



Rozwiązanie zadania M32.

Skonstruujemy taki wielomian P . Przyjmijmy

$$(1) \quad \begin{cases} x = t^n, & y = t^{n+1}, \\ z = t + t^{n+2}. \end{cases}$$

skąd

$$zy = t^{n+2} + t^{2n+3}$$

$$zy^2 = t^{2n+3} + t^{3n+4}$$

$$\dots$$

$$zy^{n-2} = t^{n2-n-1} + t^{n2}$$

$$i z(1 - y + y^2 - \dots + (-1)^{n-2} y^{n-2}) =$$

$$= t + (-1)^{n-2} t^{n2} = t + (-1)^{n-2} x^n.$$

Możemy więc przyjąć $P(x, y, z) =$

$$z \cdot \sum_{i=0}^{n-2} (-y)^i + (-1)^{n-1} x^n.$$

Dokonując bowiem podstawień (1)

otrzymujemy

$$P(t^n, t^{n+1}, t + t^{n+2}) = t.$$

uprzywilejowana; te same rozważania z tymi samymi rezultatami można

przeprowadzić zastępując liczbę $\frac{1}{5}$ dowolną liczbą $\varepsilon > 0$.

W naszej desce Galtona losowania „w prawo” i „w lewo” były jednakowo prawdopodobne. Gdybyśmy skonstruowali deskę taką, że zdarzenia „w prawo” i „w lewo” nie są jednakowo prawdopodobne, na przykład prawdopodobieństwo, że kulka potoczy się w prawo, jest równe p , prawdopodobieństwo, że potoczy się w lewo, jest równe q , $p \neq q$, $p + q = 1$, to nie wnikając w szczegóły techniczne doszlibyśmy do następującego wniosku: prawdopodobieństwo zdarzenia, że w ciągu n losowań kanalików a i a' liczba S_n wylosowanych wyrazów a spełnia warunek

$$(**) \quad |S_n - n \cdot p| \leq n \cdot \varepsilon,$$

gdzie ε jest tutaj dowolną, ustaloną liczbą dodatnią.

Praktycznie oznacza to, że dla dużych n nierówność (**) jest spełniona prawie na pewno. Zazwyczaj nierówność (**) zapisujemy w postaci:

$$\left| \frac{S_n}{n} - p \right| \leq \varepsilon$$

Sformułowany powyżej wniosek został po raz pierwszy zaobserwowany i udowodniony przez szwajcarskiego matematyka Jakuba Bernoulli (1654–1705). Wniosek ten nosi nazwę „prawo wielkich liczb Bernoulliego”. Jest to historycznie pierwsze twierdzenie z cyklu twierdzeń nazywanych prawami wielkich liczb. Oczywiście losowania dróg „w prawo” i „w lewo” można zastąpić losowaniem orła i reszki przy rzucie monetą, losowaniem szóstki lub nie-szóstki przy rzucie kostką, wreszcie samo losowanie można zastąpić procesem porodu, a rezultaty „w prawo”, „w lewo” — płcią noworodka: „chłopiec”, „dziewczynka”. Są to tylko zmiany typu interpretacyjnego, sama matematyczna istota zagadnienia pozostaje nie zmieniona.

Prawo wielkich liczb wypowiada się tylko na temat granicy prawdopodobieństw pewnych zdarzeń, nie wyklucza więc ono możliwości zdarzeń takich, w których pojawiają się długie serie „w prawo” lub „w lewo”. Nie należy także wnioskować, że zdarzenia „w prawo” i „w lewo” muszą się na ogół przeplatać lub też że liczby ich w ciągu o parzystej liczbie wyrazów (oznaczmy ją przez $2n$) muszą być równe. Wręcz odwrotnie, gdy n dąży do nieskończoności, to prawdopodobieństwa te

maleją do 0 szybciej niż ciąg $\frac{1}{\sqrt{n}}$.

Zainteresowanego Czytelnika odsyłamy tu do podręcznika z rachunku prawdopodobieństwa dla klasy IV liceum.

O zastosowaniu prawa wielkich liczb będziemy mówić w następnym artykule.

Dlaczego Niemcy nie zdążyli wynaleźć bomby atomowej

— Pozwoliłem sobie zaprosić panów, by ustalić definitywnie sprawę rozdzielania zadań w dziedzinie fizyki jądrowej między Instytutem im. Cesarza Wilhelma oraz Grupą Badawczą Fizyki Jądrowej podległą Radzie Badań Naukowych Rzeszy — bez żadnych wstępnych grzeczności zaczął prezes Towarzystwa im. Cesarza Wilhelma i dyrektor generalny Vereinigte Stahlwerke, Vögler.

Obaj jego goście, profesor Mentzel, przewodniczący Rady Badań Naukowych Rzeszy, i profesor Esau, przewodniczący sekcji fizyki Rady i z urzędu pełnomocnik Göringa do spraw fizyki jądrowej, od razu zrozumieli, że nie zaproszono ich na dyskusję, lecz dla zakomunikowania im decyzji, która z pewnością zapadła na wyższym szczeblu. Nie mylili się, za Vöglerem stał sam Speer, który nie mając przekonania do kwalifikacji Esaua, przyrzekł prezesowi znaczne środki na badania jądrowe prowadzone w Instytucie. Grzecznie jak dzieci dopili więc kawę i bez dyskusji przyjęli wszystkie propozycje przemysłowca. Esau wiedział już, że po odebraniu mu silnej grupy Instytutu w Dahlem nie może liczyć na poważne sukcesy tych grup, które mu zostawiono.

Jednakże i grupa fizyków w Instytucie daleka była od kolektywnego działania. Z początkiem października, za sprawą Wirtza i Weizsäckera, sterowanie badaniami jądrowymi w Instytucie przejął od Diebnera sam Heisenberg. Diebner, świadom,



że autorytetowi laureata nagrody Nobla może przeciwstawić jedynie autorytet doktora w mundurze oficera Wehrmachtu, dał za wygraną i wycofał się do laboratorium wojskowego w Gottow. Nigdy już nie doszło do ściślejszej współpracy między grupą Heisenberga i grupą Diebnera; przeciwnie, obydwie grupy silnie rywalizowały ze sobą. Było to ze szkodą dla niemieckiego programu jądrowego. Diebner doszedł do ważnego wniosku, że uran rozłożony w reaktorze w postaci kostek powinien gwarantować większą wartość współczynnika mnożenia (powielania) neutronów. Heisenberg, który forsował układ w postaci płyt uranowych, niemal do samego końca odnosił się z niechęcią, a nawet z lekceważeniem do tej koncepcji. Diebner nie mógł liczyć na dostateczne ilości ani metalicznego uranu, ani ciężkiej wody, przeprowadził więc w lecie 1942 roku doświadczenia w reaktorze próbnym, w którym użył 25 ton tlenku uranu w postaci 6802 kostek rozłożonych w parafinie jako moderatorze. Doświadczenia potwierdziły słuszność przewidywań Diebnera, zabrał się więc on do budowy następnego reaktora, już z uranem metalicznym i ciężką wodą. Nie było to proste, i to nie wskutek trudności technicznych.

Zimą 1943 roku Anglicy, dzięki akcji komandosów Królewskiej Armii Norweskiej, zniszczyli w znacznym stopniu aparaturę do produkcji ciężkiej wody w Rjukan oraz zapasy tej cieczy w fabryce. Uszkodzenia naprawili Niemcy wprawdzie w połowie kwietnia, ale produkcję wznowili dopiero pod koniec czerwca. Dotkliwie odczuli oni tę akcję. Należy uznać, iż po eksperymentach Heisenberga i Diebnera sama możliwość budowy reaktora energetycznego została doświadczalnie udowodniona. Obok dalszych pomiarów konieczne były nowe eksperymenty reaktorowe, przede wszystkim zaś poświęcone znalezieniu optymalnej geometrii reaktora. Niemcy nie docenili jednak tej możliwości, forsując wciąż projekty coraz to większych reaktorów. Nic tedy dziwnego, że program U począł dreptać w miejscu. I z tego stanu nie zdołał się właściwie już wyzwolić do samego końca wojny. Tymczasem w końcu marca 1943 roku Ministerstwo Wojny Rzeszy, zniecierpliwione brakiem sukcesów militarnych, choćby tylko w perspektywie, wycofało się całkowicie z programu U, przekazując grupę Diebnera gestii Esaua, który musiał sam postarać się o fundusze. Sporządził więc, na polecenie Rady Badań Naukowych Rzeszy, kosztorys na rok budżetowy 1943/1944 w wysokości dwóch milionów marek. Göring przyznał te środki.

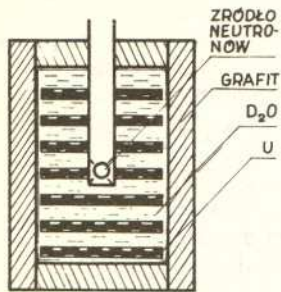
Uczeni zatem mogli dalej realizować swe projekty. Wielkim sukcesem było pod tym względem kolejne doświadczenie Diebnera. 232 kilogramy metalicznego uranu w postaci kostek zamroził w 210 kilogramach ciężkiego lodu w postaci kuli o średnicy zaledwie 75 centymetrów. Ku swemu zaskoczeniu uczeni zarejestrowali znacznie wyższy niż w dotychczasowych — dużo większych — układach współczynnik mnożenia neutronów. Późniejsze doświadczenia Posego i Rexera wykazały niezbicie, że „[...] układ kostek jest lepszy od układu prętów, a układ prętów lepszy od układu płyt [...]”. Wyższość układu kostek nad układem warstw została więc definitywnie dowiedziona.

Mimo to Heisenberg wciąż obstawał przy układzie warstw. Już po wojnie, w niewoli angielskiej, zapytany o przyczyny swego nieprzejednanego stanowiska, miał oświadczyć: układ warstw jest znacznie łatwiej liczyć niż układ kostek. Istotnie, Heisenberga interesowało nie tyle znalezienie najprostszego drogi do celu, którym był reaktor jądrowy w stanie krytycznym, ile doświadczalne potwierdzenie jego hipotez teoretycznych.

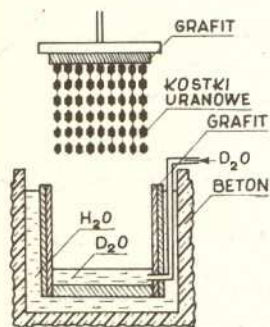
Dodatkowe kłopoty sprawiały niemieckim uczonym warunki wojenne. 16 listopada Amerykanie (zresztą bez porozumienia z aliantami) zbombardowali skutecznie fabrykę ciężkiej wody w Norwegii. Niemcy zaczęli zdawać sobie sprawę, że Rjukan jest „spalone”. Ich późniejsza akcja zdemontowania aparatury i przewiezienie jej, wraz z wyprodukowaną dotychczas ciężką wodą, do Niemiec została także w znacznej mierze udaremniona. Praktycznie do końca wojny Niemcy pozostali bez dalszych możliwości produkcji tej cieczy. Ostrości nabrał znów problem wzbogacenia uranu, ale z tym uczeni niemieccy też sobie nie mogli poradzić.

Na tym jednak nie koniec kłopotów. Gospodarce niemieckiej coraz częściej i mocniej zaczęły dawać się we znaki dywanowe naloty RAF-u. W trakcie jednego z nich została kompletnie zniszczona fabryka „Degussy” we Frankfurcie, która rozpoczęła właśnie produkcję kostek z metalicznego uranu do dalszych doświadczeń Diebnera.

W tych okolicznościach niezbędny był jakiś kozioł ofiarny. Największe predyspozycje po temu miał sam Esau. Został zmuszony do rezygnacji ze swych funkcji. Z początkiem 1944 roku przejął je profesor Walther Gerlach, uczony światowej sławy, który jednak dotychczas nie brał żadnego udziału w badaniach jądrowych. Profesor Mentzel sądził, że właśnie taki „człowiek z zewnątrz”



Idea budowy reaktora B-VII



Idea budowy reaktora B-VIII (w Haigerloch)

o dostatecznym autorytecie naukowym zdoła wreszcie zjednoczyć wysiłki naukowców.

Gerlach nie spełnił jednak pokładanych w nim przez rząd nadziei. Niewiele można powiedzieć o motywach polityki ostatniego pełnomocnika Göringa do spraw fizyki jądrowej, można się jednak domyślać, że Gerlachowi chodziło nie tyle o ratowanie programu U, ile o ratowanie fizyki niemieckiej, a program U traktował raczej jako środek do tego celu. Może właśnie dlatego nie połączył grup badawczych Heisenberga i Diebnera. Diebner pozostał niezależny, mógł prowadzić swe prace według własnych koncepcji. Między innymi podjął prymitywne próby zrealizowania reakcji... termojądrowej, ale przy tak szczupłych środkach nic z nich nie wyszło.

Tymczasem w Dahlem kontynuowano prace nad kolejnym eksperymentem reaktorowym w ramach serii B (układ płyt z metalicznego uranu, rozdzielonych warstwami ciężkiej wody). Pod kierunkiem doktora Karla Wirtza kończono budowę stosu B-VII. Uran (1250 kg) wraz z moderatorem (1500 kg D_2O) był zamknięty w cylindrze aluminiowym o średnicy i wysokości ponad 2 metry. Po raz pierwszy jako „reflektora” neutronów użyli niemieccy uczeni grafit. Tym razem czekała ich niespodzianka: współczynnik mnożenia neutronów wynosił aż 3,37! (Była to niewątpliwie zasługa grafitu, ale uczeni, pomni definitywnych wniosków Bothego sprzed trzech lat, nie chcieli uznać tego wytłumaczenia). Przystąpiono więc rychło do budowy nowego, większego reaktora, który oznaczono kryptonimem B-VIII. 29 stycznia 1945 roku reaktor B-VIII był już gotowy, można było rozpocząć doświadczenia. Jednakże nieustanne naloty i powodzenie styczniowej ofensywy radzieckiej na froncie wschodnim zmusiły władze do ewakuacji ośrodków naukowych z Niemiec północnych i centralnych na południe. Gerlach starał się, mimo to, kontynuować okrojony już program badań. W Haigerloch rozpoczęto rekonstrukcję wywiezionego z Dahlem stosu B-VIII w przygotowanym do tego pośpiesznie bunkrze. Tym razem Heisenberg ustąpił w końcu i zgodził się na układ kostek. W marcu przeprowadzono wreszcie pierwsze doświadczenia. Uzyskano jeszcze większy niż poprzednio współczynnik mnożenia neutronów (ok. 6,7), ale reaktor nie był jeszcze w stanie krytycznym. Jak oszacowano, trzeba było zwiększyć jego rozmiary o około 50%. Konieczne więc były dalsze dostawy uranu i ciężkiej wody. I teraz postanowiono zaszachować Diebnera, który ze swą grupą i swymi zapasami uranu i ciężkiej wody znajdował się w Stadtilm. Przewiezienie ich do Heigerloch nie było już jednak możliwe, gdyż 6 kilometrów od Stadtilm znajdowały się oddziały amerykańskie. Tuż za nimi podążali agenci misji „Alsos” — naukowego oddziału wywiadu amerykańskiego. Niemal dzień po dniu „Alsos” i wywiad brytyjski zdobywały nowe dokumenty, materiały, przyrządy, a także... samych uczonych niemieckich. W tym samym mniej więcej czasie Rosjanie zdobyli materiały w Gottow i Dahlem oraz zatrzymali szereg innych uczonych niemieckich.

I tak zakończył się niemiecki program U, program realizowany do samego końca, jeszcze niemal pod bombami i ogniem artyleryjskim Aliantów. Prawdopodobnie stos B-VIII w Heigerloch, po uzupełnieniu go uranem i ciężką wodą z zapasów Diebnera, osiągnąłby stan krytyczny; zwłaszcza gdyby rdzeń reaktora zrobiono w formie kuli. Można więc powiedzieć, że uczeni niemieccy byli już o krok od reaktora w stanie krytycznym. Z pewnością stan taki zdołaliby osiągnąć wcześniej, gdyby w 1943 roku rozsądniej zabrali się do pracy, gdyby pracowali zjednoczeni, a nie — rozproszeni, i gdyby wreszcie dysponowali odpowiednimi środkami. Warto tu zauważyć, że w USA uruchomiono pierwszy stos krytyczny w grudniu 1942 roku, głównie dzięki uczonym, których faszyzm wypędził z Europy. Ale też amerykańskim programem jądrowym kierowało wojsko i mowy nie było o żadnych ambicjonalnych rozgrywkach, a ponadto rząd amerykański wyasygnował na badania jądrowe kilkaset razy większe środki, niż rząd hitlerowski. A i tak skonstruowanie bomby jądrowej zajęło im ponad dwa lata. Wątpliwe więc, czy Niemcy, nawet gdyby nie popełnili tylu błędów, zdołaliby wynaleźć bombę przed zakończeniem wojny. Wprawdzie w 1941 roku wyprzedzali Amerykanów, a w 1942 roku nie byli jeszcze zdystansowani, jednakże olbrzymi wysiłek naukowy i gospodarczy, jakiego wymagała bomba atomowa, niezależnie od wszystkich innych aspektów i okoliczności, chyba przerastał możliwości Rzeszy, dla której rok 1943 był już definitywnie początkiem klęski. Nie wiadomo jednak, jak przebiegałoby zakończenie wojny, gdyby faszyzm sam nie pozbawił się tylu fizyków i gdyby rząd Hitlera zdołał uruchomić taki program, jaki uruchomił rząd amerykański.



Rozwiązanie zadania M31.

Z (2) wynika, że $x = (x^*y)^*y$, a więc

$$(3) \quad (x^*y)^*x = (x^*y)^*[(x^*y)^*y] = y.$$

Ostatnia równość wynika z (1):

podstawiamy w niej x^*y zamiast x .

Z (3) wynika

$$[(x^*y)^*x]^*x = y^*x,$$

ale na podstawie (2) $[(x^*y)^*x]^*x = x^*y$.

Z ostatnich dwóch równości wynika, że

$y^*x = x^*y$ dla dowolnych x, y .

Koniec.

Oprac. Z.P.
wg książki D. Irwinga
The Virus House