

# Filatelistyczne uroki fizyki w okienku pocztowym

Jan SWADŹBA

Sądzę, że słowo „okienko” wystarczająco podkreśla ubóstwo filatelistyki (znaczki, kartki pocztowe, datowniki okolicznościowe...) wobec ogromu fizyki. Spośród wielu znaczków związanych z fizyką wybrałem tylko te, które mówią o niej co nieco. „Lektura” tych znaczków (wzory, równania, różne rysunki), jak i dołączonych do nich tekstów jest bardzo skromna. Popatrzmy, bo warto!

**Światowy Rok Fizyki 2005** (rys. 1, 2 i 3)! Kto dziś o nim pamięta? Uważam, że filateliści, wystarczy otworzyć klaser i... Wśród wielu znaczków wydanych na tę okoliczność przez różne poczty na próżno szukać znaczka polskiego (nie było go również przy okazji Światowego Roku Matematyki 2000). Logo Roku to tzw. stożek świetlny, zaś wybór roku 2005 przypomina niezwykle prace Alberta Einsteina sprzed 100 lat.

**Tales** (rys. 4) jako pierwszy głosił, że wszystko jest z wody, a **Demokryt** (rys. 5), że materia zbudowana jest z atomów (gr. *atom* – niepodzielny), pomijając w ten sposób żywioły. Tales odkrył, że bursztyn (gr. *elektron*) przyciąga lekkie przedmioty. 2400 lat temu **Arystoteles** (rys. 6) wprowadził nazwę fizyka (z gr. *physikê*, *physis* – natura). Nazwy greckie projektant znaczka ulokował na obrzeżach: fizyka, biologia, psychologia...; w tle widzimy głowę Aleksandra Macedońskiego, ucznia Arystotelesa. **Archimedes** (rys. 7) – twórca nauki o mechanice; projektant dowcipnie połączył prawa o wyporności oraz o równowadze na dźwigni. **Ibn al-Haitham** (rys. 8) – ojciec optyki. Zajmował się m.in. teorią konstrukcji *camera obscura* (z łac. ciemny pokój). 900 lat później **bracia Lumière** udoskonaloną „camerę” zamienili na aparat do zdjęć i projekcji filmów (rys. 9).



Rys. 1-3



Rys. 4-9



Rys. 10

Na znaczku z rys. 10 widzimy śmigłowiec **Leonarda da Vinci**. **Galileusz** przedstawiony jest na znaczkach 11 i 12. Znaczki wiernie, choć skrótkowo, oddają jego osiągnięcia. Na znaczku 12 zamyślony Galileusz po odkryciach na nocnym niebie, które uczony opisał w pracy „Siderus nuncius”, czyli „Posłanie z nieba”, umieszczonej na znaczku 11. **Otto von Guericke** (rys. 13) – wynalazca pompy próżniowej (ok. 1650 r.). Na znaczku widzimy tak zwane półkule magdeburskie, których po opróżnieniu z powietrza 16 koni nie było w stanie rozdzielić. **Izaak Newton** upamiętniony jest na znaczkach 14-17. Pierwsze trzy znaczki zaskakują bogactwem treści (rys. 17 to ćwiczenie domowe; zob. s. 15) oraz... datą urodzin. Newton urodził się jako 7-miesięczny wcześniak, w Święto Bożego Narodzenia w 1642 roku – według kalendarza juliańskiego, zaś według gregoriańskiego w 1643 (Wielka Brytania przyjęła kalendarz gregoriański w 1752 r.). Warto wiedzieć, że pierwszy znaczek na świecie ukazał się w Wielkiej Brytanii w 1841 roku – był na nim tylko portret królowej Wiktorii i nominał.



Rys. 11



Rys. 12-17

I tak było do roku 1964, w którym obok portretu królowej Elżbiety ulokowano portret Williama Szekspira. Portret Newtona znalazł się na znaczku w serii wydanej w 2010 roku z okazji 350-lecia The Royal Society; są w niej także Ernest Rutherford i Benjamin Franklin.

Na znaczku 18 znajduje się **Anders Celsius** i jego termometr (wynaleziony ok. 1730 r.). Znaczek 19 upamiętnia 250 rocznicę urodzin **Benjaminą Franklina**; ilustracja według obrazu Westa Benjaminą „Ściągnięcie elektryczności z nieba”



Rys. 18 i 19



Rys. 20

– dziś widzimy go na 100-dolarowym banknocie! Na znaczku 20 przedstawiono widmo słoneczne, a na nim ciemne linie – linie **Josepha von Fraunhofera**. **Michael Faraday** odkrył indukcję elektromagnetyczną (1831). Był samoukiem – znaczek 21 przypomina, że jego kolejne pomysły i eksperymenty dały ludzkości światło. Próg pomysłowości przekroczył także projektant, lokując to światło w jego głowie. Poczta Nikaragui w serii „Dziesięć formuł matematycznych, które zmieniły oblicze ziemi” wydała znaczek z równaniem **Maxwella**, ujmującym matematycznie zależność między polem elektrycznym i magnetycznym; obok widzimy antenę radiową emitującą fale radiowe (rys. 22). Maxwell skromnie podkreślał, że to „Michael Faraday jest i musi na zawsze pozostać ojcem elektromagnetyzmu”. Dokonania **Alexandra Bella** są uwiecznione na znaczkach 23 i 24. Projektant znaczka 23 pomysłowo połączył stos Volty (źródło prądu) z telefonem (1876). Znaczek 25 upamiętnia pierwsze publiczne wykorzystanie elektryczności do oświetlenia miasta, do którego doszło 14 lipca 1882 roku w Grenoble.

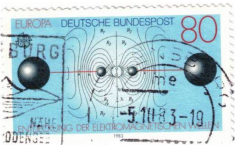


Rys. 21–25



Rys. 26 i 27

Znaczki 26, 27 i 28 przypominają nie tylko odkrycie fal elektromagnetycznych przez **Heinricha Hertza**, ale i historię nie tak bardzo odległą. Pierwszy wydała Poczta Niemieckiej Republiki Demokratycznej, trzeci Republika Federalna Niemiec, a drugi, po prostu, Niemcy. Znaczek 29 przedstawia laureatów pierwszej Nagrody Nobla (1901), na pierwszym planie znajduje się **Wilhelm Conrad Röntgen**. Na okoliczność 100-lecia odkrycia przez niego „promieni X” (jak sam je nazwał) został wydany znaczek 30. **Guglielmo Marconi**, konstruktor radiotelegrafu i noblista (1909), uhonorowany został na znaczkach 31–33. Uzyskał on łączność radiową przez Kanał La Manche (1899), a potem Ocean Atlantycki (1920). Niezależnie od Marconiego nadajnik radiowy zbudował także **Aleksandr Popov** (1895), który ponadto dokonał pierwszej transmisji tekstu za pomocą alfabetu Morse'a (1896) i uzyskał łączność radiową na odległość 5 km (1897). Znaczek 34 został wydany w Związku Radzieckim (1923/24) z napisem w języku esperanto „Inventisto de radio – Popov”, który miał przekonać Włochów, że to Popov wyprzedził Marconiego...



Rys. 28



Rys. 29–34



Rys. 35 i 36

Na znaczku 35 znajdują się nobliści z 1903 roku – **Antoine H. Becquerel**, **Pierre Curie** oraz **Maria Skłodowska-Curie**. Przypomnijmy, że Maria Skłodowska-Curie jeszcze raz otrzymała Nagrodę Nobla w 1911 roku. Na pierwszym planie kolejnego „noblowskiego” znaczka (rys. 36) znajduje się **Ernest Rutherford**. W roku 1918 przeprowadził on w swoim laboratorium pierwszą kontrolowaną przez człowieka reakcję jądrową, zilustrowaną na kanadyjskim znaczku 37. Rutherford jest też autorem ciekawego zdania: „Cała nauka dzieli się na fizykę i zbieranie znaczków”.



Rys. 37–41

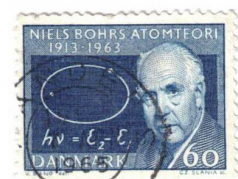
**Max Planck**, przedstawiony na znaczku 38, szeroko otworzył okno na mikroświat (postulat istnienia kwantów energii elektromagnetycznej, 1900, znaczek 39), zaś **Albert Einstein** (znaczki 40 i 41) na makroświat (teorie

Wskazówka do ćwiczenia domowego ze strony 13: jak odkryte przez Newtona prawo powszechnego ciążenia kształtuje poziom płynu w butelce?

względności: szczególna, 1905, i ogólna, 1915). Na znaczkach z Einsteinem (którego portrety są nieraz zaskakujące) spotykamy również wzór  $E = mc^2$ . Znaczków tych jest wiele, niestety ubogich w treść w porównaniu ze znaczkami z Galileuszem i Newtonem. Trójkątne znaczki Paragwaju urzekają bogatą i rzetelną treścią (na przykład na znaczku 11 Ziemia krąży po okręgu, a na 14 już po elipsie). Projektant znaczków Kostaryki przy użyciu wspólnego ząbkowania (rys. 42) symbolicznie podkreślił, że teorie Plancka i Einsteina łączą problemy, które wymagają znajomości każdej z nich. Nagrodę Nobla Planck otrzymał w 1918 roku, zaś Einstein w 1921 (wyszczególnionym przez Komitet Noblowski powodem było odkrycie efektu fotoelektrycznego, znaczek 43).



Rys. 42–45



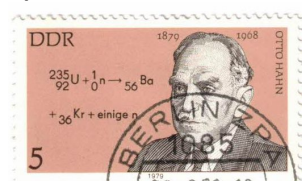
Rys. 46



Rys. 47



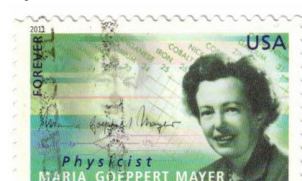
Rys. 48 i 49



Rys. 50



Rys. 51



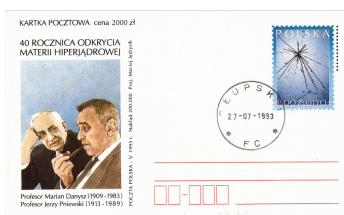
Rys. 52

Na znaczku 44 uwieczniony został **Georges Lemaître**. To on w roku 1927 jako pierwszy stwierdził, że jeśli Wszechświat się rozszerza, to musiał mieć swój początek! To, co widzimy na znaczku – moment Wielkiego Wybuchu, czyli *Big Bang* – czekało cztery lata na aprobatę Einsteina. W 1931 roku Einstein, zaproszony z Lemaître przez Edwina Hubble’a do jego obserwatorium, przyznał na konferencji prasowej, że Wszechświat istotnie jest dynamiczny, a galaktyki poruszają się w przestrzeni z ogromnymi prędkościami. Po wykładzie Lemaître’a w Pasadenie stwierdził zaś: „Nigdy nie słyszałem piękniejszego i bardziej satysfakcjonującego wyjaśnienia momentu stworzenia” [3]. Znaczek wydano w 1994 roku, w stulecie urodzin księdza Lemaître’a. Wspomnijmy jeszcze, za [3], że fakt, iż Lemaître był księdzem, „nie dodawał wagi jego rachunkom. Przeciwnie, uważano, że (...) jest to [jego wyniki] próba wykorzystania fizyki i matematyki do uzasadnienia dogmatu o stworzeniu świata”.

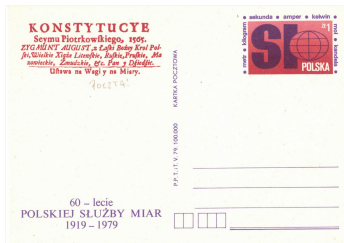
Znaczek 45 przedstawia uhonorowane Nagrodą Nobla (1914) ugięcie promieni rentgenowskich na siatce krystalicznej, przeprowadzone przez **Maxa von Laue** (1912). **Niels Bohr**, noblista z 1922 roku, i jego planetarna budowa atomu (1913) znajdują się na znaczku 46. Znaczek ryłował Czesław Słania, nadworny grawer Królestwa Szwecji. Na znaczku 47 projektant skrótowo przedstawił tzw. „fale materii” (1924), wprowadzone przez **Louisa V. de Broglie’a** (Nagroda Nobla 1929), których istnienie potwierdzono w 1927 roku. **Werner Heisenberg** (noblista z 1932 r.) został na znaczku 48 przedstawiony wraz ze sformułowaną przez siebie zasadą nieoznaczoności (1927).

Kolejny noblista (1949) w naszej kolekcji to **Hideki Yukawa** (rys. 49), autor hipotezy „mezonów” (1935). Do ich odkrycia doszło 12 lat później w Boliwii, na wysokości około 5200 m n.p.m. Na znaczku 50 widnieje podobizna **Otto Hahna**, który wraz z asystentem, Fritzem Strassmannem, doprowadził do rozszczepienia jądra atomowego uranu na jądra baru i kryptonu (1938). W roku 1944 otrzymał Nagrodę Nobla (samodzielnie, choć wielu uważa, iż razem z nim powinna ją otrzymać Lise Meitner).

Tekst na marginesie znaczka 51 informuje, że wydano go z okazji 25 rocznicy pierwszej łańcuchowej reakcji jądrowej. Doszło do tego na Uniwersytecie w Chicago, gdzie 2 grudnia 1942 roku zaczął działać zaprojektowany i zbudowany przez **Enrico Fermiego** (Nagroda Nobla 1938) pierwszy na świecie reaktor atomowy (tło znaczka). **Maria Goeppert-Mayer** (rys. 52) urodziła się w Katowicach. Fakt ten upamiętnia tablica na budynku przy ul. Młyńskiej 5 oraz ulica jej imienia w tym mieście. Studia ukończyła we Wrocławiu (Breslau). Po wyjściu za mąż za Amerykanina Josepha Mayera wyjechała w 1930 roku do Stanów Zjednoczonych, gdzie m.in. brała udział w atomowym „Projekcie Manhattan”. Otrzymała Nagrodę Nobla w 1963 roku – jest jedną z 11 śląskich noblistów [4]. W Stanach Zjednoczonych mówiono o niej w prasie, radiu, telewizji: „Pierwsza Amerykanka laureatką Nobla z nauk ścisłych”. Znaczek wydała Poczta Stanów Zjednoczonych dopiero w 2013 roku.



Rys. 53



Rys. 54

Na ilustracji 53 widzimy **Mariana Danysza** i **Jerzego Pniewskiego**, odkrywców tzw. hiperjader. Jerzy Przystawa w [3] pisze: „W 40 rocznicę tego odkrycia Poczta Polska wydała specjalny znaczek i kopertę ze zdjęciami obu profesorów”. Gwoli ścisłości, nie był to znaczek, ale kartka pocztowa z wytłoczonym na niej znakiem opłaty 1500 złotych.

Okolicznościowa kartka była też wydana z okazji 60-lecia Polskiej Służby Miar. Na wytłoczonym znaku mamy napis: „metr, kilogram, sekunda, amper, kelwin, mol, kandela”...

#### Literatura

- [1] George Gamow, *Biografia fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Wiedza Powszechna, 1967.
- [2] Piotr Greiner, *Nobliści ze Śląska*, Dom Współpracy Polsko-Niemieckiej, 2005.
- [3] Jerzy Przystawa, *Odkryj smak fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011.
- [4] *Mała encyklopedia przyrodnicza* [red. nac. Kazimierz Maślankiewicz], Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1962.
- [5] Andrzej K. Wróblewski *Historia fizyki: od czasów najdawniejszych do współczesności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007.

## Jak wykryć statki kosmiczne Obcych?

Fatemeh HOSSEIN-NOURI\*

\*Centrum Fizyki Teoretycznej, Polska Akademia Nauk

Ogólna teoria względności (1916) Alberta Einsteina jest jedną z najbardziej fascynujących teorii w historii nauki. Wyjaśnia nie tylko naturę siły grawitacji jako geometrycznej cechy czasoprzestrzeni, ale także zawiera zdumiewające przewidywania dotyczące egzotycznych obiektów fizycznych i zjawisk, takich jak czarne dziury, a nawet napędy *warp*, znane z dzieł science fiction.

Zgodnie z przewidywaniami ogólnej teorii względności wszelkie łączące się masywne obiekty, takie jak czarne dziury i gwiazdy neutronowe, wytwarzają fale grawitacyjne, jeśli tylko układ ich mas porusza

się z przyspieszeniem i zmienia swój całkowity moment kwadrupolowy. W teorii Einsteina fale grawitacyjne rozchodzą się z prędkością światła, co zostało potwierdzone obserwacją zjawiska GW170817 z 2017 roku. Kiedy fala grawitacyjna dociera do obiektu, ścisła go i rozciąga w określonych kierunkach. Innymi słowy – odległość między punktami zmienia się. Zmiany te są jednak tak niewielkie, że wykrywanie ich było ogromnym wyzwaniem inżynierskim: technika dokładnych pomiarów musiała znacznie się rozwinąć, aby było można stworzyć urządzenie zdolne do pomiaru tak małych różnic odległości.

Podobnie do promieniowania elektromagnetycznego, w którym promieniowanie jest wynikiem przyspieszonego ruchu ładunków elektrycznych, fale grawitacyjne powstają, gdy masy poruszają się z przyspieszeniem. W związku z prawami zachowania masy-energii oraz pędu promieniowanie grawitacyjne jest co najmniej kwadrupolowe (promieniowanie elektromagnetyczne może być dipolowe, ponieważ w tym przypadku mamy jedynie prawo zachowania ładunku elektrycznego).

Wśród pomysłodawców pierwszego detektora fal byli Mikhail Gertsenshtein, Vladislav Pustovoi, Rainer Weiss – późniejszy autor sukcesu LIGO – oraz Joseph Weber, który jest słynny z powodu innego typu detektorów fal grawitacyjnych, tzw. walców rezonancyjnych.

Charakterystyka sygnału została niedawno opisana przez Luke'a Sellersa i współautorów w pracy arXiv:2212.02065; nazywają oni napęd *warp* akronimem RAMAcraft (ang. Rapid And/or Massive Accelerating spacecraft).

W latach 60. powstały pierwsze pomysły zbudowania interferometru laserowego do wykrywania fal grawitacyjnych. Detektor ma dwa, najczęściej prostopadłe, ramiona, każde o długości  $L$  rzędu kilku kilometrów. Fotony światła laserowego przemieszczają się wewnątrz ramion detektora i są odbijane przez lustra na ich końcach. Kiedy fala przechodzi przez detektor, odległości w ramionach zmieniają się (bardzo niewiele, około  $10^{-18}$  m, czyli znacznie mniej niż rozmiar protonu), a zmiany te powodują zmiany obrazu interferometrycznego wiązek laserowych, które spotykają się w punkcie centralnym interferometru. Względna zmiana długości ramienia,  $h = \Delta L/L$ , jest mierzoną amplitudą fali grawitacyjnej. Pierwszy sygnał został wykryty we wrześniu 2015 roku przez LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory). Pochodził on z dwóch łączących się czarnych dziur znajdujących się w odległości 400 Mpc od Ziemi. Od tego czasu detektory LIGO i Virgo wykryły ponad 100 sygnałów z różnych układów podwójnych, zawierających czarne dziury o różnych masach oraz gwiazdy neutronowe. Wykrycie fal grawitacyjnych jest z pewnością wielkim osiągnięciem, ale co ważniejsze, możliwość ich detekcji daje nowe narzędzie do obserwacji Wszechświata.

Układy podwójne nie są oczywiście jedynym źródłem fal grawitacyjnych. Oprócz badania zjawisk naturalnych detektory fal grawitacyjnych mogą pomóc nam w poszukiwaniu pozaziemskej inteligencji. Zgodnie z teorią względności fale grawitacyjne mogą być *generowane* przez wspomniane na wstępie napędy *warp*. Sygnał byłby wynikiem zaawansowanego mechanizmu transportowego i wiązałby się z faktem, że układ mas poruszających się z przyspieszeniem wytwarza fale grawitacyjne: jeśli statek kosmiczny byłby masywny i znajdowałby się wystarczająco blisko nas, moglibyśmy go wykryć, gdy przyspiesza.