

O piorunach kulistych, latających talerzach i innych „meteorach” (7/1976)

Andrzej K. WRÓBLEWSKI

Meteora nie co innego jest tylko z Greckiego Sublimia (zjawiska górne) unoszące się, że będąc Exhalacją, do góry się maia. Które się rodzą z Elementarnych subtelnych części, znacznie pomieszanych y znowu skupionych.

Te meteora z czterech Elementów urodzone są cztery, Ogniste, wodne, Powietrzne y ziemskie.

Ignea, ogniste, z ognistej rodzą się Materyi, jako to Ignis Fatuus (błędny ogień) za idącym lecący, przed goniącym uciekający; jest to alias subtelna, tłusta, kleiowata Exhalacja, która zaiwwszy się, tu y owdzie lata ponad ziemię, dla tego Ogniem szalonym nazwany. Prości ludzie latawcami, albo diabłami, nazywaią, którzy w prostocie swojej causas rerum (przyczyn rzeczy) nie wiedząc, wszystkie rzeczy extraordinaryne albo Bogu albo diabłu imputuią.

Powyższy wyjątek z „Nowych Aten”, wydanych przez ks. Benedykta Chmielowskiego w latach 1754–1756, odzwierciedla osiemnastowieczne poglądy na szereg zjawisk atmosferycznych, których w owym czasie, rzecz jasna, zupełnie nie rozumiano. Jeszcze na początku XIX wieku utrzymywano nazwę „meteory” dla wszystkich zjawisk rozgrywających się w atmosferze; naukę o tych zjawiskach nazywano meteorologią. Rozróżniano wówczas aż sześć rodzajów „meteorów”: ogniowe, elektryczne, wodne (mgła, chmury, śnieg, grad, rosa, deszcz itp.), światła, ciepła i powietrzne.

Wyładowania elektryczne zaliczano najpierw do „meteorów ogniowych”, potem do „meteorów elektrycznych”. Poglądy z pierwszej połowy XVIII wieku na temat piorunów znakomicie ilustruje następujący wyjątek z dzieła „Informacya matematyczna przez księdza Woyciecha Bystrzanowskiego do druku podana Roku 1743”:
„Bo piorun jest to exhalacya ziemna siarczysta, saletrzysta, gorąca y sucha, słońca promieniem w górę wyciągniona, y z piekła, od tegoż słońca albo powietrza gorącego zapalona, która gdy na chmurę wodnistą napadnie, grzmot w niey sprawuje... Błyskawica zaś iest podobnaż exhalacya ziemna gorąca y sucha, ale tak od słońca zapiekła, która zapalona w wyszszym nad chmury krayu, prędky się spali nim do chmury dopadnie: na podobieństwo żywicy na proch startey y zapaloney...”

Dziś pioruny przestały być już zjawiskiem tak tajemniczym, jakim były dla naszych przodków z połowy XVIII wieku. Beniamin Franklin swymi pięknymi i odważnymi doświadczeniami udowodnił, że są to wyładowania elektryczne podobne do tych, które możemy wywołać przy użyciu maszyny elektrostatycznej, tyle że są to zjawiska niepomiernej większej skali. Konstruując piorunochron, tenże Franklin pierwszy podał sposób zabezpieczenia przed tymi groźnymi fenomenami natury. Zdjęcia pioruna nie są niczym osobliwym i może je uzyskać każdy, kto podczas nocnej burzy będzie czekał z otwartą migawką aparatu fotograficznego. Zjawiska najpospolitszych piorunów, tzw. liniowych, zostały już dość szczegółowo zbadane i można na ten temat znaleźć wiele informacji w podręcznikach fizyki, meteorologii, encyklopediach i innych wydawnictwach.

A jednak pozostało zjawisko, które, mimo wysiłków uczonych, do dziś jest tajemnicze i niewyjaśnione. Tym zjawiskiem jest tzw. piorun kulisty.

Pierwsze obserwacje piorunów kulistych znajdujemy już u starożytnych, w dziełach Arystotelesa, Lukrecjusza, Seneki. Wzmianki te nie mają jednak wartości naukowej, lecz tylko historyczną, gdyż trudno z nich wyciągnąć cechy charakterystyczne zjawiska. Jak wiadomo, przez długie lata ludzie skłonni byli uznawać wszelkie niezrozumiałe zjawiska za cuda. I tak np. kronikarz francuski, Grzegorz z Tours, żyjący w VI w., opisuje cud, jaki zdarzył się w tym mieście podczas procesji, gdy nad zgromadzonymi przeleciała oślepiająco jasna kula ognista, która tak przeraziła ludzi, że padli na ziemię. Mógł to być właśnie piorun kulisty.

Wzmianki o obserwacjach podobnych zjawisk z ostatnich paruset lat przynoszą już wiele materiału faktograficznego. W 1838 r. znany fizyk francuski, Franciszek Arago, napisał pierwszą pracę naukową na temat piorunów kulistych, zbierając w niej ponad 20 dobrze udokumentowanych doniesień na temat tego zjawiska. Od tego czasu napisano na temat piorunów kulistych setki prac z zestawieniami i analizą obserwacji. Niedawno wydana monografia S. Singera (*The Nature of Ball Lightning*, 1971 r.) zawiera sześćset odnośników do prac wcześniejszych, w tym do wielu prac przeglądowych. I mimo wszystko nadal nie umiemy powiedzieć z całą pewnością, czym jest to tajemnicze zjawisko.

Przytoczymy kilka ciekawszych doniesień o piorunach kulistych. Zacytujmy najpierw informację z ogłoszonego w 1858 r. zbioru kuriozów Królestwa Polskiego. Dowiadujemy się tam, że „...Roku 1724 w m. lutym około godziny 8 z rana, wśród szumu, kula ognista wielkości pięści, przez okno wpadła do Zamku Warszawskiego z hukiem równym bombie i napełniła pokoje dymem i ogniem smrodliwym, ogłuszając przy tym trzy osoby w kancelarii królewskiej”. A teraz szereg informacji świadczących o niszczącym działaniu piorunów kulistych. W 1711 r. kula ognista wpadła przez wieżę do kościoła w Solingen i eksplodowała, zabijając trzy osoby, raniąc ponad sto. W 1789 r. kula ognista wielkości „kuli armatniej” wpadła do wielkiego

holu w Feltre; eksplozja spowodowała śmierć 10 osób i rany ponad 100. W 1901 r. w Uralsku podczas burzy 21 osób skryło się do sieni w pewnym domu, gdy nagle zagrzmiało i pojawiła się we wnętrzu kula ognista, która bardzo powoli zbliżyła się do głowy jednej z dziewcząt; po dotknięciu przez kulę dziewczyna padła martwa, natomiast kula ognista oddaliła się do sąsiedniego pokoju i tam wybuchła, powodując zniszczenie. W podobny sposób zginął także fizyk rosyjski, Richmann, który w 1753 r. powtarzał w Petersburgu doświadczenia Franklina z wydobywaniem iskier podczas burzy z wysokiego pręta metalowego; w pewnej chwili z pręta wyskoczył w kierunku profesora bładobłękitny „kłąb ognisty” wielkości pięści; rozległ się huk jakby wystrzału z działa i Richmann padł martwy.

W innych opisywanych przypadkach piorun kulisty powoduje daleko mniejsze szkody lub nie powoduje ich wcale. I tak, np. w 1934 r. pewien Anglik wraz z dwunastoletnim synem znajdował się na wycieczce samochodem i napotkał burzę. Jego syn otwierał właśnie żelazną bramę na drodze, gdy ojciec spostrzegł kulę ognistą o średnicy około 30 cm zbliżającą się do bramy wśród drzew; gdy kula zetknęła się z bramą, ręka chłopca została sparaliżowana na kilka godzin, ale na tym się skończyło. W 1936 r. zdarzyło się, że po uderzeniu zwykłego pioruna do wnętrza domu przeniknęła kula ognista o średnicy około 20 cm i potoczyła się pod drewnianą ławę; wtedy gospodarz odważnie zdołał zniszczyć kulę kilkoma uderzeniami deski nie ponosząc żadnego szwanku; po kuli pozostał tylko silny zapach.

Znane są też liczne obserwacje pioruna kulistego w samolotach. W 1938 r. kula ognista wpadła przez otwarte okno do kabiny pilota wodnopłatowca brytyjskiego, lecącego na wysokości 2500 m. Kula osmałiła brwi i rzęsy pilota, po czym nie czyniąc dalszej krzywdy, przewędrowała obok zdumionego pasażera, aby z głośnie hukiem wybuchnąć w tylnej części samolotu. W 1956 r. obserwowano dwa „zderzenia” samolotów radzieckich z piorunami kulistymi (na wysokości 3300 i 5000 m); w jednym przypadku dokładne oględziny samolotu po wylądowaniu wykazały, że uszkodzona jest część śmigła, w drugim – nie stwierdzono najmniejszych śladów, chociaż po uderzeniu pioruna zgasł jeden z silników samolotu, uruchomiony po jakimś czasie przez pilota. W 1963 r. po uderzeniu pioruna zwykłego w pasażerski samolot „Eastern Airlines”, lecący z Nowego Jorku do Waszyngtonu, pasażerowie ze zdumieniem spostrzegli, że od strony kabiny pilotów leci (z prędkością tylko ok. 1,5 m/s) na wysokości ok. 75 cm nad podłogą kula ognista o średnicy ok. 20 cm. Przelatywała ona w odległości zaledwie kilkudziesięciu centymetrów od pasażerów, którzy jednak nie doznali żadnej krzywdy; kula miała podobno świecić jak żarówka o mocy ok. 10 W, lecz nie wysyłała ciepła. W 1957 r. piloci brazylijskiego transportowca spostrzegli w nocy, jak do ich

samolotu zbliża się czerwonawy „obiekt”, który w pobliżu samolotu nagle zniknął, przy czym uległo zniszczeniu kilka elektrycznych urządzeń pokładowych, np. nadajnik. (Ta ostatnia relacja pochodzi z książki o latających talerzach.)

Podobnych relacji przytaczać można by bardzo wiele. Duża różnorodność zjawiska, zaskoczenie świadków, ich częsty brak kwalifikacji, wszystko to sprawia, że dość trudno jest wyróżnić najbardziej charakterystyczne i powtarzalne cechy dla zjawisk zaliczanych do piorunów kulistych. Spróbujmy jednak podać takie podsumowanie, wzorując się na istniejących pracach przeglądowych:

1. Pioruny kuliste pojawiają się najczęściej podczas burzy lub tuż po niej, ale pewien ich procent (ok. 20% według ostatnich statystyk radzieckich) nie ma widocznego związku z burzą, występuje przy ładnej pogodzie.
2. Rozmiary pioruna są różnorodne, najczęściej średnica kuli ma od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów, są jednak relacje o kulach kilkucentymetrowych i parometrowych.
3. Kształt na ogół zbliżony do kulistego, ale czasem nieregularny gruszkowaty, z wystęпами; niekiedy sypią się iskry.
4. Barwa najczęściej czerwonawa, ale może być także żółta, pomarańczowa, biała, niebieska, zielona.
5. Ruch odbywa się czasem na niewielkiej wysokości nad ziemią, z wiatrem lub pod wiatr, czasem mamy jakby swobodne spadanie pioruna, czasem unoszenie się do góry. Obserwacje z samolotów świadczą o występowaniu tych zjawisk także na dużych wysokościach. Czasem kule ogniste poruszają się wzdłuż dobrych przewodników elektryczności, w innych przypadkach nie są związane z żadnymi przedmiotami, czasem wręcz zdają się unikać przewodników. Mogą nagle pojawiać się w zamkniętych pomieszczeniach.
6. Czas trwania: kilka do kilkunastu sekund, ale są relacje o zjawiskach trwających wiele minut.
7. Czasem pojawia się nie jedna kula, lecz dwie lub więcej.
8. Niektóre pioruny kuliste wyraźnie promieniują ciepło odczuwane przez obserwatorów, inne nie. Jedne są oślepiająco jasne, inne nie. Jedne niszczą i zabijają, inne znikają bezgłośnie, nie powodując żadnych szkód.

Z tego zestawienia najlepiej widać, że jak mało poznany zjawiskiem mamy do czynienia. Nic więc dziwnego, że żadna z wysuwanych hipotez nie potrafiła dotychczas wytłumaczyć wszystkich obserwowanych i tak różnorodnych cech piorunów kulistych. A było już tych hipotez bardzo wiele. Większość z nich, ale nie wszystkie, przyjmują, że pioruny kuliste mają rzeczywiście naturę elektryczną. Trudność zasadniczą sprawia wyjaśnienie źródła dużej energii kul ognistych (pewnego razu

piorun kulisty wpadł do beczki pełnej wody, która zaczęła się gotować; na tej podstawie można było ocenić jego całkowitą energię na około 0,3 kWh) i ich długiego, jak na małe rozmiary, świecenia. Znany radziecki fizyk, Piotr Kapica, zwrócił uwagę, że czas wypromieniowania energii przez piorun kulisty jest proporcjonalny do jego średnicy d (wynika to stąd, że energia całkowita jest proporcjonalna do d^3 , a straty zależą od powierzchni, czyli od d^2). Weźmy dla porównania świecący obłok zjonizowanego gazu, powstający przy wzbudzeniu jądrowym: przy średnicy około 150 m czas jego wyświecenia jest mniejszy niż 10 sekund. Stąd wynika, że piorun kulisty o średnicy 10 cm powinien przestać świecić po około 0,01 s, tymczasem w bardzo licznych przypadkach obserwowano te zjawiska przez 1–2 minuty. Wobec tego, mówi Kapica, należy przyjąć, że energia pioruna kulistego jest ciągle dostarczana z zewnątrz; jest on czymś w rodzaju rezonatora, pochłaniającego energię fal elektromagnetycznych, powstających podczas wyładowań elektrycznych. W tej hipotezie rozumiałe jest także to, że pioruny kuliste mogą z łatwością przenikać przez okna lub ściany, nie powodując żadnych uszkodzeń.

A oto kilka innych hipotez:

- energia pioruna bierze się z reakcji jądrowej rozszczepienia jąder ksenonu z powietrza pod wpływem wyładowań elektrycznych,
- energia pioruna powstaje wskutek zachodzącej reakcji chemicznej utleniania azotu, silnie egzotermicznej i samopodtrzymującej się z chwilą zapoczątkowania,
- pioruny kuliste są wywoływane przez mikrometeority z antymaterii, których anihilacja w powietrzu jest spowolniona przez warstwę „ochronną” zjonizowanego gazu wytwarzaną podczas tego procesu.

Są także fizycy, którzy uważają, że większość piorunów kulistych to złudzenie optyczne, tzw. powidoki, zjawisko powstawania obrazów na siatkówce oka wskutek silnych bodźców świetlnych (jak np. po spojrzeniu na Słońce lub silną lampę). Ta hipoteza

wysuwana już przez Kelvina tłumaczy dziwaczne relacje o niespodziewanym pojawianiu się kul ognistych w zamkniętych pomieszczeniach, wewnątrz samolotów itd. Niektóre z tych relacji są rzeczywiście niezwykle. Oto, jak opowiada pewien chemik z uniwersytetu w Sheffield, podczas silnej burzy znajdował się on w budynku, w którym było łącznie 25 osób w różnych pomieszczeniach. W pewnej chwili piorun (liniowy) uderzył w drzewo w odległości około 100 m, niszcząc je i uszkadzając przy okazji przewody telefoniczne. W tym momencie ludzie w tym budynku spostrzegli jednocześnie białą świecącą kulę o średnicy około 30 cm. Ale nie była to jedna kula, lecz tyle, ile było pomieszczeń: każdy obserwator zobaczył jasną kulę w środku pomieszczenia, w którym się znajdował, w kuchni, w salonie, w łazience, itd. Po kilku sekundach kule te znikły, bez widocznego śladu. Dodać trzeba, że wskutek silnego grzmotu w chwili uderzenia pioruna ludzie byli ogłuszeni przez około pół godziny. Trudno przypuszczać, żeby było to kilka piorunów kulistych jednocześnie. Należy sądzić, że w tym wypadku przyczyną był powidok, wywołany silnym bodźcem elektromagnetycznym.

Nie ma więc w tej chwili jednej, jedynej teorii wyjaśniającej wszystkie obserwowane cechy różnorodnych zjawisk nazywanych piorunami kulistymi. Podobnie ma się sprawa z „latającymi talerzami”, które również według relacji obserwatorów wykazują bardzo różnorodne cechy i dla których nie ma dotychczas jednolitego wyjaśnienia. Autorowi tego artykułu wydaje się, że, być może, jesteśmy w sytuacji podobnej do naszych przodków z XVIII w., którzy wszystkie różnorodne obserwowane zjawiska nazywali meteorami. My też obserwujemy wiele różnych zjawisk, tajemniczych i niezrozumiałych, współczesnych „meteorów”, niektóre z nich nazywamy piorunami kulistymi, inne – latającymi talerzami. Za jakiś czas może się okazać, że chodzi o kilka odrębnych zjawisk różniących się naturą fizyczną. I może ktoś w przyszłości będzie się z politowaniem wyrażał o swych nierozsądnych przodkach z XX wieku, którzy nie potrafili znaleźć właściwego podziału i wyjaśnienia tych zjawisk.



Rozwiązanie zadania M 856.

Mamy $(x^2 - 1)(x^{2n} + x^{2n-2} + x^{2n-4} + \dots + x^2 + 1) = x^{2n+2} - 1 = (x^{n+1} - 1)(x^{n+1} + 1) = (x - 1)(x^n + x^{n-1} + \dots + x + 1)(x + 1)(x^n - x^{n-1} + x^{n-2} - \dots + x^2 - x + 1)$, z czego wynika, że można położyć $f(x) = x^n + x^{n-1} + \dots + x + 1$, $g(x) = x^n - x^{n-1} + x^{n-2} - \dots + x^2 - x + 1$.



Rozwiązanie zadania M 857.

Tak, istnieją. Mamy $(x^5 - 1)(x^{10} + x^5 + 1) = x^{15} - 1 = (x^3 - 1)(x^{12} + x^9 + x^6 + x^3 + 1) = (x - 1)(x^2 + x + 1)(x^{12} + x^9 + x^6 + x^3 + 1)$, więc, jak się wydaje, wielomian $x^{10} + x^5 + 1$ powinien dzielić się przez $x^2 + x + 1$. Rzeczywiście, po wykonaniu dzielenia otrzymujemy $x^{10} + x^5 + 1 = (x^2 + x + 1)(x^8 - x^7 + x^5 - x^4 + x^3 - x + 1)$.

Uwaga: Można dowieść, że dalej już rozkładać się nie da.



Rozwiązanie zadania M 858.

Wielomian $(x + 1)^{2n+1} + x^{n+2}$ jest podzielny przez $x^2 + x + 1$ wtedy i tylko wtedy, gdy wielomian $((x + 1) - (x^2 + x + 1))^{2n+1} + x^{n+2}$ jest podzielny przez $x^2 + x + 1$. Mamy jednak $((x + 1) - (x^2 + x + 1))^{2n+1} + x^{n+2} = (-x^2)^{2n+1} + x^{n+2} = -x^{n+2}(x^{3n} - 1) = -x^{n+2}(x^3 - 1)(x^{3n-3} + x^{3n-6} + \dots + x^3 + 1)$, a $x^3 - 1$ jest podzielny przez $x^2 + x + 1$.