

Marian Smoluchowski i fizyka statystyczna

P. F. Góra

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ

5 października 2016





Marian Smoluchowski

Marian Ritter von Smolan Smoluchowski

ur. 28 maja 1872 w Vorder-Brühl pod Wiedniem

uczęszczał do Theresianum, ekskluzywnej szkoły średniej
w latach 1890-94 studiował fizykę w Wiedniu

1895 doktorat

1898 habilitacja

podróże naukowe do Paryża, Glasgow, Berlina

starszy brat Tadeusz (1868-1936) był doktorem chemii, studiował
w Wiedniu i Zurychu



Wilhelm i Teofila Smoluchowsky

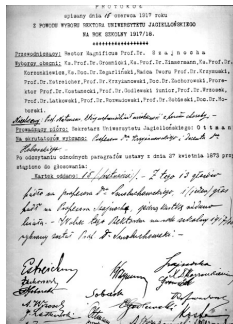


1900-1912 profesor fizyki teoretycznej na
 Uniwersytecie Lwowskim
 dziekan Wydziału Przyrodniczego
 autor podręczników, teoretyk nauczania
 malarz, muzyk-amator, bibliofil

Z pewnością bardzo chętnie objąłbym katedrę fizyki matematycznej we Lwowie [. . .], bo chociaż zakres działania nie będzie tak wielki jak na wielu innych wszechnicach, przecież wolałbym, żeby praca moja przyniosła bezpośredni pożytek dla rodaków aniżeli cudzoziemców.

z listu do Kazimierza Twardowskiego

1912-1917 profesor fizyki doświadczalnej na
 Uniwersytecie Jagiellońskim
 dziekan Wydziału Przyrodniczego
 15 czerwca 1917 wybrany Rektorem UJ
 umiera 5 września 1917 na dyzenterię



W 1901 Marian Smoluchowski poślubił Zofię Baraniecką, córkę profesora matematyki UJ

Mieli dwoje dzieci, córkę Aldonę i syna Romana



Marian Smoluchowski był wielkim miłośnikiem gór. Pierwszy raz był w Tatrach jako trzynastoletni chłopiec. Potem wspinał się w górach austriackich, a w czasach studenckich, wraz z bratem Tadeuszem, w Dolomitach. Wspólnie przebyli **24 nowe drogi skalne**, z czego **16 było pierwszymi wejściami szczytowymi**. Bracia Smoluchowscy należeli wówczas do czołowych alpinistów świata.



Marian Smoluchowski (po lewej) pod Rysami

Sas dal Léc, pierwsze wejście. . . Wiedzieliśmy, że wierzchołek, na który już wielokrotnie usiłowano wejść, od strony tej szczyerby był atakowany bez powodzenia. Wysoka pionowa ściana uniemożliwiała dalsze posuwanie się. . . O godz. 9 min. 30 osiągnęliśmy główny, pokryty śniegiem i piargami taras, o godz. 10 północną ścianę Sas dal Léc. Przez ścianę tę przebiega stroma rynna lodowa, spadająca od wschodniej strony szczytu, która jednak ze względu na liczne przewieszane uskoki nie nadaje się do wejścia. . . Po dłuższym rekonesansie zauważyliśmy. . . słabo wykształconą półkę. By dojść do niej wznosimy się po stopniach, aż w wąskim miejscu można było dokonać łatwej przeprawy. . . Pod zwisającą skałą zostawiliśmy buty, czekany (z wyjątkiem jednego), raki etc. W skarpetkach do półki. Półka urywa się, nie łatwo dojść do jej przedłużenia. Jest ona wąska i eksponowana, przewieszka po prawej miejscami mocno odpycha. Po wejściu na blok skalny (bardzo trudne) osiąga się teren wznoszący się stopniami, gdzie szybko zyskuje się na wysokości.

Ze sprawozdania Mariana Smoluchowskiego dla roczników klubu alpejskiego

Smoluchowski odbył też wyprawy w Alpy, między innymi na Matternhorn (4478 m). W owych czasach oznaczało to kilkunastokilometrowy marsz, biwak pod ścianą, wspinaczkę i zazwyczaj jeszcze jeden biwak w drodze na szczyt. Wyposażenie wspinaczy było bardzo skromne, jak na dzisiejsze standardy.



Na początku XX wieku narciarstwo w Polsce dopiero zaczynało się rozwijać. Bracia Tadeusz i Marian Smoluchowscy należeli do założycieli Karpackiego Towarzystwa Narciarskiego (Tadeusz był później jego prezesem).



Marian Smoluchowski na nartach w Czarnohorze



Marian Smoluchowski (po prawej) na nartach pod Babią Górą

W czasach krakowskich Marian Smoluchowski często jeździł w Tatry.



Pod Mnichem



Nad Zmarzłym Stawem

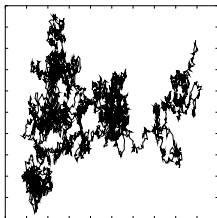
Teren, który ukazuje się przed moimi oczami – to przede wszystkim świat Dolomitów, i wydaje mi się, że był on znacznie piękniejszy niż dla dzisiejszego turysty. Wszak był daleko pierwotniejszy i dawał okazję do prawdziwych wypraw odkrywczych, i jeżeli próbowaliśmy nowych dróg i nowych wejść, odczuwaliśmy nie tylko obiektywną wspaniałość gór, lecz i subiektywny urok działalności odkrywczej. . . Z tego co dały mi góry, trzy rzeczy uważam za najcenniejsze:

- 1. przyzwyczajenie do podejmowania trudnych zadań,*
- 2. radość z przewyciężenia trudności,*
- 3. zdolność do upiękśzenia codziennego życia przez najwznioślejszą poezję: poezję świata gór.*

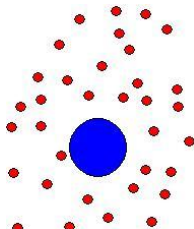
Z listu Mariana Smoluchowskiego z okazji przyznania mu srebrnej szarotki i tytułu Alter Herr przez Akademicką Sekcję Klubu Alpejskiego, 1917



Robert Brown (1773-1858)



trajektoria cząsteczki brownowskiej



mechanizm molekularny

- bardzo nieregularne trajektorie; samopodobne
- zagadka przez prawie 80 lat
- wyjaśnienie: efekt zderzeń z cząsteczkami ośrodka — ruchy Browna są manifestacją ruchów cieplnych ośrodka
- zmiana paradygmatu, dowód hipotezy atomistycznej

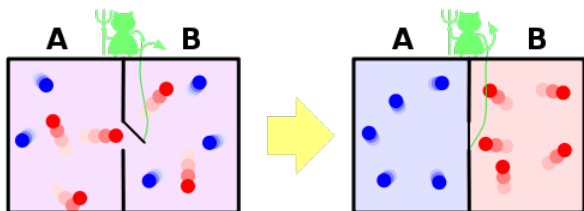


Albert Einstein

A. Einstein, *Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen*, Ann. Phys. 17, 549–560 (1905).

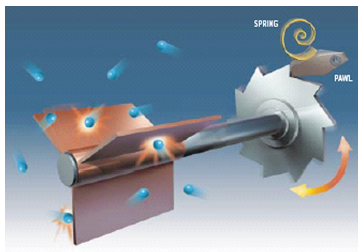
Marian
Smoluchowski

M. von Smoluchowski, *Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen*, Ann. Phys. 21, 756–780 (1906).



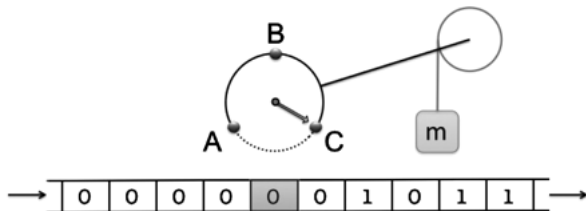
Demon Maxwella: hipotetyczna istota inteligentna, potrafiąca rozdzielić gaz na frakcję gorącą i chłodną. Łamałoby to II zasadę termodynamiki.

Jeżeli demon sam podlega prawom fizyki, to choć na skutek jego działań entropia gazu spada, to rośnie entropia samego demona (zasada Landauera).



Wariant demona Maxwella, wymyślony przez Mariana Smoluchowskiego: Cząsteczki gazu uderzają w wiatraczek i wał obraca się. Obrót w drugą stronę jest zablokowany przez zębatkę o asymetrycznych zębach i zapadkę, dociskaną przez sprężynkę. *Wydaje się*, że uzyskujemy pracę korzystając z jednego zbiornika ciepła, co także łamie II zasadę termodynamiki.

Smoluchowski zauważył, że zapadka sama podlega ruchom cieplnym, a zatem “puszcza” ruch w drugą stronę. II zasada termodynamiki nie jest złamana.

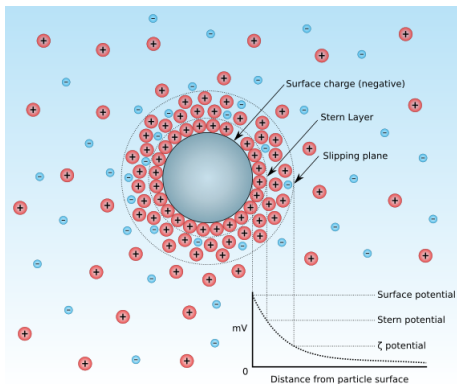


D. Mandal, C. Jarzynski, *Work and information processing in a solvable model of Maxwell's demon*, PNAS **109**, 11641 (2012)

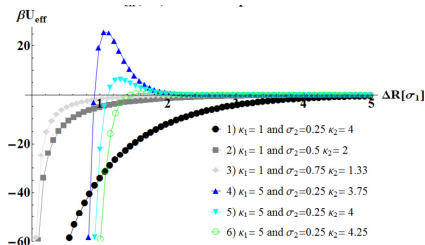
Demon Maxwella (zębatka brownowska) jak maszyna Turinga: **Związek podstaw fizyki z podstawami informatyki?!**

- W 1904, jako pierwszy, stwierdził istnienie fluktuacji gęstości w gazach, co — między innymi — doprowadziło do wyjaśnienia błękitnego koloru nieba jako wyniku rozpraszania światła na fluktuacjach gęstości atmosfery.
- W 1908 wyjaśnił zjawisko opalescencji krytycznej (nieskończona długość korelacji!)
- W 1903 sformułował teorię potencjału ζ i sformułował pierwszą (i, w zasadzie, do dziś stosowaną) metodę wyliczania go z danych doświadczalnych.

Potencjał ζ — potencjał elektrokinetyczny w związkach koloidalnych. Pojawia się na skutek otaczania większych cząstek przez mniejsze (naładowane) cząstki, których ładunki częściowo się ekranują. Jego wielkość decyduje o stabilności koloidów.



Kolosalne znaczenie w szeregu dziedzinach, od technologii chemicznej po wyjaśnienie biomolekularnych podstaw życia.



Rysunek z pracy M. Majka, P.F.Góra, Phys. Rev. E **90**, 032303 (2014):
 Niewielka zmiana parametrów w dwuskładnikowym roztworze koloidalnym może zamienić mikroskopowe odpychanie na efektywne przyciąganie!

Po śmierci Mariana Smoluchowskiego, wspomnienia o nim napisali między innymi Albert Einstein, Subrahmanyan Chandrasekhar i Arnold Sommerfeld. Prace Mariana Smoluchowskiego były cytowane łącznie około **6000 razy**.

Zbyt wcześnie przeciął los jego natchnioną działalność jako badacza i nauczyciela [. . .], dźierzmy wysoko jego wzór i dzieło!

Albert Einstein o Marianie Smoluchowskim