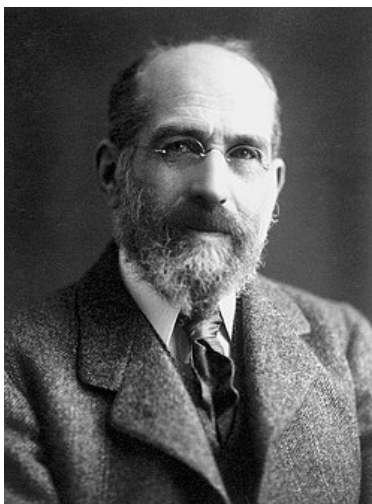




# Arthur Schuster

## Arthur Schuster



Arthur Schuster

Państwo działania

 [Niemcy](#)  
 [Wielka Brytania](#)

Data i miejsce urodzenia

12 września 1851  
[Frankfurt nad Menem](#), [Związek Niemiecki](#)

Data i miejsce śmierci

14 października 1934  
[Yeldall Manor](#), [Berkshire](#), [Anglia](#)

Zawód, zajęcie

fizyk

**doktor nauk fizycznych**

**Specjalność: spektroskopia, optyka, magnetyzm ziemski**

[Alma Mater](#)

[Uniwersytet w Heidelbergu](#)

[Doktorat](#)

1873  
[Uniwersytet w Heidelbergu](#)  
promotor: [Gustav Kirchhoff](#)

**praca naukowa, nauczyciel akademicki**

*Arthur Schuster*

**Nagrody**

[Medal Królewski](#) (1893)  
[Medal Rumforda](#) (1926)  
[Medal Copleya](#) (1931)

**Sir Franz Arthur Friedrich Schuster** (ur. 12 września 1851 we Frankfurcie nad Menem, zm. 14 października 1934 w Yeldall Manor w Berkshire) – niemiecko-brytyjski fizyk znany z prac w dziedzinie spektroskopii, optyki, fotografii rentgenowskiej i magnetyzmu ziemskiego oraz z zastosowania analizy harmonicznej w fizyce<sup>[1]</sup>. Jako jeden z pierwszych użył pojęcia antymaterii, wprowadził termin „periodogram” i współtworzył magnetometr Schustera-Smitha<sup>[2][3]</sup>. Jako pierwszy zastosował przybliżenie dwustrumieniowe w teorii transportu promieniowania, wykorzystywane w modelach pogody i klimatu<sup>[1]</sup>.

Był synem niemieckiego przedsiębiorcy z branży bawełnianej, który po aneksji Frankfurtu przez Prusy przeniósł rodzinę i przedsiębiorstwo do Manchesteru<sup>[4]</sup>. Studiował fizykę w Owens College u Balfoura Stewarta, a doktorat uzyskał w Heidelbergu pod kierunkiem Gustava Kirchhoffa. W 1875 roku stanął na czele ekspedycji do Syjamu w celu sfotografowania widma korony słonecznej. W 1881 roku objął katedrę matematyki stosowanej, a w 1888 – katedrę fizyki w Manchesterze, gdzie zbudował jedno z największych ówczesnych laboratoriów fizycznych, a w 1907 roku ustąpił z katedry na rzecz Ernesta Rutherforda<sup>[5]</sup>. Przyczynił się do przekształcenia Uniwersytetu w Manchesterze w ośrodek badań fizycznych<sup>[1]</sup>.

Schuster był też aktywnym organizatorem nauki: pełnił funkcję sekretarza Royal Society, przewodniczył British Association (1915–1916) i został pierwszym sekretarzem generalnym Międzynarodowej Rady Badań Naukowych<sup>[6]</sup>. Otrzymał Medal Królewski, Medal Rumforda i Medal Copleya, był czterokrotnie nominowany do Nagrody Nobla, a w 1920 roku otrzymał tytuł szlachecki<sup>[7][8]</sup>.

## Młodość i wykształcenie

---

### Dzieciństwo i nauka w Genewie

Arthur Schuster urodził się we Frankfurcie nad Menem jako syn Francisa Josepha Schustera, kupca bawełnianego i bankiera, oraz Marie z domu Pfeiffer. Rodzice pobrali się w 1849 roku, przeszli z judaizmu na chrześcijaństwo i w tej wierze wychowali dzieci<sup>[9]</sup>. Arthura, podobnie jak jego dwóch braci, przeznaczono do pracy w przedsiębiorstwie rodzinnym, dlatego uczęszczał do gimnazjum we Frankfurcie, a w 1868 roku wysłano go do Genewy na naukę języka francuskiego<sup>[10]</sup>. Fizyką i naukami przyrodniczymi zainteresował się jeszcze w czasie nauki we Frankfurcie. W Genewie uczęszczał ponadto na wykłady z fizyki u Jacques’a-Louisa Soreta, z chemii u Jeana Charles’a Galissarda de Marignaca oraz z astronomii u Émile’a Plantamoura<sup>[10]</sup>.

W 1866 roku dotąd wolne miasto Frankfurt zostało zaanektowane przez Prusy w następstwie wojny prusko-austriackiej, a w 1869 roku – gdy Schuster studiował w Genewie – jego rodzina wraz z przedsiębiorstwem przeniosła się do tekstylnego Manchesteru, aby uniknąć obywatelstwa pruskiego<sup>[4]</sup>. Po zakończeniu studiów Schuster opuścił Genewę 25 maja 1870 roku i przeprowadził się do Manchesteru<sup>[11]</sup>. Wraz z rodzeństwem przyjął obywatelstwo brytyjskie w 1875 roku<sup>[1]</sup>.

### Studia w Manchesterze i Niemczech

Przez rok Schuster pracował w przedsiębiorstwie rodzinnym jako urzędnik, lecz zajęcie to uznał za rutynowe i pozbawione bodźców. W tym czasie czytał *O powstawaniu gatunków* Karola Darwina oraz prace Johna Tyndalla, a wieczorami uczęszczał na zajęcia z chemii u Henry’ego Roscoe w Owens College<sup>[12]</sup>. Dzięki wsparciu matki przekonał ojca, by pozwolił mu kontynuować naukę zamiast pracować w firmie, i w

październiku 1871 roku zaczął studiować fizykę pod kierunkiem Balfoura Stewarta oraz matematykę czystą i stosowaną u Thomasa Barkera<sup>[12]</sup>. W tym okresie przeprowadził pierwsze doświadczenia spektroskopowe, na których podstawie 20 czerwca 1872 roku ogłosił pierwszą pracę, zatytułowaną *On the Spectrum of Nitrogen* (o widmie azotu)<sup>[13]</sup>.

Latem 1872 roku Schuster wyjechał do Heidelbergu z listami polecającymi od Roscoe do Gustava Kirchhoffa i Roberta Bunsena, a 25 lutego 1873 roku uzyskał stopień doktora<sup>[14]</sup>. Powrócił następnie do Manchesteru, gdzie jesienią został pierwszym demonstratorem w laboratorium fizycznym. Wakacje 1874 roku spędził w Getyndze, studiując w laboratorium Wilhelma Webera, a później kontynuował naukę w Berlinie u Hermann von Helmholtza<sup>[15]</sup>.

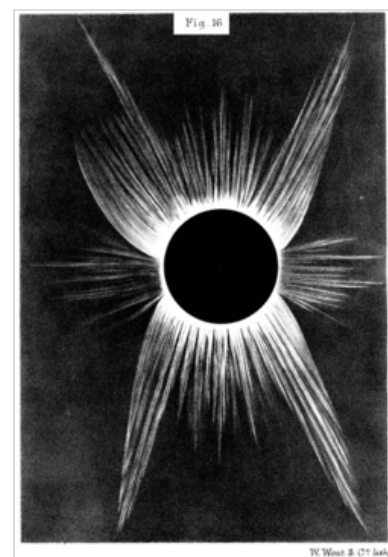
## Fotografia widma korony słonecznej

Pod koniec grudnia 1874 roku, w drodze powrotnej z Berlina, Schuster otrzymał od Normana Lockyera propozycję udziału w ekspedycji do Syjamu (dzisiejsza Tajlandia) w celu sfotografowania widma korony słonecznej podczas zaćmienia Słońca 6 kwietnia 1875 roku. Schuster przyjął zaproszenie, a 4 lutego, na siedem dni przed wyjazdem, otrzymał z Royal Society zawiadomienie, że to jemu – wówczas 23-letniemu – powierzono kierownictwo całej wyprawy<sup>[16]</sup>. Podróż statkiem parowym trwała 45 dni. 28 marca grupa dotarła do Bangoku, skąd udała się do przygotowanego stanowiska obserwacyjnego nad Zatoką Tajlandzką, dokładnie tam, gdzie linia całkowitego zaćmienia przecinała wybrzeże. Sama obserwacja przebiegła bez zakłóceń, lecz klisze fotograficzne okazały się zbyt mało czułe, by uchwycić widmo korony<sup>[17]</sup>. W drodze powrotnej Schuster zatrzymał się w Indiach, skąd odbył pełną przygód podróż przez Himalaje, i powrócił do Anglii dopiero w listopadzie 1875 roku<sup>[18]</sup>.

Od tej wyprawy zaczęło się trwałe zainteresowanie Schustera widmem korony. Odbył jeszcze trzy podróże obserwacyjne. Pierwsza prowadziła do Kolorado (29 lipca 1878), gdzie obserwacje wizualne wypadły nieco lepiej niż w Syjamie, lecz fotografia widma znów się nie powiodła<sup>[19]</sup>. Udałe zdjęcia widma uzyskał dopiero w Sohag w Egipcie (17 maja 1882), gdzie zarejestrował i zmierzył 29 linii widmowych<sup>[20]</sup>. Również podczas ostatniej wyprawy, na Grenadę w Indiach Zachodnich (29 sierpnia 1886), otrzymał wyraźne obrazy widma korony<sup>[21]</sup><sup>[5]</sup>.

## Kariera naukowa

Po powrocie z Indii Schuster ponownie objął funkcję demonstratora fizyki w Owens College. Jeden z prowadzonych przez niego kursów dotyczył teorii elektryczności i magnetyzmu Maxwella, a wśród jego słuchaczy znalazł się m.in. Joseph John Thomson<sup>[5]</sup>. Schuster pozostał w Manchesterze tylko jeden semestr, po czym przeniósł się do Cambridge, gdzie pracował najpierw pod kierunkiem Maxwella w Laboratorium Cavendisha, a następnie z lordem Rayleighem nad wyznaczeniem wartości jednostki om<sup>[5]</sup>. Po pięciu latach w



Szkic zaćmienia Słońca z 6 kwietnia 1875 roku z raportu Schustera i Lockyera dla Royal Society

Cambridge w 1881 roku otrzymał stanowisko profesora matematyki stosowanej w dawnym Owens College, włączonym wówczas do federacyjnego Uniwersytetu Victorii, a po śmierci Balfoura Stewarta w 1888 roku objął po nim katedrę fizyki<sup>[5]</sup>.

We wrześniu 1887 roku Schuster poślubił Emmę Caroline Elizabeth Loveday (1867–1962), z którą miał pięcioro dzieci – syna i cztery córki<sup>[22]</sup>. Małżonkowie mieszkali w Victoria Park na południe od centrum Manchesteru aż do 1913 roku, gdy Schuster nabył Yeldall Manor w pobliżu Reading, aby mieć bliżej do Londynu i Royal Society<sup>[23]</sup>.

Główny przedmiot prac Schustera do końca lat 90. XIX wieku stanowiły wyładowania elektryczne w gazach. Wykazał on, że błysk światła wprawia gaz w stan przewodzący, a pole magnetyczne wpływa na kierunek wyładowania, co dowodziło, że przewodnictwo wynika z jonizacji cząsteczek gazu. Był przy tym bardzo bliski wyznaczenia stosunku ładunku do masy elektronu, sam jednak nie rozpoznał w nim cząstki podatomowej. Pełnej interpretacji dokonał w 1897 roku Joseph John Thomson, odkrywając elektron<sup>[5][2]</sup>.

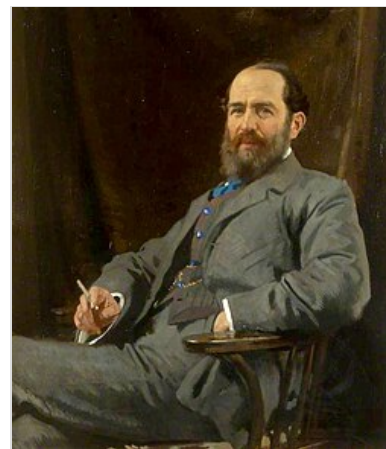
## Fotografia rentgenowska

Na początku 1896 roku Wilhelm Röntgen przesłał Schusterowi swoją pracę *Eine neue Art von Strahlen* (o nowym rodzaju promieni)<sup>[24]</sup>. Schuster sam zaczął wówczas eksperymentować z promieniowaniem rentgenowskim i wykonał szereg udanych zdjęć części ciała oraz zwierząt, w wyniku czego zaczęto go zasypywać prośbami o pomoc ze strony manchesterskich lekarzy<sup>[25]</sup>. Jego wczesne radiogramy należą do pionierskich zastosowań radiografii medycznej<sup>[26]</sup>.

Odkrycie elektronu i promieniowania rentgenowskiego nagle wyjaśniło zjawiska, którymi Schuster zajmował się w badaniach nad wyładowaniami w gazach, a o jego własnym wkładzie szybko zapomniano<sup>[2]</sup>. Po śmierci asystenta Arthura T. Stanton'a w 1898 roku Schuster zaprzestał doświadczeń praktycznych i poświęcił się wyłącznie badaniom teoretycznym i matematycznym, choć w jego laboratorium nadal prowadzili prace jego studenci<sup>[25]</sup>.

## Optyka i podręczniki

Wieloletnie zainteresowanie Schustera spektroskopią skierowało go ku optyce, z której prowadził wykłady. Doprowadziło to do wydania w 1904 roku jego podręcznika *An Introduction to the Theory of Optics*, który doczekał się dwóch kolejnych wydań (1909 oraz wydanie trzecie, poprawione wspólnie z Johnem Williamem Nicholsonem, w 1924)<sup>[27][28]</sup>. W 1908 roku, na zaproszenie uniwersytetu w Kalkucie, wygłosił serię wykładów o rozwoju fizyki w latach 1875–1908, które wydał następnie w formie książki *The Progress of Physics*. Udzielił w niej ostrożnej, wstępnej aprobaty szczególnej teorii względności Alberta Einsteina oraz wczesnym ideom Maxa Plancka dotyczącym kwantów<sup>[29]</sup>. W 1932 roku opublikował wspomnienia *Biographical Fragments*<sup>[30]</sup>.



Arthur Schuster na portrecie Williama Orpena z 1912 roku



Zdjęcie rentgenowskie dłoni (z pierścionkiem) wykonane przez Schustera, ok. 1896

# Wkład naukowy

---

## Antymateria

Schuster bywa uznawany za pierwszego uczonego, który w 1898 roku posłużył się pojęciem antymaterii – w dwóch listach skierowanych do czasopisma Nature<sup>[31]</sup>. Wysunął hipotezę istnienia antyatomów oraz całych układów planetarnych zbudowanych z antymaterii, które wyzwalałyby energię w zetknięciu z atomami zwykłej materii. Spekulował, że w takich układach również grawitacja mogłaby działać odpychająco<sup>[32]</sup>. Niezależnie od tych spekulacji dopiero teoria Paula Diraca z 1928 roku dała matematyczne podstawy przewidywania antycząstek, co później doprowadziło do ich odkrycia<sup>[31][32]</sup>.

## Periodogram

Większość ówczesnych podręczników optyki głosiła, że białe światło składa się z odrębnych promieni o różnych długościach fali, co Schuster uważał za całkowicie błędne. Twierdził natomiast, że białe światło stanowi nieregularną falę, którą siatka dyfrakcyjna lub pryzmat rozkładają na widmo zgodnie z szeregami Fouriera opisującymi ten nieregularny impuls<sup>[3]</sup>. To podejście przeniósł następnie na inne zjawiska uważane za okresowe: poprzez analizę Fouriera zjawisko można przedstawić jako sumę funkcji okresowych, a jeśli któraś z nich ma wyraźnie większą amplitudę od pozostałych, świadczy to o występowaniu okresowości<sup>[3]</sup>. Metodę tę opublikował w 1898 roku w artykule o badaniu ukrytych okresowości, w którym po raz pierwszy wprowadził termin „periodogram”<sup>[33][34]</sup>.



Gabinet Schustera, ok. 1900

Schuster po raz pierwszy zastosował tę formę analizy harmonicznej w 1897 roku, aby obalić twierdzenie Cargill Gilston Knott o okresowości występowania trzęsień ziemi<sup>[35]</sup>. Następnie zastosował tę technikę do analizy aktywności plam słonecznych, wykazując w 1906 roku, że cykl plam słonecznych trwa nieco ponad 11 lat<sup>[36]</sup>. Zainteresowanie to miało dawne korzenie. Już w 1875 roku ekonomista William Stanley Jevons odnotował uwagę Schustera, że dobre zbiory winogron w Europie Zachodniej powtarzały się w odstępach zbliżonych do jedenastoletniego cyklu plam słonecznych<sup>[1]</sup>. Periodogram pozostawał przez długi czas głównym praktycznym narzędziem identyfikowania istotnych statystycznie częstotliwości w szeregach czasowych obserwacji i znalazł zastosowanie w wielu dziedzinach przetwarzania sygnałów<sup>[37]</sup>.

## Transport promieniowania

Schuster sformułował w 1905 roku zagadnienie transportu promieniowania w mglistej atmosferze, próbując wyjaśnić powstawanie linii absorpcyjnych i emisyjnych w widmach gwiazd<sup>[38]</sup>. Było to pierwsze użycie przybliżenia dwustrumieniowego, które stało się jednym z podstawowych uproszczeń stosowanych w opisie transportu promieniowania, m.in. w modelach pogody i klimatu<sup>[1]</sup>. Subrahmanyan Chandrasekhar przypisywał Schusterowi nadanie nowego impulsu zagadnieniu transportu promieniowania, którego rozwiązanie udoskonalił później Karl Schwarzschild<sup>[39]</sup>.

## Magnetyzm ziemski

Zainteresowanie Schustera geofizyką było rozległe. Już w 1889 roku napisał artykuł o dobowej zmienności ziemskiego pola magnetycznego, w którym wykorzystał funkcje kuliste<sup>[40]</sup>. Wyciągnął w nim wniosek, że główna część zmienności dobowej ma przyczyny zewnętrzne wobec powierzchni Ziemi, że we wnętrzu Ziemi indukowane są prądy oraz że wewnątrz to ma większą przewodność niż warstwy zewnętrzne<sup>[40]</sup>. W artykule z 1908 roku wyraził pogląd, że przewodnictwo elektryczne górnej atmosfery – części dziś nazywanej jonosferą – wynika z jonizacji wywołanej przez Słońce<sup>[41]</sup>.

W 1913 roku Schuster zaproponował Frankowi Edwardowi Smithowi pomiar zmian natężenia ziemskiego pola magnetycznego za pomocą cewki<sup>[42]</sup>. W 1920 roku, z opóźnieniem spowodowanym I wojną światową, Smith pod kierunkiem Schustera skonstruował to urządzenie. Magnetometr Schustera-Smitha stał się następnie jednym ze standardowych przyrządów badań geomagnetycznych<sup>[3]</sup>.

## Działalność organizacyjna

Schuster reprezentował Royal Society na dwóch pierwszych zgromadzeniach ogólnych International Association of Academies (1901 i 1904), a w październiku 1905 roku został przedstawicielem towarzystwa w jej radzie. Był też jednym ze współzałożycieli – obok Svantego Arrheniusa i George’a Hale’a – Międzynarodowej Unii Współpracy w Badaniach Słońca (1904–1905)<sup>[43]</sup>. Częściowo po to, by móc poświęcić się tej działalności międzynarodowej, w 1907 roku zrezygnował z katedry, zapewniwszy wcześniej, że jego następcą zostanie Ernest Rutherford<sup>[23]</sup>.



Schuster podczas czwartej konferencji <sup>☐</sup> Międzynarodowej Unii Współpracy w Badaniach Słońca w Obserwatorium na Mount Wilson, 1910

Podczas I wojny światowej organizacje te uległy rozpadowi – Niemcy i Austria były ich znaczącymi członkami, a dodatkowo wybuchła rewolucja w Rosji<sup>[44]</sup>. Lojalność Schustera bywała kwestionowana z powodu jego niemieckiego pochodzenia. Podczas dorocznego zjazdu British Association w Manchesterze w 1915 roku, na którym wybrano go przewodniczącym, rozpowszechniano nawet wymierzone w niego pamflety<sup>[45][46]</sup>. Podczas tego samego zjazdu dowiedział się, że jego syn został ciężko ranny, walcząc po stronie brytyjskiej pod Gallipoli<sup>[47]</sup>. Jego brat, sir Felix Schuster, musiał publicznie zapewnić, że rodzina jest lojalna wobec Wielkiej Brytanii, a wszyscy jej synowie służą w armii brytyjskiej<sup>[1]</sup>.

Po wojnie Schuster odegrał wiodącą rolę w utworzeniu Międzynarodowej Rady Badań Naukowych (ang. *International Research Council*, z której wywodzi się dzisiejsza Międzynarodowa Rada Nauki) i został wybrany jej pierwszym sekretarzem generalnym na zgromadzeniu założycielskim w Brukseli w lipcu 1919 roku<sup>[6]</sup>. Uczestniczył także w tworzeniu powiązanych z nią unii naukowych, takich jak Międzynarodowa Unia Astronomiczna, Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej czy Międzynarodowa Unia Geodezji i Geofizyki<sup>[44][48]</sup>. Funkcję sekretarza generalnego Międzynarodowej Rady Badań pełnił do 1928 roku<sup>[22][49]</sup>.

## Ostatnie lata i śmierć

---

W nekrologach i późniejszych biogramach przedstawiano Schustera jako fizyka matematycznego o wyjątkowych zdolnościach, a zarazem sprawnego administratora i nauczyciela oraz orędownika roli nauki w edukacji i przemyśle<sup>[1]</sup>.

W 1923 roku stracił oko w wypadku podczas gry w golfa, a jego zdrowie, nigdy nie najlepsze, stopniowo się pogarszało<sup>[1]</sup>. Schuster zmarł 14 października 1934 roku w Yeldall Manor. Pochowano go na cmentarzu Brookwood pod Londynem<sup>[9][26]</sup>.

## Wyróżnienia i upamiętnienie

---

Schuster został wybrany na członka (ang. *fellow*) Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego w 1877 roku oraz Royal Society w 1879 roku, na członka zagranicznego National Academy of Sciences w 1913 roku oraz na członka honorowego Royal Society of Edinburgh w 1916 roku<sup>[7][50]</sup>. W 1913 roku został też przyjęty do Amerykańskiego Towarzystwa Filozoficznego<sup>[51]</sup>. Już w 1873 roku został członkiem Manchesterskiego Towarzystwa Literacko-Filozoficznego, którego był następnie sekretarzem (1885–1888) i przewodniczącym (1892–1894)<sup>[1]</sup>.



Budynek Schustera na Uniwersytecie w Manchesterze, nazwany na cześć fizyka

Royal Society powierzyło mu wygłoszenie wykładów Bakerowskich w 1884 i 1890 roku oraz przyznało mu Medal Królewski (1893), Medal Rumforda (1926) oraz swoje najwyższe odznaczenie – Medal Copleya (1931) – „za wybitne badania w dziedzinie optyki i magnetyzmu ziemskiego”<sup>[7]</sup>. Schuster pełnił w Royal Society funkcje sekretarza (1912–1919), sekretarza zagranicznego (1920–1924) i wiceprzewodniczącego<sup>[7]</sup>. Był też przewodniczącym British Association for the Advancement of Science w latach 1915–1916<sup>[45]</sup> oraz zasiadał w komitetach zarządzających brytyjskim urzędem meteorologicznym (1905–1932) i Narodowym Laboratorium Fizycznym (1899–1902, 1920–1925)<sup>[1]</sup>.

Schuster został pasowany na rycerza (Knight Bachelor) przez króla Jerzego V w ramach noworocznej listy odznaczeń z 1920 roku<sup>[52]</sup>. Otrzymał ponadto doktorat honoris causa uniwersytetów w Kalkucie (1908), Genewie (1909), St Andrews (1911) i Oksfordzie (1917)<sup>[1]</sup>. W 1970 roku jego imieniem nazwano krater o średnicy 100 km po niewidocznej stronie Księżyca<sup>[53]</sup>. Na jego cześć nazwano również Budynek Schustera na Uniwersytecie w Manchesterze, mieszczący Wydział Fizyki i Astronomii<sup>[54]</sup>. W literaturze anglojęzycznej jego nazwiskiem określa się także tzw. *Schuster's integral* („całkę Schustera”)<sup>[55]</sup>.

Schuster był czterokrotnie nominowany do Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki: w 1904 roku przez Wilhelma Hallwachsa, w 1914 i 1917 roku przez Theodore'a Richardsa oraz w 1925 roku przez Williama Napiera Shawa<sup>[8]</sup>.

## Wybrane publikacje

---

- *Spectrum Analysis*. Macmillan, Londyn, wyd. 4 (1885) – wspólnie z Henrym E. Roscoe.
- *An Introduction to the Theory of Optics*. E. Arnold, Londyn (1904).
- *The Progress of Physics During 33 Years (1875–1908)*. University Press, Cambridge (1911).
- *Biographical Fragments*. Macmillan & Co., Londyn (1932).

## Przypisy

---

1. Richard J. Howarth, *Schuster, Sir Arthur (1851–1934)*, „Oxford Dictionary of National Biography”, Oxford University Press, 2004, DOI: [10.1093/ref:odnb/35975](https://doi.org/10.1093/ref:odnb/35975) (<https://dx.doi.org/10.1093%2Fref%3Aodnb%2F35975>) (ang.).
2. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934* (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsbm.1935.0006>), „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 412, DOI: [10.1098/rsbm.1935.0006](https://doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006) (<https://dx.doi.org/10.1098%2Frsbm.1935.0006>) (ang.).
3. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 415, DOI: [10.1098/rsbm.1935.0006](https://doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006) (<https://dx.doi.org/10.1098%2Frsbm.1935.0006>) (ang.).
4. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 40 (ang.).
5. Frank Watson Dyson, *Sir Arthur Schuster, F.R.S.* (<http://web.archive.org/web/20240706171935/http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1935MNRAS..95R.326./0000327.000.html>), „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 95, 1935, s. 328 [zarchiwizowane z adresu (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1935MNRAS..95R.326./0000327.000.html>) 2024-07-06] (ang.).
6. William Wallace Campbell, *The International Research Council and the International Astronomical Union* (<http://web.archive.org/web/20240707061031/https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1919PASP...31..249C/0000250.000.html>), „Publications of the Astronomical Society of the Pacific”, 31 (183), 1919, s. 254 [zarchiwizowane z adresu (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1919PASP...31..249C/0000250.000.html>) 2024-07-07] (ang.).
7. *Schuster; Sir; Arthur (1851–1934)* (<http://web.archive.org/web/20221203162958/https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsbm.1935.0006>) [online], The Royal Society [zarchiwizowane z adresu (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsbm.1935.0006>) 2022-12-03] (ang.).
8. Hans Mehlin, *Nomination Archive – Arthur Schuster* ([https://web.archive.org/web/20260213035210/https://www.nobelprize.org/nomination/archive/show\\_people.php?id=8273](https://web.archive.org/web/20260213035210/https://www.nobelprize.org/nomination/archive/show_people.php?id=8273)) [online], The Nobel Prize, 21 maja 2024 [dostęp 2026-05-30] [zarchiwizowane z adresu ([https://www.nobelprize.org/nomination/archive/show\\_people.php?id=8273](https://www.nobelprize.org/nomination/archive/show_people.php?id=8273)) 2026-02-13] (ang.).
9. *Biographical Index of Former Fellows of the Royal Society of Edinburgh 1783–2002* ([http://web.archive.org/web/20160304074135/https://www.royalsoced.org.uk/cms/files/fellows/biographical\\_index/fells\\_indexp2.pdf](http://web.archive.org/web/20160304074135/https://www.royalsoced.org.uk/cms/files/fellows/biographical_index/fells_indexp2.pdf)), The Royal Society of Edinburgh, 2006, ISBN 0-902-198-84-X [zarchiwizowane z adresu ([https://www.royalsoced.org.uk/cms/files/fellows/biographical\\_index/fells\\_indexp2.pdf](https://www.royalsoced.org.uk/cms/files/fellows/biographical_index/fells_indexp2.pdf)) 2016-03-04] (ang.).
10. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 41–46 (ang.).
11. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 48 (ang.).
12. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 50–52 (ang.).

13. Arthur Schuster, *On the Spectrum of Nitrogen* (<http://web.archive.org/web/20191027104139/http://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspl.1871.0093>), „Proceedings of the Royal Society of London”, 20, 1872, s. 484–487 [zarchiwizowane z adresu (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspl.1871.0093>) 2019-10-27] (ang.).
14. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550/page/n75>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 56–64 (ang.).
15. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550/page/n83>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 64 (ang.).
16. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550/page/n85>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 66–101 (ang.).
17. Joseph Norman Lockyer, Arthur Schuster, *Report on the Total Solar Eclipse of April 6, 1875* (<http://web.archive.org/web/20191027003247/https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1878.0007>), „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, 169, 1878, s. 139–154 [zarchiwizowane z adresu (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1878.0007>) 2019-10-27] (ang.).
18. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550/page/n121>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 102–168 (ang.).
19. Arthur Schuster, *Some remarks on the total solar eclipse of July 29, 1878* (<http://web.archive.org/web/20240706180836/https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1878MNRAS..39R..44S/0000044.000.html>), „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 39, 1878, s. 44–47 [zarchiwizowane z adresu (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1878MNRAS..39R..44S/0000044.000.html>) 2024-07-06] (ang.).
20. William de Wiveleslie Abney, Arthur Schuster, *On the Total Solar Eclipse of May 17, 1882* (<https://archive.org/details/philtrans02949481>), „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, 175, 1884, s. 253–271 (ang.).
21. Leonard Darwin, Arthur Schuster, Edward Walter Maunder, *On the total solar eclipse of August 29, 1886* (<https://archive.org/details/philtrans02667145>), „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, 180, 1889, s. 291–350 (ang.).
22. Frank Watson Dyson, *Sir Arthur Schuster, F.R.S.* (<http://web.archive.org/web/20240706122613/http://articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/MNRAS/0095/0000330.000.html>), „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 95, 1935, s. 330 [zarchiwizowane z adresu (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/MNRAS/0095/0000330.000.html>) 2024-07-06] (ang.).
23. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 419, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006>) (ang.).
24. S.V. Chavda, A.L. Pahor, *A century of ENT radiology* (<http://web.archive.org/web/20180614182452/https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-laryngology-and-otology/article/century-of-ent-radiology/63B026E01C8FA452B444404224A66C05>), „The Journal of Laryngology & Otology”, 110 (1), 1996, s. 5–9, DOI: 10.1017/S0022215100132608 (<https://dx.doi.org/10.1017/S0022215100132608>) [zarchiwizowane z adresu (<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-laryngology-and-otology/article/century-of-ent-radiology/63B026E01C8FA452B444404224A66C05>) 2018-06-14] (ang.).
25. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 413, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006>) (ang.).
26. Adrian Thomas, Arpan Banerjee, *The History of Radiology* ([http://web.archive.org/web/2024120101213/https://www.google.it/books/edition/The\\_History\\_of\\_Radiology/KyH\\_jeT7w3gC?hl=it&gbpv=1](http://web.archive.org/web/2024120101213/https://www.google.it/books/edition/The_History_of_Radiology/KyH_jeT7w3gC?hl=it&gbpv=1)), Oxford University Press, 2013, s. 34, ISBN 978-0-19-963997-7 [zarchiwizowane z adresu ([http://www.google.it/books/edition/The\\_History\\_of\\_Radiology/KyH\\_jeT7w3gC?hl=it&gbpv=1](http://www.google.it/books/edition/The_History_of_Radiology/KyH_jeT7w3gC?hl=it&gbpv=1)) 2024-12-01] (ang.).

27. Arthur Schuster, *An Introduction to the Theory of Optics* (<https://archive.org/details/introductiontoth00schurich/page/n4>), Londyn: Edward Arnold, 1904 (ang.).
28. *Review of "An Introduction to the Theory of Optics" by Arthur Schuster* (<http://web.archive.org/web/20231023210430/https://books.google.com/books?id=WTPmAAAAMAAJ&pg=PA203>), „The Oxford Magazine”, 23, 15 lutego 1905, s. 203 [zarchiwizowane z adresu (<https://books.google.com/books?id=WTPmAAAAMAAJ&pg=PA203>) 2023-10-23] (ang.).
29. Arthur Schuster, *The Progress of Physics During 33 Years (1875–1908)* (<https://archive.org/details/progressofphysic00schuuoft/page/n9>), Cambridge: University Press, 1911 (ang.).
30. Arthur Schuster, *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932, s. 39 (ang.).
31. Arthur Schuster, *Potential Matter.—A Holiday Dream* (<https://zenodo.org/record/1429382>), „Nature”, 58 (1503), 1898, s. 367, DOI: 10.1038/058367a0 (<https://dx.doi.org/10.1038%2F058367a0>) (ang.).
32. Edward Harrison, *Cosmology: The Science of the Universe* (<http://web.archive.org/web/20251002144914/https://books.google.com/books?id=-8PJbcA2ILoC>), Cambridge University Press, 2000, s. 266, 433, ISBN 0-521-66148-X [zarchiwizowane z adresu (<https://books.google.com/books?id=-8PJbcA2ILoC>) 2025-10-02] (ang.).
33. Arthur Schuster, *On the investigation of hidden periodicities with application to a supposed 26 day period of meteorological phenomena* (<https://web.archive.org/web/20260605231624/https://zenodo.org/records/2105047>), „Terrestrial Magnetism”, 3 (1), 1898, s. 13–41 [zarchiwizowane z adresu (<https://zenodo.org/record/2105047>) 2026-06-05] (ang.).
34. *Periodogram* (<http://web.archive.org/web/20250912041943/https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/periodogram>) [online], Nationalencyklopedin [zarchiwizowane z adresu (<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/periodogram>) 2025-09-12] (szw.).
35. Arthur Schuster, *On Lunar and Solar Periodicities of Earthquakes* (<https://archive.org/details/philtrans00080122>), „Proceedings of the Royal Society of London”, 61, 1897, s. 455–465 (ang.).
36. Arthur Schuster, *On the Periodicities of Sunspots* (<https://archive.org/details/philtrans05011059>), „Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A”, 206, 1906, s. 69–100 (ang.).
37. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 416, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098%2Frsbm.1935.0006>) (ang.).
38. Arthur Schuster, *Radiation Through a Foggy Atmosphere*, „The Astrophysical Journal”, 21, 1905, s. 1, DOI: 10.1086/141186 (<https://dx.doi.org/10.1086%2F141186>), Bibcode: 1905ApJ....21....1S (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1905ApJ....21....1S>) (ang.).
39. Rudolph Preisendorfer, *Radiative Transfer on Discrete Spaces* ([http://web.archive.org/web/20241202133106/https://www.google.it/books/edition/Radiative\\_Transfer\\_on\\_Discrete\\_Spaces/DIPiBQAAQBAJ?hl=it&gbpv=1](http://web.archive.org/web/20241202133106/https://www.google.it/books/edition/Radiative_Transfer_on_Discrete_Spaces/DIPiBQAAQBAJ?hl=it&gbpv=1)), Elsevier Science, 2014, s. 3, ISBN 978-1-4831-8529-3 [zarchiwizowane z adresu ([https://www.google.it/books/edition/Radiative\\_Transfer\\_on\\_Discrete\\_Spaces/DIPiBQAAQBAJ?hl=it&gbpv=1](https://www.google.it/books/edition/Radiative_Transfer_on_Discrete_Spaces/DIPiBQAAQBAJ?hl=it&gbpv=1)) 2024-12-02] (ang.).
40. Arthur Schuster, *The diurnal variation of terrestrial magnetism* (<http://web.archive.org/web/20191027005439/https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsta.1889.0015>), „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, 180, 1889, s. 467–512 [zarchiwizowane z adresu (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsta.1889.0015>) 2019-10-27] (ang.).
41. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 414, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098%2Frsbm.1935.0006>) (ang.).
42. Arthur Schuster, *On a new method for determining the Earth's horizontal magnetic forces* (<http://web.archive.org/web/20191103114410/https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/TE019i001p00019>), „Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity”, 19 (1), 1914, s. 19–22 [zarchiwizowane z adresu (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/TE019i001p00019>) 2019-11-03] (ang.).

43. Frank Watson Dyson, *Sir Arthur Schuster, F.R.S.* (<http://web.archive.org/web/20240706171935/http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1935MNRAS..95R.326./0000327.000.html>), „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 95, 1935, s. 329 [zarchiwizowane z adresu (<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1935MNRAS..95R.326./0000327.000.html>) 2024-07-06] (ang.).
44. Walter S. Adams, *The History of the International Astronomical Union* (<http://adsabs.harvard.edu/full/1949PASP...61....5A>), „Publications of the Astronomical Society of the Pacific”, 61 (358), 1949, s. 5–12 (ang.).
45. *Report of the British Association for the Advancement of Science – Manchester 1915* (<https://archive.org/details/reportofbritisha16adva/page/n7>), Londyn: John Murray, 1916, iii (ang.).
46. Lawrence Badash, *British and American Views of the German Menace in World War I*, „Notes and Records of the Royal Society of London”, 34 (1), 1979, s. 91–121 (ang.).
47. James Peters, *University Academics and the First World War* (<http://web.archive.org/web/20220518024132/https://universityhistories.com/2015/12/07/university-academics-and-the-first-world-war/>) [online], University Histories, 2015 [zarchiwizowane z adresu (<https://universityhistories.com/2015/12/07/university-academics-and-the-first-world-war/>) 2022-05-18] (ang.).
48. Robert Fox, *The International Research Council and Its Unions: 1919–1931*, „Chemistry International”, 41 (3), 2019, s. 7–8 (ang.).
49. George Clarke Simpson, *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 420, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006>) (ang.).
50. *Arthur Schuster* (<http://web.archive.org/web/20231117145453/https://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/20001249.html>) [online], National Academy of Sciences [dostęp 2026-05-30] [zarchiwizowane z adresu (<https://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/20001249.html>) 2023-11-17] (ang.).
51. *APS Member History: Arthur Schuster* (<http://web.archive.org/web/20241227082208/https://search.amphilsoc.org/memhist/search?creator=Arthur+Schuster&title=&subject=&subdiv=&mem=&year=&year-max=&dead=&keyword=&smode=advanced>) [online], American Philosophical Society [dostęp 2026-05-30] [zarchiwizowane z adresu (<https://search.amphilsoc.org/memhist/search?creator=Arthur+Schuster&title=&subject=&subdiv=&mem=&year=&year-max=&dead=&keyword=&smode=advanced>) 2024-12-27] (ang.).
52. *Supplement to the London Gazette, nr 31712* (<http://web.archive.org/web/20251121120802/https://www.thegazette.co.uk/London/issue/31712/supplement/3>), The London Gazette, 31 grudnia 1919, s. 3 [zarchiwizowane z adresu (<https://www.thegazette.co.uk/London/issue/31712/supplement/3>) 2025-11-21] (ang.).
53. *Schuster* (<http://web.archive.org/web/20260519112320/https://planetarynames.wr.usgs.gov/Feature/5387>) [online], International Astronomical Union, Gazetteer of Planetary Nomenclature [dostęp 2026-05-30] [zarchiwizowane z adresu (<https://planetarynames.wr.usgs.gov/Feature/5387>) 2026-05-19] (ang.).
54. *Maps and Travel* (<http://web.archive.org/web/20260312065751/https://www.physics.manchester.ac.uk/about/maps-and-travel/>) [online], Department of Physics and Astronomy, University of Manchester [dostęp 2026-05-30] [zarchiwizowane z adresu (<https://www.physics.manchester.ac.uk/about/maps-and-travel/>) 2026-03-12] (ang.).
55. 🟢 Harry Bateman, *An Extension of Schuster's Integral*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, 32 (3), 1946, s. 70–72, DOI: 10.1073/pnas.32.3.70 (<https://dx.doi.org/10.1073/pnas.32.3.70>), PMID: 16578196 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16578196>), PMCID: PMC1078882 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1078882/>) (ang.).

## Bibliografia

---

- Simpson G.C., *Sir Arthur Schuster, 1851–1934*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society”, 1 (4), 1935, s. 408–423, DOI: 10.1098/rsbm.1935.0006 (<https://dx.doi.org/10.1098/rsbm.1935.0006>) (ang.).
- Dyson F.W., *Sir Arthur Schuster, F.R.S.*, „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 95, 1935, s. 326–330 (ang.).
- Schuster A., *Biographical Fragments* (<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.80550>), Londyn: Macmillan & Co., 1932 (ang.).

## Linki zewnętrzne

---

-  **Zobacz multimedia** związane z tematem: *Arthur Schuster* ([https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Arthur\\_Schuster?uselang=pl](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Arthur_Schuster?uselang=pl))
- *Contribution of Sir Arthur Schuster* (<http://web.archive.org/web/20241226174013/http://www.cas.manchester.ac.uk/restools/whitworth/history/schuster/>) [online], Centre for Atmospheric Science, University of Manchester [zarchiwizowane z adresu (<http://www.cas.manchester.ac.uk/restools/whitworth/history/schuster/>) 2024-12-26] (ang.).

---

Źródło: „[https://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Arthur\\_Schuster&oldid=80210098](https://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Arthur_Schuster&oldid=80210098)”