

**WALTHER H. NERST – CHEMIK, INNOWATOR,  
CZŁOWIEK**

**Prof. dr hab. Bogusław Buszewski**

*Kujawsko Pomorskie Centrum Naukowo-Technologiczne  
im. prof. Jana Czochralskiego  
ul. Parkowa 1, 87-134 Przysiek k/Torunia  
e-mail: [bbusz@umk.pl](mailto:bbusz@umk.pl)*

---

---

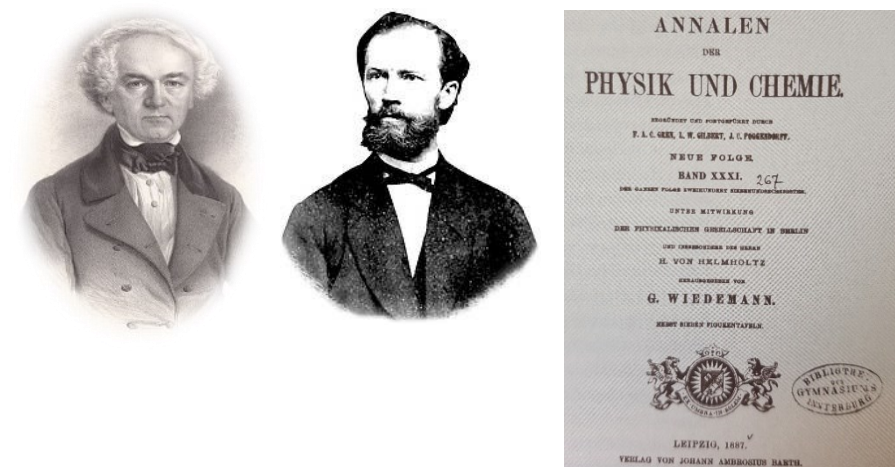
Niniejsze opracowanie jest skróconą wersją referatu, wygłoszonego podczas Sesji Naukowej, która odbyła się w *Collegium Humanisticum* UMK w Toruniu 19 listopada 2022 roku w 80. rocznicę śmierci Walthera Hermanna Nernsta. W pewnym sensie stanowić będzie to uzupełnienie informacji zawartych w części opisanej przez prof. Józefa Szudego [1], poświęconej roli i znaczeniu Nernsta oraz jego odkryć dla współczesnej fizyki. Prof. W.H. Nernst jako fizykochemik pracował na pograniczu obu dziedzin chemii i fizyki, a jego osiągnięcia mają fundamentalne znaczenie dla podstaw teoretycznych zjawisk przebiegających na granicy faz, w roztworach i procesów jednostkowych związanych z termodynamiką tych zjawisk. Artykuł ten jest modyfikacją i uzupełnieniem mojej pracy zatytułowanej *Znaczenie Walthera Nernsta dla i w chemii*, która ukazała się w **Roczniku Grudzińskim** vol. XXX, 2022, s. 61–75.

Wszystko zaczęło się na obecnych ziemiach polskich, w dawnych Prusach Wschodnich, w miejscowości Wąbrzeźno (z niem. *Briesen*), gdzie 25 czerwca 1864 roku na świat przyszedł Walther Herman Nernst. Rodzina pochodziła z Brandenburgii. Ojciec, Gustaw, był urzędnikiem sądowym. Matka, Ottylia z domu Nerger, pochodziła z rodziny ziemiańskiej. Nernstowie mieli piątkę dzieci, wśród których Walther był trzecim pod względem starszeństwa. W Grudziądzu rozpoczął (1874) i ukończył edukację na poziomie średnim. Tu w Ewangelickim Gimnazjum Królewskim (obecnie Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego) (rys. 1) złożył wymagane egzaminy i z wyróżnieniem uzyskał maturę jako *primus omnium* (1883) [2].



Rys. 1. Ewangelickie Gimnazjum Królewskie w Grudziądzu, obecnie Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego

Jak pisze W.H. Nernst w swoich wspomnieniach – dzięki nauczycielowi matematyki, fizyki i przyrody Christianowi Fridrichowi Röhlowi [2] rozwinął zainteresowania naukami ścisłymi. Właśnie z inspiracji C.F. Röhla wybrał studia na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu w Zürichu, by – jak stwierdził w swoim zyciorysie – poświęcić się studiowaniu studiom fizyki, chemii i matematyki [3]. Przejawem poszukiwań edukacyjnych i chęci zdobywania coraz głębszej wiedzy było kontynuowanie nauki w Berlinie i Grazu, gdzie pracowali i wykłady prowadzili najwybitniejsi uczeni tej miary co: Heinrich Weber, Ludwik Boltzmann czy Albert von Ettingshausen. Ten ostatni był promotorem doktoratu W.H. Nernsta, przy znaczącym udziale Fredricha Kohlrauscha, jednego z pionierów elektrochemii. Nernst obronił doktorat 11 maja 1887 roku na Uniwersytecie w Würzburgu z najwyższą oceną (*summa cum laude*) (rys. 2) [2, 3].



Rys. 2. Albert von Ettingshausen i Fredrich Kohlrausch – promotorzy doktoratu W.H. Nernsta oraz strona tytułowa czasopisma, w którym Nernst publikował wyniki swoich badań

Uzyskany dyplom otworzył mu drzwi do najlepszych uniwersyteckich laboratoriów badawczych w Europie: w Würzburgu, Lipsku, Heidelbergu, Rydze, Berlinie czy Getyndze, a w konsekwencji umożliwił podjęcie współpracy z takimi uczonymi jak: Fredrich Kohlrausch, Jacobus van't Hoff (Laureat Nagrody Nobla 1901), Svante Arrhenius (Laureat Nagrody Nobla 1903) czy Wilhelm Oswald (Laureat Nagrody Nobla 1909) (rys.3). Uчени ci byli tzw. *jonistami* – pionierami w opracowaniu teorii dotyczącej przepływu prądu w roztworach elektrolitów [4], dając podstawy współczesnej elektrochemii, ważnego działu chemii fizycznej (rys. 3). Nernst opracował w tym czasie i opublikował teorię rozpadu związków jonowych w wodzie [5].



Rys. 3. *Joniści*, profesorowie: Fredrich Kohlrausch, Jacobus van't Hoff, Svante Arrhenius, Wilhelm Oswald i Walther H. Nernst

W 1889 roku na Uniwersytecie w Lipsku Walther Nernst uzyskał habilitację (termodynamika, fizykochemia roztworów). Wkrótce zapoczątkował wiele ambitnych projektów badawczych w różnych dziedzinach nauki, głównie z pogranicza chemii i fizyki. Wraz z badaniami w zakresie chemii i fizyki (elektrologia) pracował nad modyfikacją i opracowaniem nowej generacji lampy żarowej (1897), tzw. *lampy Nernsta* [1, 2]. Opatentował ją, a technologię skomercjalizował uzyskując znakomite zabezpieczenie finansowe. Konsekwencją tego sukcesu i osobistych kontaktów z wybitnymi uczonymi (*joniści*) było otrzymanie wielu ofert objęcia stanowiska profesora. Został zaproszony do kierowania Katedrą Fizyki na Uniwersytecie w Monachium, na Uniwersytecie w Berlinie a także do kierowania Katedrą Chemii Fizycznej na Uniwersytecie w Getyndze. Wybrał Getyngę, gdzie w 1890 roku został najpierw docentem, a w 1894 roku profesorem zwyczajnym. Tam też utworzył Instytut Chemii Fizycznej i Elektrochemii, którego został dyrektorem (Rys. 4).



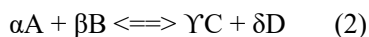
Rys. 4. Walther Nernst – jako profesor Uniwersytetu w Getyndze (1894–1905). A – budynek główny Uniwersytetu, B – Aula, C – Instytut Chemii Fizycznej i Elektrochemii

Początkowo Nernst pracował nad zagadnieniami teoretycznymi, zainicjowanymi przez swoich poprzedników (grupę *jonistów*), próbując rozwiązać i modyfikować istniejące równania. Następnie zaczął podejmować nowe tematy. Jednym z nich była termodynamika reakcji chemicznej. Kontynuował pionierskie badania w zakresie magneto- i termochemii. Wykorzystując wcześniej uzyskane wyniki wspólnych prac z Kohlrauschem i Arrheniusem, bazując na badaniach van't Hoffa oraz niemieckiego fizjologa Adolfa Ficka (twórcy teorii dyfuzji), podjął prace w zakresie elektrochemii. Nernst w głównej mierze przyczynił się do opracowania ogólnej teorii przewodnictwa roztworów elektrolitycznych. Wyprowadził ogólne równanie, pozwalające wyrazić potencjał elektrody  $E$  za pomocą parametrów charakteryzujących elektrolity. Równanie to, zwane w literaturze *równaniem Nernsta*, stanowi klasyczny element opisu stanu równowagi dla reakcji elektrochemicznej[6].

Wychodząc z klasycznej termodynamiki, energia swobodna Gibbsa ( $\Delta G$ ) jest powiązana ze zmianą energii swobodnej w stanie standardowym ( $\Delta G_0$ ) co można opisać za pomocą prostego równania:

$$\Delta G = \Delta G_0 + RT \ln a \quad (1)$$

w którym  $a$  wyraża aktywność reagentów (równanie 2)



Stałą podziału ( $K_D$ ) definiuje się go jako stosunek aktywności (lub stężeń molowych) produktu do aktywności form reagenta biorących udział w reakcji chemicznej. W stanie równowagi stała podziału  $K_D$  jest wielkością stałą w czasie i jest równa stałej równowagi.

$$K_D = a_C^{\gamma} a_D^{\delta} / a_A^{\alpha} a_D^{\beta} \quad (3)$$

Odpowiada to ilościowym procesom utleniania ( $a_{ox}$ ) i redukcji ( $a_{red}$ ) zachodzącym np. na elektrodzie (półogniwie)

$$E_{red} = E^{\circ}_{red} - RT/zF \ln a_C^{\gamma} a_D^{\delta} / a_A^{\alpha} a_D^{\beta} \quad (4)$$

Zmianę potencjału półogniwa  $E$  związany z reakcją elektrochemiczną definiuje się jako spadek energii swobodnej Gibbsa w przeliczeniu na kulomb przenieszonego ładunku ( $C$ ), co prowadzi do zależności

$$C = N q$$

gdzie  $N$  jest stałą Avogadro a  $q$  jest podstawowym ładunkiem. Równanie to stanowi uproszczone równanie Nernsta, które dla elektrochemicznego półogniwa (elektrody) można wyrazić jako:

$$\Delta G = -zF\Delta E \quad (5)$$

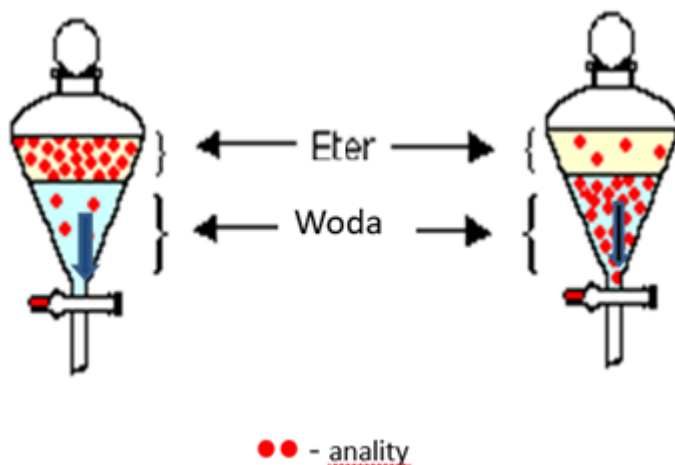
Konsekwencją interpretacji tego równania (5) było opracowane przez Walthera Nernsta prawa podziału, które w przypadku roztworów określa, w jaki sposób dowolna substancja chemiczna (substancja rozpuszczona) ulega podziałowi pomiędzy dwie niemieszające się fazy (rozpuszczalniki) tak, że w stanie równowagi stosunek stężeń substancji rozpuszczonej w tych obu fazach jest stały w danej temperaturze i nie zależy od ogólnego stężenia substancji [6].

$$K_D = c/c_0 = \mu x_A = \mu x_B, \quad \text{gd}y \quad T = \text{const}, \text{ i } p = \text{const} \quad (6)$$

$c$  – stężenie ogólne,  $c_0$  – stężenie początkowe

Prawo to ma wiele swoich konsekwencji nie tylko dla współczesnej chemii, ale jest podstawą układów, które ogólnie określa się chemią i/lub technologią zrównoważonego rozwoju. Stanowi ono również fundament, ważnych w chemii analitycznej metod rozdzielania, w których zarówno ekstrakcja jak i chromatografia,

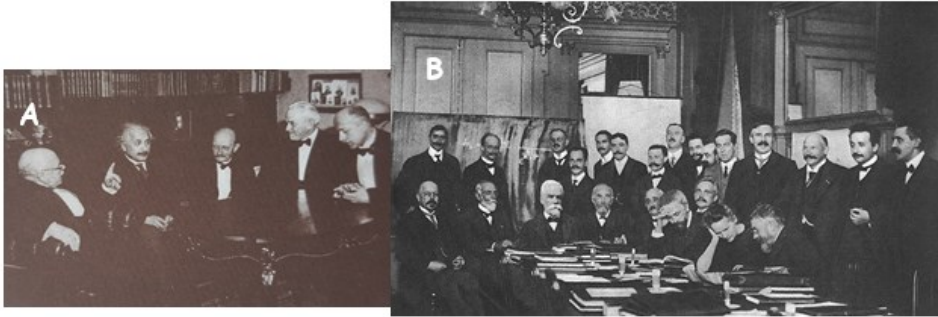
ale też i flotacja i elutriacja są technikami wiodącymi. Zwrócić tu trzeba uwagę, że właśnie chromatografia odkryta i zaprezentowana została 150 lat temu (21 marca 1903 roku) przez Michaiła S. Cwieta, profesora botaniki, na Carskim Uniwersytecie Warszawskim [7]. Nernst, dzięki prawu podziału, stał się ojcem-prekursorem technik ekstrakcyjnych. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz odegrała i odgrywa kolosalną rolę w izolowaniu substancji w formie czystej ze złożonych matryc [8]. Generalnie ekstrakcja jest metodą rozdzielania, wykorzystującą zjawisko podziału substancji między dwie nie mieszające się fazy lub, inaczej mówiąc, „przechodzenia” substancji ekstrahowanej z jednej fazy do drugiej (Rys. 5).



Rys. 5. Graficzny schemat idei ekstrakcji nernstowskiej w układzie ciecz – ciecz

Piętnaście lat, które Walther Nernst spędził w Getyndze, było najbardziej twórczym okresem naukowym tego wybitnego uczonego. Stał się niepodważalnym autorytetem w dziedzinie chemii jak i fizyki. Uzyskał państwowe finansowanie na budowę infrastruktury naukowo-badawczej. Utrzymywał intensywne kontakty i regularnie spotykał się z najwybitniejszymi uczonymi tamtych czasów (Rys. 6). Aktywnie uczestniczył w Kongresach Solvayowskich w Hotelu Bristol w Brukseli. Kongresy te skupiały aktualnych i przyszłych noblistów. Jediną kobietą, z którą „męski świat nauki” się wtedy liczył była oczywiście podwójna laureatka Nagrody Nobla Maria Skłodowska-Curie. W 1894 roku Walther Nernst otrzymał wiele propozycji objęcia kierownictwa najbardziej prestiżowych instytucji naukowych w Austrii i Prusach, w tym w Instytucie Chemii Fizycznej Uniwersytetu Berlińskiego. Z propozycji tej skorzystał. W 1905 roku, po 15 latach pracy w Getyndze, został mianowany profesorem chemii fizycznej Uniwersytetu Fryderyka Wilhelma w Berlinie, a także dyrektorem drugiego Instytutu Chemicznego. Na uni-

wersytecie tym pracowali uczeni tej miary co Max Planck, Albert Einstein, Otto Warburg czy Erwin Schrödinger, którzy tworzyli trzon tzw. *berlińskiej szkoły termodynamiki*. W tym samym roku Nernst został wyróżniony przez cesarza Wilhelma II Orderem Czerwonego Orła i powołano go na stałego członka Pruskiej Akademii Nauk [2–4].



Rys. 6. A – jedno ze spotkań tuzów naukowców przełomu XIX i XX w; od lewej: W. Nernst, A. Einstein, M. Planck, R.M. Millikan i M. von Laue. B – pierwsza konferencja solvayowska w 1911 roku; wśród uczestników Maria Skłodowska-Curie

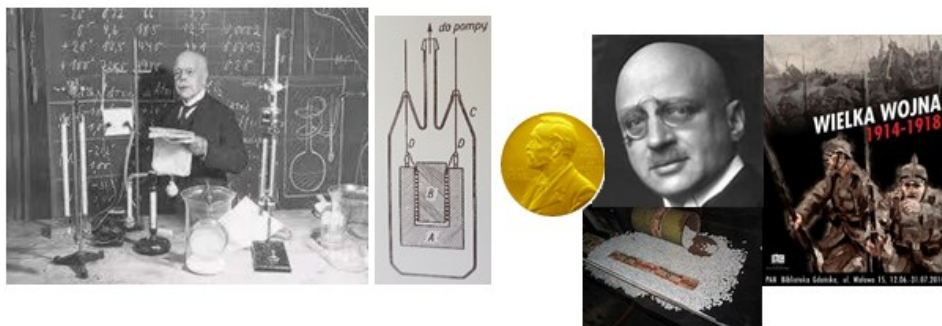
Współpraca z Maxem Planckiem, który nadał końcowy kształt jego koncepcji, zaowocowała największym odkryciem naukowym Waltera Nernsta – opisem teoretycznym zjawisk termochemicznych zwanym **III zasadą termodynamiki**. Jej założeniem jest to, że przy określonych warunkach entropia doskonałego układu termodynamicznego dąży do zera, gdy wartość bezwzględna temperatury tego układu również dąży do zera:

$$\Delta S, \Delta F = \Delta H - T\Delta S \quad \text{gdy} \quad \Delta F \rightarrow \Delta H = 0 \quad (7)$$

$\Delta H$  - entalpia układu,  $\Delta S$  – entropia układu,  $\Delta F$  – energia swobodna,  $T$  – temperatura

Ma to istotne znaczenie praktyczne w przypadku konstrukcji i wyznaczenia sprawności układów chłodzących np. lodówki. Ponadto konsekwencją jest, że w temperaturze zera absolutnego zamierają wszystkie procesy, a ciepło właściwe i rozszerzalność termiczna ciał stałych dąży do zera absolutnego tak jak temperatura zbliża się do zera absolutnego [6].





Rys. 7. Od lewej: Walther Nernst podczas jednego ze swoich wykładów; schemat kalorymetru Nersta do eksperymentów termochemicznych; Medal Noblowski; Fritz Haber oraz jego cyklon B

Sukcesy naukowe nie osłabiły aktywności Walthera Nernsta. Z dużym zapałem prowadził wykłady dla studentów Uniwersytetu Berlińskiego (Rys. 7). Rozwijał nowe kierunki badań w zakresie termochemii, elektrochemii i chemii elektrolitów. Niestety wraz z wybuchem I-ej wojny światowej znacząco zaangażował się na rzecz przemysłu wojennego Rzeszy. Podjęta z prof. Fritzem Haberem (laureatem Nagrody Nobla 1918) współpraca w zakresie otrzymywania nowej generacji materiałów wybuchowych oraz nowych śmiertelnych gazów bojowych (na bazie fosgenu) doprowadziły do uzyskania wysokich odznaczeń państwowych, w tym Krzyża Żelaznego. Pomimo powszechnej krytyki, emigracji do Szwecji i Szwajcarii związanych z jego zaangażowaniem na rzecz przemysłu zbrojeniowego (ściśle współpracując z Fritzem Haberem w opracowaniu gazów bojowych), a zwłaszcza obwinianiu za masakrę żołnierzy na granicy belgijsko-niemieckiej, biorąc pod uwagę jego wielkie zasługi dla nauki i mediacji pokoju po przegranej wojnie powrócił do Niemiec i kontynuował swoje badania naukowe. W tym miejscu należy dodać, że wśród licznych nagród i wyróżnień akademickich Walter Nernst uzyskał godność *doktora honoris causa* pięciu europejskich uczelni w tym Technische Hochschule w Gdańsku (aktualnie Politechnika Gdańska) w 1904 roku [2, 3].

Zmiana poglądów politycznych wynikała nie tylko z porażki Rzeszy, ale osobistych doświadczeń Walthera Nernsta: obaj jego synowie (miał pięcioro dzieci) zginęli podczas działań wojennych, będąc ofiarami właśnie opracowanej przez ojca broni chemicznej. To oraz inne wydarzenia rodzinne (dwie córki wyszły za mąż za Niemców pochodzenia żydowskiego i wyemigrowały z Rzeszy) spowodowały wycofanie się Nernsta z aktywnej działalności politycznej i akademickiej. Tę ostatnią Walther Nernst zakończył z dniem 1 października 1933 roku na Uniwersytecie Berlińskim rezygnując również z członkostwa w Akademii Nauk. Nie popierał polityki III Rzeszy i Hitlera. Dużo podróżował, w tym do: USA, Szwecji, Szwajcarii i Anglii. Na stałe wraz z rodziną przeniósł się do zakupionego wcześniej majątku

Ober-Zibelle (dzisiaj Niwica na Dolnym Śląsku). Tam oddał się nabytej w młodości pasji: uprawie i zarządzaniu dobrami rolnymi (to mu pozostało z okresu grudziądzkiego), hodowlą ryb (zwłaszcza karpia) oraz łowiectwu. Innym realizowanym przez niego hobby był automobilizm (kochał samochody) oraz muzyka, a zwłaszcza prace konstruktorskie nad elektronicznym fortepianem. Zmarł w dniu 18 listopada 1941 roku w Niwicy, a pochowany został w Berlinie-Neukölln. Jego drugi pogrzeb i złożenie prochów obok żony Emmy odbyło się w dniu 1 listopada 1951 roku w Getyndze. Spoczął na cmentarzu obok Maxa Plancka, Ottona Hahna i Maxa von Lauego [2–4].

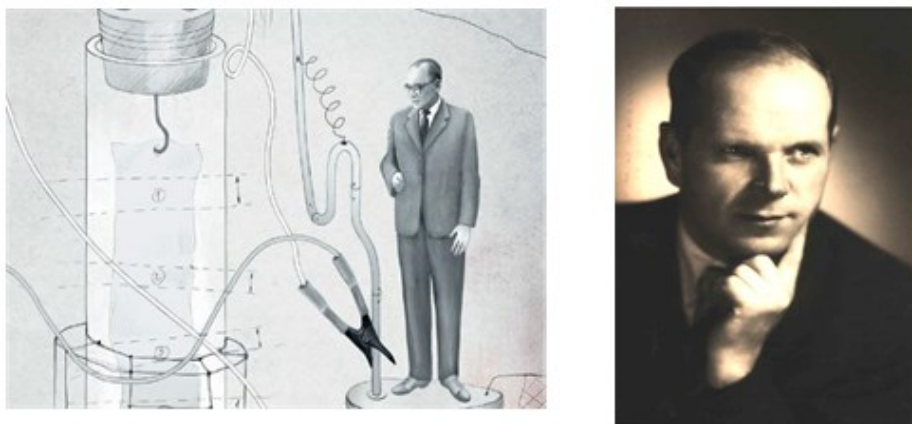
Do najważniejszych osiągnięć naukowych Waltera Nernsta z zakresu chemii należy zaliczyć:

- Teorię osmotyczną ogniw galwanicznych – równanie opisujące potencjał ogniwa galwanicznego (1889),
- Wprowadzenie pojęcia iloczynu rozpuszczalności soli trudnorozpuszczalnych,
- Opracowanie koncepcji roztworów buforowych,
- Opracowanie prawa podziału substancji chemicznej rozpuszczonej w dwu kontaktujących się cieczach, które (nie mieszają się wzajemnie – ekstrakcja,
- Badania równowag gazowych w wysokich temperaturach –  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ ,
- Badania kinetyki reakcji chemicznych w układach niejednorodnych,
- Sformułowanie III zasady termodynamiki (1906 – 1912), która mówi: *ze dla układów doskonałych (pierwiastków i związków chemicznych) entropia jest równa zero, w temperaturze zera absolutnego,*
- Uzyskanie Nagrody Nobla w zakresie chemii „*in recognition of his work in thermochemistry*” (10 grudnia 1920 roku).

Z analizy tych osiągnięć, poza głównym nurtem badań w zakresie chemii fizycznej, przede wszystkim w elektrochemii i termochemii, szczególne znaczenia dla chemików, zwłaszcza chemików-analityków, odgrywają zagadnienia związane z chemią roztworów oraz prawem podziału i ekstrakcją jako techniką rozdzielania. Zarówno w przeszłości jak i aktualnie, w sposób bezpośredni lub pośredni, z Waltherem Nernstem i reprezentowanymi przez niego tematyką badań związani byli uczeni, którzy wnieśli znaczący wkład w i dla polskiej nauki. Prof. Józef Szudy w jednym z swoich artykułów przeglądowych [4] dokonał usystematyzowania tych zależności. Bazując na tych zależnościach i po uzupełnieniu danych z opracowania A. Śródki [9] – skonstruowałem swoiste drzewo genealogiczne wpływu osiągnięć Nernsta, bez którego nie byłoby postępu, rozwoju i światowych sukcesów w fizykochemicznych technikach rozdzielania (chromatografia, ekstrakcja, flotacja i techniki membranowe). Oczywiście skompletowanie tych gałęzi nie jest proste i je-

dnoznaczne. Wprawdzie czytelnik zainteresowany śledzeniem tworzenia i rozwoju szkół naukowych w ośrodkach akademickich linii wywodzącej się od Walthera Nernsta a transferowanej do Polski przez prof. Karola S. Olszewskiego i prof. Stanisława Tołłoczkę znajdzie na stronie domowej [10]. W tym dość szczegółowo rozbudowanym drzewie genealogicznym można wyróżnić gałąź lwowską, jako główny nurt, a z niej wywodzącą się gałąź: krakowską, wrocławską i warszawską. Z gałęzi tych wyrosły odnóże: opolskie, lubelskie i toruńskie. Wszystkie te ośrodki akademickie specjalizowały się opracowaniami z zakresu podstawowych problemów chemii nieorganicznej, chemii fizycznej i analitycznej. Większość realizowanych badań odnosiła się do zjawisk powierzchniowych przebiegających na granicy faz, elektrochemii czy technik separacyjnych.

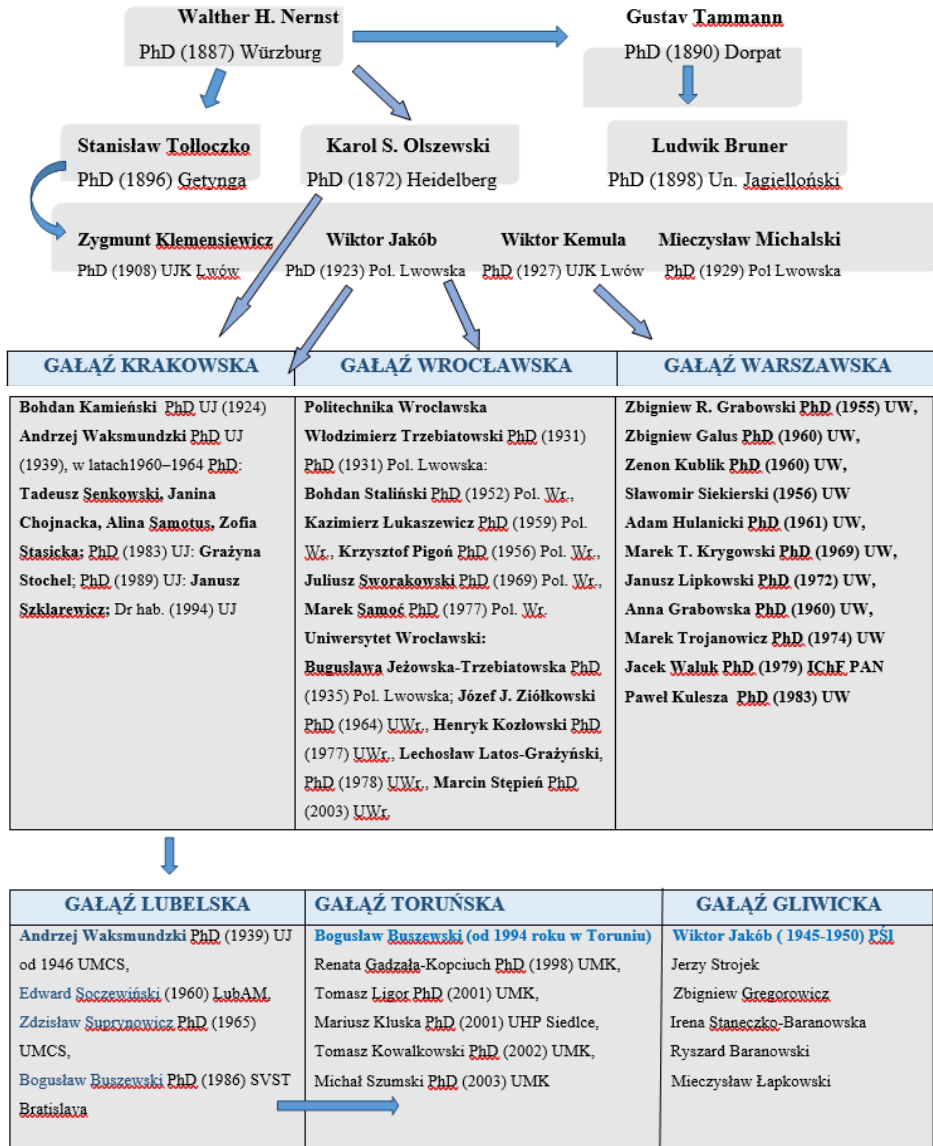
Metody separacyjne i elektrochemiczne z dużym powodzeniem były rozwijane na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego przez prof. Wiktora Kemulę i jego uczniów (Fig. 8) [7].



Rys. 8. Wiktor Kemula (1902–1985) i jego oryginalne rozwiązanie chromatopolarografii oraz twórca *Lubelskiej Szkoły Chromatografii* Andrzej Waksmundzki

Profesor Kemula i jego współpracownicy z dużym powodzeniem wprowadzili do światowej literatury (w 1952 roku) chromatopolarografię, jako połączenie intensywnie rozwijającej się polarografii (Jaroslav Heyrovský – Nagroda Nobla w 1956 roku) oraz chromatografii [7,8]. Ta druga technika bazująca na prawie podziału Nernsta, swoje korzenie ma w Polsce na Uniwersytecie Warszawskim (Michał S. Cwiet)[7].

**POLSKIE GAŁĘZIE W FIZYKO-CHEMICZNYM DRZEWIE  
GENEALICZNYM WALTHERA H. NERSTA**





Rys. 9. Zasada chromatografii wg. idei M.S. Cwieta A – przykładowe rozdzielanie mieszaniny chlorofilu i chloroplastów; B – zasada ekstrakcji ciecz-ciecz; C – ekstrakcji ciecz-ciało stałe (SPE)

Polega ona na rozdzielaniu mieszanin, w których składniki ulegają podziałowi między dwie pozostające w kontakcie nie mieszające się ze sobą fazy: stacjonarna (FS) i ruchoma (FR). FS oznacza ciało stałe, ciecz osadzona na stałym nośniku lub żel. Przeszczanie gazowej lub ciekłej FR powoduje migracje składników mieszaniny z szybkościami określonymi przez ich współczynniki podziału ( $k$ ). Współczynnik  $k$  reprezentuje tzw. retencje netto analitu oddziaływującego między FS i FR. Główne mechanizmy w chromatografii polegają na: adsorpcji, podziale, wymianie jonowej i ekskluzji (efekt sitowo-molekularny). Zwykle występują mechanizmy mieszane [7, 8].

Technika ta stała się polską specjalnością, co do opracowań teoretycznych, i stanowi obecnie podstawowe narzędzie w nowoczesnej chemii analitycznej, w jakościowym i ilościowym oznaczaniu całej gamy związków chemicznych o zróżnicowanej budowie i charakterze. Jednakże, dzięki swojej pozycji i osiągnięciom za centrum badań nad fizykochemią zjawisk powierzchniowych, gdzie z dużym powodzeniem rozwijane były fizykochemiczne metody rozdzielania (chromatografia, flotacja, ekstrakcja, elutracja, itd.) należy uznać Lublin. W mieście tym, na UMCS i Akademii Medycznej (aktualnie Lubelski Uniwersytet Medyczny), dzięki charyzmie i zaangażowaniu prof. dr hab. Andrzej Waksmundzki stworzył *Lubelską Szkołę Chromatograficzną* [7]. Profesor, wychowanek Uniwersytetu Jagiellońskiego, skoligacony rodzinie z wybitnym lwowskim matematykiem prof. Stefanem Banachem, w tamtych trudnych latach (1960–1980), potrafił doprowadzić do powstania w Lublinie pionierskich opracowań teoretycznych, opisujących zjawiska adsorpcji na granicy faz: ciecz-ciało stałe, ciecz-ciecz, gaz-ciecz czy gaz-ciało stałe oraz procesy rozdzielania. Pod kierunkiem naszego Mentora powstało ponad 40 rozpraw doktorskich, tyle samo habilitacji jak również ponad 20 Jego uczniów uzyskało tytuł profesora (w tym autor tego artykułu). Tu powstały pierwsze

opracowania nowej generacji adsorbentów i wypełnień do chromatografii gazowej (na bazie rodzimych diatomitów, węgla i adsorbentów mieszanych) czy kwarcowe kolumny kapilarne. Kolumny te były impulsem i inspiracją opracowań polskich światłowodów. To tu opracowano oryginalne jedne z pierwszych na świecie chemicznie związane fazy oraz wysokosprawne kolumny do HPLC czy wypełnienia do technik ekstrakcyjnych (*solid phase extraction – SPE*) [11,12]. Ta ostatnia technika, wywodząca się z założeń Walthera Nernsta, była pionierskim w tamtym czasie, opatentowanym, oryginalnym opracowaniem, które z powodzeniem zostało wdrożone na skalę przemysłową zarówno w kraju i zagranicą [7,11,12]. Aktualnie technika ta stanowi podstawę selektywnego przygotowania próbek przed analizą medyczną, farmaceutyczną produktów naturalnych, spożywczych, przemysłowych czy środowiskowych. Tu, w Lublinie, na przełomie lat 50 i 60 XX wieku, zbudowano pierwszy w Polsce chromatograf gazowy (prof. Zdzisław Suprynowicz) i aparat do technik elektromigracyjnych. W Lublinie prof. Edward Soczewiński opublikował podwaliny swojej teorii dotyczącej opisu mechanizmu retencji w adsorpcyjnej chromatografii cieczowej (słynne równanie Soczewińskiego-Snydera) [13].

$$\log k = \log k_w - S\varphi \quad \text{gdzie} \quad k = t_R - t_0/t_0 \quad (8)$$

$k_w$  – współczynnik podziału dla czystej wody,  $\varphi$  – skład binarnej fazy ruchomej wynikający z ułamka molowego,  $S$  – współczynnik korelacyjny,  $t_R$  – czas retencji oznaczanego analitu,  $t_0$  - czas retencji substancji niezatrzymanej

Tu też, przez profesorów: Jarosława Ościka, Mieczysława Jarońca, Wojciecha Rudzińskiego, Romana Lebołę, Antoniego L. Dawidowicza, Jacka Goworka, Jarosława Gawdzika i Jana K. Różyło czy Monikę Waksmundzką-Hajnos, Tadeusza H. Dzido i Kazimierza Głowniaka rozwijane były w oparciu o zjawisko adsorpcji teoretyczne opracowania na temat opisu mechanizmu rozdzielania w chromatografii zarówno gazowej jak i cienkowarstwowej czy kolumnowej chromatografii cieczowej oraz technikach elektromigracyjnych [14–17].

W regionie kujawsko-pomorskim rozwój metod separacyjnych przypada na aktywność naukową uczennicy prof. Antoniego Basińskiego, niedawno zmarłej prof. Anny Narębskiej (czł. rzecz. PAN) z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu [18]. Zbudowała ona uznaną w Polsce i świecie, szkołę membranową która w swoich badaniach skupiła się na różnych rozwiązaniach zarówno teoretycznych jak i praktycznych w zakresie separacji z użyciem różnych technik membranowych. Faktyczny rozwój i postęp na UMK w opracowaniach zarówno teoretycznych jak i praktycznych w ekstrakcji i chromatografii datowany jest od momentu przyścia do Torunia (1994) prof. Bogusława Buszewskiego. Zbudował on na UMK w Toruniu

Centrum Metod Separacyjnych i Bioanalitycznych – *BioSep* z silną reprezentacją uczniów-specjalistów (45 doktoratów, 25 habilitacji i 7 tytułarnych profesur). Realizowali i realizują oni badania w zakresie opisu mechanizmów retencji w elucji chromatograficznej, preparatyce faz stacjonarnych i kolumn czy ich miniaturyzacji. Najnowsze badania zmiernają ku chemii materiałowej i nanotechnologii, a zwłaszcza nanokompozytom (białko-metal), jako układy selektywne i specyficzne. Ważnym elementem aktywności były i są badania w zakresie wykorzystania technik elektromigracyjnych (ITP, CZE) i frakcjonowania w zmiennym polu (FFF) w rozdzielaniu białek i/czy mikroorganizmów (biokolojdy). Oryginalne rozwiązania metodyczne i technologiczne w przygotowaniu próbek, to kolejne tematy uzupełniające paletę zainteresowań toruńskiej grupy. Poszukiwanie markerów wczesnego wykrywania chorób nowotworowych czy cywilizacyjnych w obszarze – *omic*, to kolejne ważne zagadnienia związane z wykorzystaniem technik separacyjnych w analizie biomedycznej, farmaceutycznej, z pogranicza chemii, biologii, medycyny czy nauk o środowisku (*life sciences*) [17,19].

Pamięci dokonań Walthera Nernsta i Michaiła S. Cwieta, w zakresie nowoczesnej chemii fizycznej i analitycznej, a zwłaszcza fizykochemicznych technik rozdzielania, w roku 2002 Centralno-Europejska Grupa Metod Separacyjnych (CEGSS) oraz Europejskie Towarzystwo Metod Separacyjnych (EuSSS), ufundowało i przyznaje doroczną Europejską Nagrodę im. Cwieta i Nernsta [20] (Rys. 10).



Rys. 10. Statuetka im. M.S. Cwieta–W. Nernsta wraz z dyplomem jako Europejska Nagroda Towarzystwa Metod Separacyjnych

Laureatami są wybitni specjaliści, którzy w znaczący sposób przyczynili się do rozwoju i postępu w opracowaniach teoretycznych i praktyce w zakresie technik separacyjnych i im pokrewnych, jak też popularyzacji tych niezwykle użytecznych metod instrumentalnych. Jury nagradza jednego naukowca z Centralnej Europy i jednego z Europy Zachodniej. Lista laureatów oraz informacja o działalności zarówno CEGSS jak i EuSSS znajduje się na stronach domowych tych Towarzystw [21-23].

#### PIŚMIENNICTWO CYTOWANE

- [1] J. Szudy, *Walther Nernst – pionier współczesnej fizyki*, Rocznik Grudziadzki, t. XXX, **2022**.
- [2] M. Niedzielska, J. Szudy; *Walther Herman Nernst Noblista z Pomorza*, Wyd. TNT Toruń, **2014**.
- [3] H.G. Bartel, R.P. Huebener, *Walther Nernst: Pioneer of Physics and Chemistry, World Scientific*, Singapore, **2007**.
- [4] J. Szudy, *Analecta*, R. XXVIII, **2019**, z.1
- [5] W. H. Nernst, *Über die elektromotorischen Kräwelche durch den Magnetismus in von einem Wärmestrome durchflossenen Metalplatten geweckt warden*, *Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge*, Band 31, 760-789 (**1887**).
- [6] P. Atkins, L. Jones, L. Laverman, *Chemia Ogólna*, PWN Wars;
- [7] B. Buszewski, *Separation Sciences in Poland*, *Separations*, **9** (2022) 50
- [8] B. Buszewski, M. Szultka-Młyńska, *Crit. Rev in Anal. Chem.*, **42** (3) (2012) 198
- [9] A. Śródka, *Uczeni Polscy XIX - XX stulecia*, Tomy 1-3, Wyd. Aries, Warszawa (1994-1997).
- [10] <https://academictree.org/chemistry/tree.php?pid=66714>
- [11] B. Buszewski, K. Šebeková, P. Božek, D. Berek, *J. Chromatogr.*, **367** (1986) 171
- [12] B. Buszewski, R. Lodkowski, Z. Suprynowicz, K. Pomorska, Patent RP. Nr. 36051 (**1981**).
- [13] E. Soczewiński, *Anal. Chem.*, **41** (1969) 179
- [14] B. Buszewski, S. Noga, *Anal. Biochem. Chem.*, **402** (2012) 231
- [15] B. Buszewski, Sz. Bocian, A. Felinger, *Chem. Rev.* **112** (2012)2629
- [16] B. Buszewski, E. Dziubakiewicz, M. Szumski, *Electromigration techniques, Theory and practice*. Springer, **2013**.
- [17] B. Buszewski, I. Baranowska; *Handbook of Bioanalytics*, Springer, **2022**.
- [18] R. Dąbek, *Toruński Słownik Biograficzny*, t. 1., ToMiTo, UMK Toruń **1998**.
- [19] P. Žuvela, M. Skoczylas, J. Jay Liu, T. Bączek, R. Kaliszan, M. Wong Wah, B. Buszewski, *Chem. Rev.* **119** (2019) 3674
- [20] B. Buszewski, *J. Sep. Sci.*, **33** (2010) 1361.
- [21] <https://cegss.ptchem.pl/>
- [22] <https://www.mett.hu/eusss/index.php/2-uncategorised/16-nernst-tswett-award>.