

O piorunach kulistych, latających talerzach i innych „meteorach”



Prof. dr 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 subtelných 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, iako to Ignis Fatuus (błędny ogień) za idącym lecący, przed gonącym uciekający; jest to alias subtelną, tłustą, kleiowatą Exhalacją, która zaiąwszy się, tu y owdzie lata ponad ziemię, dla tego Ogniem szalonym nazwany. Prości ludzie latawcami, albo diabłami, nazywają, którzy w prostocie swojej causas rerum (przyczyn rzeczy) nie wiedząc, wszystkie rzeczy extraordinaryne albo Bogu albo diabłu imputują.”

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 Wojciecha Bystrzanowskiego do druku podana Roku 1743”:

„Bo piorun jest to exhalacja ziemna siarczysta, saetrzysta, 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 niej sprawuje... Błyskawica zaś iest podobną exhalacją ziemną gorącą y suchą, ale tak od słońca zpiekła, która zapalona w wyższym nad chmury krayu, prędzey 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 niepomniernie większej skali. Konstruując piorunochron tenże Franklin pierwszy podał sposób zabezpieczenia przed tymi groźnymi fenomenami natury. Zdjęcia takie, jak na okładce niniejszego numeru, 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.

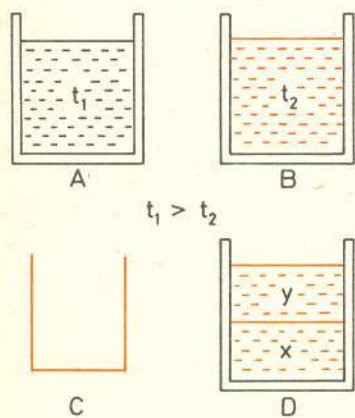




Rozwiązanie zadania F 31.

Zwykle odpowiadamy od razu: „Nie, bowiem proces przekazywania ciepła urywa się z chwilą, gdy temperatura obu litrów wody stanie się jednakowa. Aby go podtrzymać, konieczne byłoby przekazywanie ciepła od ciała chłodniejszego do cieplejszego, co jest niemożliwe”.

Jednakże, okazuje się, że odpowiedź jest: „Można”. Jak?



Weźmy dla przykładu najprostszą możliwą realizację. Niech w naczyniu A znajduje się woda gorąca, w B — chłodna. Załóżmy teraz, że oba naczynia są doskonałymi termosami i w dalszym ciągu będziemy zaniedbywać wszelkie straty ciepłe podczas wykonywanych operacji.

Należmy teraz do naczynia C (o doskonale przewodzących ciepło ściankach) chłodnej wody z B i opuścimy je do naczynia z wodą gorącą (A). Po pewnym czasie temperatury wody w A i C wyrównają się i ustali się jakaś temperatura x , gdzie

$$t_1 > x > t_2.$$

Wylejmy teraz z naczynia C wodę ogrzaną do temperatury x do nowego naczynia D i powtórzmy raz jeszcze całą operację nalewając do naczynia C resztę chłodnej wody z B i wstawiając je do naczynia A zawierającego obecnie wodę o temperaturze x . W wyniku otrzymamy wodę o temperaturze y , gdzie

$$x > y > t_2.$$

Wlewając tę wodę do naczynia D otrzymamy po zmieszaniu obu części nagrzanej wody, o temperaturach x i y (przy czym $x > y$) wodę o temperaturze z , gdzie

$$x > z > y.$$

Woda ta, to nasz początkowy 1 litr wody chłodnej. Natomiast w wodzie początkowo gorącej ustali się temperatura y przy czym $y < z$, czego i należało dowieść.

Pytanie:

Jaką maksymalną różnicę temperatur y i z można osiągnąć?

Odpowiedź na str. 17.

Pierwsze obserwacje piorunów kulistych znajdujemy już 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.

Przytoczmy 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 zagrzmiąło 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 wydobyciem isker podczas burzy z wysokiego pręta metalowego; w pewnej chwili z pręta wyskoczył w kierunku profesora bladobłękitny „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 głośnym 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 czerwony „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.



Rozwiązanie zadania M 93.

Jeżeli jedna z liczb n i $n-1$ dzieli się przez 3, to rozpatrywana suma nie jest podzielna przez 3. Rozpatrywana suma może dzielić się przez 3 tylko wtedy, gdy $n = 3k+1$. Wówczas suma ta ma postać $(3k+1)^{3k+2} + (3k+2)^{3k+1}$. Pierwszy składnik jest liczbą postaci $3a+1$, drugi zaś postaci $3b+(-1)^{3k+1}$, co wynika z zastosowania wzoru dwumianowego do wyrażenia $[3(k+1)-1]^{3k+1}$. Rozpatrywana suma dzieli się więc przez 3 tylko wtedy, gdy $1+(-1)^{3k+1} = 0$ czyli gdy $1-(-1)^{3k} = 0$ tj. dla k parzystych, a więc dla n postaci $6m+1$ (m — liczba całkowita nieujemna).



Rozwiązanie zadania M 91.

Będziemy korzystać z następujących faktów (Czytelnik zechce je udowodnić):
 (1) Prosta przechodząca przez dwa punkty wymierne może być określona równaniem postaci $ax+by+c=0$ gdzie a, b, c są liczbami wymiernymi.
 (2) Środek odcinka o końcach w punktach o współrzędnych (x_1, y_1) i (x_2, y_2) ma współrzędne $(\frac{1}{2}(x_1+x_2), \frac{1}{2}(y_1+y_2))$.
 (3) Prosta prostopadła do prostej o równaniu $ax+by+c=0$ może być określona równaniem postaci $bx-ay+d=0$.
 (4) Jeżeli prosta określona równaniem $ax+by+c=0$, gdzie a, b — liczby wymierne, przechodzi przez jakiś punkt wymierny, to c jest liczbą wymierną.

Przejdźmy teraz do rozwiązania zadania. Niech trzy różne punkty o współrzędnych wymiernych $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ leżą na okręgu o środku mającym współrzędne (p, q) . Na mocy (2) środki odcinków o końcach w tych punktach mają współrzędne wymierne, na mocy zaś (1) prosta przechodząca przez któreś dwa z tych punktów ma równanie postaci $ax+by+c=0$, gdzie a, b, c — liczby wymierne.

Symetralne odcinków o końcach w tych punktach mają więc równanie postaci $Ax+By+C=0$, gdzie A, B — liczby wymierne (co wynika z (3)), ponieważ zaś symetralne te przechodzą przez środki odcinków będące punktami wymiernymi, więc na mocy (4) także wyrazy wolne równań są liczbami wymiernymi. Środek okręgu leży na każdej z symetralnych, jest więc rozwiązaniem układu równań określających dwie takie symetralne. Ponieważ równania te mają współczynniki wymierne, więc rozwiązaniem układu tych równań jest para liczb wymiernych, a więc p i q są liczbami wymiernymi.

Udowodniliśmy więc, że jeżeli na okręgu leżą trzy punkty wymierne, to środek tego okręgu jest też punktem wymiernym. Czytelników interesujących się podobnymi zagadnieniami odsyłamy do książki Wacława Śierpińskiego: *O stu prostych, ale trudnych zagadnieniach arytmetyki. Z polnizca geometrii i arytmetyki*. Biblioteczka Matematyczna, tom 6, PZWS, Warszawa 1959.

3. Kształt na ogół zbliżony do kulistego, ale czasem nieregularny gruszkowaty, z występaniami; niekiedy syją się iskry.
4. Barwa najczęściej czerwona, 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 ok. 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 $\sim d^3$, a straty zależą od powierzchni, czyli od d^2). Weźmy dla porównania świecący obłok zjonizowanego gazu powstający przy wybuchu 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 zrozumiałe jest także to, że pioruny kuliste mogą z łatwością przenikać przez okna lub ściany, nie powodując żadnych uszkodzeń.

A oto kilka innych hipotez:

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