не се съмнява, че пред очите му е “сияйният връх” на дълго търсената квантова теория на полето.

* * *

Благодаря на Боряна Димитрова и на Боян Пенков за техните критични бележки към начални варианти на текста.

Литература

1. Thomas Powers, Heisenberg's War: The Secret History of the German Atomic Bomb, Knopf, N.Y. 1993.
2. M. Frayn, Copenhagen, Anchor Books, N.Y. 1998, виж *Четиво с продължение* за тази година; две трети от немското издание на книгата, Kopenhagen, Mit einem Nachwort des Authors, Anhang: 12 wissenschaftshistorische Lesarten zu “Kopenhagen” zusammengestellt von Matthias Dürries, *Wallstein Verlag*, Göttingen 2001 (с. 90-268) са посветени на научно-исторически коментари.
3. H. A. Bethe, The German Uranium Project, *Physics Today*, July 2000, pp. 34-36; в същия брой на *Physics Today* има и други материали, посветени на историческия фон на пиесата; виж например критичната статия: D.C. Cassidy, A Historical Perspective on Copenhagen, pp. 28-32.
4. D. C. Cassidy, Uncertainty. The Life and Science of Werner Heisenberg, *W.H. Freeman and Co.*, N.Y. 1992.
5. Elisabeth Heisenberg, Das Politische Leben eines Unpolitischen – Erinnerungen an Werner Heisenberg, *R. Piper & Co. Verlag*, München 1980; английски превод: Inner Exile: Recollection of a Life with Werner Heisenberg, With an introduction by Victor Weisskopf, *Birkhäuser*, Boston 1984.
6. A. Pais, Niels Bohr's Times, In Physics, Philosophy, and Polity, (виж Sec. 21 (c) 2. Heisenberg's visit, pp. 481-485), *Clarendon Press*, Oxford 1991.
7. Jeremy Bernstein, Hitler's Uranium Club. The Secret Recordings at Farm Hall, American Institute of Physics, *AIP Press*, Woodbury, N.Y. 1995.
8. W. Nahm, Conformal field theory: a bridge over troubled waters, in: D.N. Mitra (ed.), Quantum Field Theory – A Twentieth Century Profile, *Hindustani Book Agency and Indian Nat. Sci. Acad.*, 2000, pp. 571-604.

1. Заглавие на книгата на Томас Пауърс [1], която, по думите на Майкл Фрейн, авторът на пиесата [2], е събудила неговия интерес към пътуването на Хайзенберг до Копенхаген през 1941 г.

2. Максвел (1831 - 1879) извежда своята формула за разпределение на скоростите на молекулите на газ през 1859 г. и завършва изграждането на единната теория на електромагнетизма и светлината на 33 години (1864 г.); Айнщайн (1879 - 1955) публикува своите най-известни трудове в периода между 1905 г. и 1915 г., когато, 36-годишен, намира окончателната формулировка на общата теория на относителността; Бор (1885 - 1962) създава своя модел на атома 28-годишен, през 1913 г.; най-важните постижения на Дирак (1902 - 1984), включващи неговото знаменито уравнение и предсказването на античастиците, са от периода 1925 - 1931 гг., в края на който той е 29-годишен. Дирак, за разлика от другите, още съвсем млад (преди да получи Нобеловата награда) е осъзнал, че вече е направил каквото е имало да направи – виж Ю. Б. Румер, *Успехи Физических Наук*, **171** (2001) с. 1138.

3. В Европа по това време има 2 циклотрона: в Париж и в Копенхаген. Забележително е, че Хайзенберг не само че не се опитва да сложи ръка на някой от тях, но, когато отива повторно в Копенхаген през 1944 г., той прави всичко възможно да запази Института на (емигрирания вече) Бор непокътнат (включително и циклотрона) за останалите там датски физици.

4. Волфганг Паули (1900 - 1958) получава Нобелова награда през 1945 г. (12 години след Хайзенберг) за своя принцип за изключване, от който следва, че два електрона в атома не могат да имат едни и същи квантови числа.

5. Това е последният удар за Макс Планк (1858 - 1947), откривателя на кванта на енергия (1900 г.) и най-авторитетния немски физик през първата половина на 20-ти век. Той е загубил преди това (1909 г.) първата си жена – майка на четирите му деца, големия си син, убит през първата световна война (1916 г.), две дъщери-близначки, починали последователно при раждане (1917 г. и 1919 г.).

6. Виж [7]; обилните коментари, които съпровождат тази публикация, имат определено антигерманска насоченост и тенденция да представят Хайзенберг в неблагоприятна светлина.

7. Самуел Гудсмит, р. 1902 г. в Хага, учи при Еренфест в Лайден, открива (заедно с Уленбек) *спина* (собствения момент на въртене) на електрона (1925

г.), емигрира в САЩ (1927 г.), работи през войната върху радара, научен ръководител на мисията Алсос (1944 - 1945), умира в щат Невада през 1978 г.

8. Ханс Бете, р. 1906 г. в Страсбург, защитил докторат (също като Хайзенберг) при Зомерфелд, 1928 г.; емигрирал в Америка през 1933 г., участвал в работата в Лос Аламос над американската атомна бомба, носител на Нобелова награда (1967 г.) за приносите му в теорията на ядрените реакции.

9. Интересно е да се направи сравнение с поведението на съветските физици около създаването на водородната бомба по сталиново време, което се обсъжда у Б. Иоффе, Особо секретное задание, *Новый Мир* 1999, № 5, с.144-155; № 6, с.161-172.

10. За Виктор Вайскопф (1908 - 2002) и неговата роля като директор на ЦЕРН (1961 - 1965) може да се прочете в CERN Courier **42**, № 5 (2002).

11. Т.е. поле, което носи спин S ; полетата с полуцял спин не са еднозначни функции на точките в пространство-времето: при завъртане на 360 градуса те си сменят знака.

12. Нам (W. Nahm [8]), например, изтъква, че, благодарение на Хирцебрух в Бон, математиката в следвоенна Германия се възстановява по-успешно от теоретичната физика, като вини Хайзенберг за пренебрежителното му отношение към немски теоретици с математични наклонности.

