

# PRZEMYSŁ CHEMICZNY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM POLSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO, WYDAWANY STARANIEM CHEMICZNEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO I POLSKIEGO TOWARZYSTWA CHEMICZNEGO Z ZASIŁKIEM WYDZIAŁU NAUKI MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

---

ZESZYT 1.

LWÓW, STYCZEŃ 1928.

ROCZNIK XII.

---

REDAKTOR: PROF. DR KAZIMIERZ KLING

---

J. ZAWIDZKI.

## MARCELIN BERTHELOT (1827—1907) W SETNĄ ROCZNICĘ URODZIN<sup>1)</sup>.

Pierre Eugène Marcelin Berthelot urodził się w Paryżu 25 października 1827 roku. Ojcem jego był Jacques Martin, lekarz wolnopraktykujący, a matką rodowita paryżanka Claudine Picard. Po matce odziedziczył on postać zewnętrzną, rysy twarzy oraz żywość temperamentu, wielką ciekawość i ruchliwość umysłową, a po ojcu wytrwałość, siłę charakteru, obowiązkowość oraz liberalność poglądów społecznych.

Kurs nauk szkoły średniej odbył młody Berthelot w liceum Henryka IV-go, oddając się z zapałem filologii, do której okazywał wielkie zamiłowanie. Już podczas pobytu w liceum, zarysowały się wyraźnie zasadnicze cechy jego niezwyklej umysłowości, bowiem już wówczas podziwiano jego pracowitość, logiczność dowodzeń, zdolności eksperymentalne, łatwość przetrwania się od jednych zagadnień do innych, a przede wszystkim wprost fenomenalną pamięć.

W liceum zawarł Berthelot stosunek serdecznej przyjaźni ze starszym od siebie Ernestem Renanem, który to stosunek przetrwał prawie pół wieku i wywarł pobudzający wpływ na rozwój jego umysłowości.

Po skończeniu liceum, wstąpił Berthelot w r. 1848 początkowo na Wydział medyczny Uniwersytetu paryskiego, jednocześnie wszakże uczęszczał

---

<sup>1)</sup> Odczyt wypowiedziany w dniu 15-ym grudnia 1927 r., na uroczystym posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Chemicznego, poświęconem uczczeniu stulecia urodzin Marcelina Berthelot'a.



na wykłady przyrodnicze w Faculté des Sciences. W r. 1849 wstąpił on do prywatnego laboratorium chemicznego prof. Pelouza, w którym kształcili się przeważnie synowie zamożnych przemysłowców, ale również i młodzi uczeni tej miary co Laurent, Gerhardt, Cahours, Sobrero i inni. Te pierwsze jego kroki w kierunku praktycznego zapoznania się z chemią były pomyślne, bowiem niebawem został on asystentem, a w r. 1850 ogłosił drukiem w „Comptes Rendus de l'Academie“ pierwsze swe prace samodzielne, jedną „o prostym sposobie okazania zjawisk skraplania gazów“, drugą „o zjawiskach przymuszonej dylatacji cieczy“, obie chlubnie świadczące o wielkiej pomysłowości autora, oraz o wybitnych jego zdolnościach eksperymentalnych.

Na skutek tych prac został Berthelot mianowany już w r. 1851 asystentem prof. Balarda w Collège de France, z płacą 800 fr. rocznie. Na stanowisku tem pozostawał on do końca roku 1860, poświęcając się przez lat 9 wyłącznie pracom badawczym nad związkami organicznymi. W przeciągu tego czasu wykonał on 90 prac eksperymentalnych, ogłoszonych drukiem w 147 publikacjach. Większość z nich były to badania wprost pionierskie, dotyczące najżywotniejszych zagadnień chemii organicznej.

Pierwsza z nich, drobna rozprawka o produktach pyrogenicznego rozkładu alkoholu etylowego oraz kwasu octowego, aczkolwiek sama w sobie nie doniosła, była jednakże znamioną z tego względu, że w niej użył Berthelot poraz pierwszy terminu *synteza* na oznaczenie procesu powstawania związków organicznych z ich pierwiastków składowych, a zarazem wskazał na możliwość urzeczywistnienia syntezy benzenu, naftalenu oraz innych węglowodorów aromatycznych.

Po tej pierwszej próbie bezpośredniego zetknięcia się ze związkami organicznymi, następuje szereg wyczerpujących badań eksperymentalnych nad *olejkiem terpentynowym*, które doprowadziły go między innymi do odkrycia *kamfenu* oraz jego przemiany na kamforę. W roku 1853 rozpoczął Berthelot klasyczne badania nad *gliceryną* i jej połączeniami, które to badania doprowadziły go do *syntezy tłuszczu naturalnych*. Poza syntezą trójglicerydów, dokonał on również syntezy dwu- i jednoglicerydów, stwarzając tem samem podstawy doświadczalne teorii alkoholi wielowartościowych, rozwinętej w kilka lat później przez Wurtza.

Prawie jednocześnie z pracami nad pochodnymi gliceryny, które stanowiły treść jego rozprawy doktorskiej, ogłosił on szereg badań nad *cukrami*, w których stwierdził, że przedstawiają one alkohole wielowartościowe o charakterze aldehydowym. Nadto odkrył on dwa nowe cukry trehalozę i melitozę oraz wykazał, że mannit jest alkoholem sześciowartościowym.

W związku z pracami nad cukrami, studjował Berthelot *procesy fermentacji*, przyczem stwierdził, że inwersji cukru trzcinowego dokonywa ferment rozpuszczalny, zwany inwertazą, a zarazem wypowiedział pogląd, że fermentacja alkoholowa jest najprawdopodobniej powodowana jakimś fermentem



nierozpuszczalnym, zawartym w komórkach drożdżowych. Słuszność tego poglądu stwierdził w 37 lat później E. Büchner, wydzielając z komórek drożdżowych „zymasę“, enzym wywołujący fermentację alkoholową.

Najważniejsze wszakże prace doświadczalne Berthelota dotyczyły *syntezy zupełnej* najprostszych związków organicznych z ich pierwiastków składowych. Już w roku 1855 dokonał on *syntezy alkoholu etylowego* z etylenu, a następnie syntezy innych alkoholi alifatycznych z odpowiednich węglowodorów olefinowych. W roku zaś 1856 dokonał *syntezy kwasu mrówkowego* z tlenku węgla i wody, działając tlenkiem węgla na słabo zwilżony wodorotlenek potasowy. Na podstawie tej reakcji wypracował Merz wr. 1894 metodę technicznego otrzymywania kwasu mrówkowego.

Kwas mrówkowy stał się następnie punktem wyjścia syntez węglowodorów nasyconych oraz węglowodorów szeregu etylenowego. Poddając mianowicie sole kwasu mrówkowego rozkładowi pirogenicznemu, otrzymał Berthelot metan, etylen oraz propylen. Następnie zaś z etylenu i propylenu — etan i propan. Wreszcie poddając metan naprzód chlorowaniu, a otrzymany zeń chlorek metylu rozkładowi hydrolitycznemu, dokonał *syntezy alkoholu metylowego*, tego najprostszego przedstawiciela alkoholi alifatycznych.

Wyniki swych badań poszczególnych nad syntezą najprostszych — zasadniczych związków organicznych, zestawił Berthelot w r. 1858 w obszernej rozprawie, zatytułowanej *Sur la synthèse des carbures d'hydrogène*. W roku zaś następnym napisał on pierwsze swoje wielkie dzieło dwutomowe: *Chimie organique fondée sur la synthèse*, obejmujące przeszło 1500 stron druku.

Pionierskie to dzieło otwierało chemii organicznej nowe drogi badań oraz nowe horyzonty. Wprawdzie już przed rokiem 1853, w którym Berthelot rozpoczął swe badania nad syntezą związków organicznych, dokonano syntezy niektórych połączeń organicznych. Wiadomo każdemu chemikowi, że Wöhler dokonał już w r. 1828 syntezy mocznika, Pelouze w r. 1831 — syntezy kwasu mrówkowego, a Kolbe w r. 1845 — syntezy kwasu trójchlorooctowego i t. d. Jednakże były to badania sporadyczne — przypadkowe. Organicy ówczesni posiłkowali się w swych badaniach przeważnie metodami stopniowej odbudowy, metodami analizy. Na ogół powątpiewali oni w możliwość dokonania syntezy związków organicznych bez współudziału siły życiowej. Gerhardt, wielki systematyk związków organicznych, pisał jeszcze w r. 1844, że „działalność chemika jest wprost przeciwną działaniu natury, bowiem chemik spala, niszczy i rozkłada, a tylko jedna siła życiowa działa syntetyzująco, odtwarzając i budując z powrotem to, co zostało zniszczone działaniem sił chemicznych“, — a Berzelius, ten wielki prawodawca chemii, akcentował jeszcze w r. 1847, we wstępie do swego *Lehrbuch der Chemie*, że „w przyrodzie żywej pierwiastki zdają się podlegać innym prawom niż w przyrodzie martwej“.



Berthelot nie był twórcą syntezy związków organicznych, ale niewątpliwie był pierwszym chemikiem, który w sposób systematyczny i celowy począł stosować postępowanie syntetyczne jako zasadniczą metodę otrzymywania oraz badania związków organicznych. Był on również pierwszym, który w swem dziele *Chimie organique fondée sur la synthèse*, oparł na podstawie swych własnych badań syntetycznych, nową — racjonalną klasyfikację połączeń organicznych, odwracając dawny porządek ich opisu. Gdy bowiem Berzelius oraz wszyscy jego poprzednicy, postępowali w wykładzie chemii organicznej od związków najbardziej złożonych, dostarczanych przez żywą przyrodę, do coraz to prostszych produktów ich odbudowy, poczynali od opisu kwasów organicznych, a kończyli na opisie węglowodorów; gdy Gerhardt jeszcze w roku 1854 w swem znakomitem *Traité de chimie organique*, opisuje szeregi połączeń wyprowadzających się od najprostszych kwasów organicznych, a następnie od kwasów coraz to bardziej złożonych; to Berthelot odwraca ten utarty porządek rzeczy i w swej *Chimie organique fondée sur la synthèse*, daje naprzód systematyczny opis syntezy węglowodorów, następnie sposobów otrzymywania alkoholi z odpowiednich węglowodorów, a wreszcie metody otrzymywania różnych pochodnych alkoholi, jak aldehydów, kwasów i t. p.

Syntezę uważa on za zasadniczą, za charakterystyczną metodę badania chemicznego. W zakończeniu swego dzieła mówi: „Chemia tworzy sama przedmiot swych badań. Ta jej potęga twórcza, podobna do zdolności twórczych sztuk pięknych, wyróżnia ją od innych nauk przyrodniczych, zarówno jak od nauk historycznych. — Jedna tylko chemia posiada zdolność twórczą w stopniu nieporównanie wyższym od innych nauk przyrodniczych, to też przenika ona głębiej, sięgając aż do naturalnych elementów swych tworów. Nie tylko bowiem stwarza ona zjawiska, ale nadto odtwarza to, co zniszczyła, a nawet posiada władzę tworzenia nowych jestestw sztucznych, podobnych do tworów przyrodniczych.. Może ona stwarzać wszystkie materje, które kiedykolwiek powstały od początku rzeczy, może je stwarzać w tych samych warunkach, na mocy tychże praw, działaniem tych samych sił, któremi posiłkowała się przyroda podczas aktu ich tworzenia“.

Z początkiem roku 1860 został Berthelot powołany na świeżo utworzoną katedrę chemii organicznej w École supérieure de pharmacie. Dzięki temu, zdobył on stanowisko, odpowiadające jego zasługom naukowym, a zarazem podstawę skromnego bytu materialnego. Mógł przeto pomyśleć o stworzeniu własnego ogniska rodzinnego, to też już w maju roku 1861 poślubił pannę Zofję Niaudet, osobę zamożną, bardzo piękną i miłą, a zarazem wysoce inteligentną i rozumną. Edmond Goncourt wyraził się o niej, że była „pięknością proszą, niezwykłą; pięknością inteligentną, głęboką, magne-



tyczną, pięknnością duszy i myśli, przypominającą kreacje poetyckie Edgarda Poe". Małżeństwo to było niezwykle szczęśliwe i harmonijne; małżonkowie „uwiłbiali się nawzajem; rozumieli się od pierwszego dnia; byli stworzeni, by się wzajemnie uzupełniać". Pani Berthelot „usuwała się stale na drugi plan, dążąc jedynie do uszczęśliwienia swego małżonka, bowiem zdaniem jej był to jedyny sposób współpracy w wielkim jego dziele“.

W stosunkach paryskich było to małżeństwo wprost wyjątkowe, gdyż obdarzone aż sześciorgiem dzieci, z których czterej synowie doszli do wybitnych stanowisk na polu nauki, filozofji, polityki oraz dyplomacji, zaś córki poślubiły wybitnych profesorów uniwersyteckich.

W roku 1865 utworzył rząd francuski, na wniosek prof. Balarda, odrębną katedrę chemji organicznej w Collège de France, przeznaczając ją specjalnie dla Berthelota. Katedra ta zaspokajała najgłębsze jego życzenia, bowiem obowiązywała tylko do dwóch godzin wykładów w tygodniu ze specjalnych działów chemji, nad którymi pracował profesor. Stosownie do tego, przedmiot tych wykładów ulegał ciągłym zmianom i dotyczył historii alkoholi, roli ciepła w powstawaniu związków organicznych, to znów ogólnych metod syntezy związków organicznych, podstaw termochemji, teorii materiałów wybuchowych, metod analizy gazowej, filozofji chemji i t. p. — Do katedry należała pracownia chemiczna, dość obszerna, lecz wilgotna i zimna, którą Berthelot dostosował do potrzeb swych badań specjalnych i w której spędził przeszło 40 lat, aż do ostatnich chwil swego żywota.

Od czasu powołania Berthelota na katedrę w École de pharmacie w r. 1860, datuje się drugi okres jego pracy twórczej w dziedzinie chemji organicznej, okres trwający aż do końca roku 1869. W ciągu tego drugiego dziesięciolecia ogłosił on przeszło 200 prac badawczych w 370 publikacjach, a nadto cztery dzieła oryginalne objętości 2500 stron druku.

W tej olbrzymiej produkcji naukowej pierwsze miejsce zajmują dalsze jego badania nad bezpośrednią syntezą związków organicznych, zwłaszcza nad *syntezą acetyleny*, węglowodoru odkrytego przez Edmunda Davy'ego już w r. 1836, lecz do owego czasu niedostatecznie zbadanego. Berthelot otrzymał acetylen naprzód w r. 1860 drogą pirogenicznego rozkładu par alkoholu etylowego oraz par eteru etylowego. W roku jednakże 1862 dokonał on bezpośredniej syntezy tego zasadniczego węglowodoru przy pomocy płomienia elektrycznego, wytwarzanego pomiędzy elektrodami węglowymi, umieszczonemi w atmosferze czystego wodoru. Później wypracował on szereg innych metod otrzymywania acetyleny na drodze syntetycznej.

Acetylen stał się dla niego punktem wyjścia syntezy innych związków organicznych, w szczególności etylenu i etanu, kwasu octowego i szczawioowego, dwuchloru i czterochloru acetyleny, wreszcie cyjanowodoru. Poddając acetylen działaniu nie nazbyt wysokich temperatur, otrzymał zeń Berthelot w r. 1866 — *benzen*, i w ten sposób wykazał poraz pierwszy możliwość



bezpośredniego przejścia od związków alifatycznych do związków aromatycznych. W analogiczny sposób dokonał on syntezy dwufenilu, antracenu, styrolu, naftalenu, acenaftenu oraz innych węglowodorów wielocyklowych.

Te jego badania eksperymentalne nad pirogenetycznym sposobem otrzymywania węglowodorów cyklowych, rzuciły nowe światło na istotę procesu suchej destylacji węgla kamiennego, zaś synteza bezpośrednia samego acetyleny stała się punktem wyjścia całego systemu syntez zasadniczych związków organicznych.

Pod koniec życia zestawiał Berthelot wyniki swych pięćdziesięcioletnich badań eksperymentalnych nad węglowodorami, zwłaszcza nad ich syntezą oraz ich przemianami, w wielkim trytomowym dziele p. t. *Les carbures d'hydrogène, 1851—1901, Paris 1902*, w którym podał usystematyzowany przedruk swych prac oryginalnych, ogłaszanych w różnych czasopismach fachowych. Całość tych prac robi wprost imponujące wrażenie, zwłaszcza że pomimo upływu 50-ciu do 70-ciu lat, nie straciły one nic ze swej aktualności oraz doniosłości praktycznej.

Po dokonaniu najważniejszych syntez węglowodorów zasadniczych, ogłosił Berthelot w r. 1864 drugie klasyczne swe dzieło: *Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en chimie organique*, w którym podał systematyczny opis postępowań eksperymentalnych, prowadzących do bezpośredniego otrzymywania podstawowych związków organicznych z ich pierwiastków składowych, zarówno jak z wody oraz dwutlenku węgla, stanowiących materjał wyjściowy syntezy połączeń organicznych, dokonywanej przez organizmy roślinne.

Drugą serję eksperymentalnych badań Berthelota z dziedziny chemii organicznej, badań przeprowadzonych również na szeroką skalę, stanowią jego prace nad t. zw. *uniwersalną metodą uwodorodniania*, polegającą na stosowaniu jodowodoru jako środka redukcyjnego. Metodę tę uogólnił on w ten sposób, że z jej pomocą mógł redukować dowolny związek alifatyczny do jego macierzystego węglowodoru nasyconego. W zastosowaniu do związków cyklowych, metoda ta nie dała równie prostych wyników, jednakże przy pomocy tego postępowania, udało się Berthelotowi poraz pierwszy stwierdzić, że węglowodory aromatyczne, zarówno jak i węglowodory wielocyklowe mogą bezpośrednio przyłączać wodór, zamieniając się na odpowiednie pochodne uwodorodnione.

Dalsze prace doświadczalne Berthelota, zwłaszcza dokonane w latach od 1861 do 1863 r. wraz z Peanem de Saint-Gilles, rozległe badania nad powstawaniem oraz nad rozkładem estrów, wychodzą już poza granice właściwej chemii organicznej i wkraczają w dziedzinę t. zw. mechaniki chemicznej. Studja te miały za zadanie wyświetlenie wpływu różnych czynników fizycznych na wewnętrzny mechanizm procesów chemicznych, odgrywających zasadniczą rolę w postępowaniach syntetycznych. We wstę-



pie do tych badań, uzasadniał Berthelot ich potrzebę w następujący sposób:

„W chemii organicznej zajmowano się przedewszystkiem otrzymywaniem nowych związków, ustanawianiem ich wzorów oraz badaniami odpowiednich reakcyj...

„Prowadząc wszakże studia nad poszczególnymi związkami, nad wzajemnymi stosunkami ich wzorów oraz równoważników, pomijano czynniki ogólne mechaniki chemicznej, warunkujące powstawanie i rozkład tych związków, zadawalając się w tym względzie wynikami, otrzymanymi w chemii mineralnej.

„Tymczasem studjum związków organicznych odsłania nam całkiem nieoczekiwane fakty — niemające analogji w chemii związków mineralnych — fakty posiadające największą doniosłość dla teorii powinowactwa chemicznego. Chodzi tu przedewszystkiem o wpływ *czasu* oraz o rolę pewnych czynników równowagi, nie stosujących się do praw Bertholleta...

„W przypadku (estrów) mamy do czynienia z całkiem nową mechaniką chemiczną, nieporównanie subtelniejszą, a zarazem bardziej zawiłą od mechaniki zjawisk zachodzących w chemii mineralnej. Obejmuje ona bowiem powinowactwa indywidualne, których występowanie w chemii mineralnej zasłaniały pewne czynniki fizyczne“...

Badania doświadczalne Berthelota i Pean de Saint-Gilles'a nad powstawaniem estrów, badania żmudne i uciążliwe, bowiem trwające trzy lata i obejmujące przeszło 500 seryj pomiarów ilościowych, wykazały ostatecznie, że procesy łączenia się kwasów z alkoholami na estry są:

1. procesami przebiegającymi w tempie dość powolnem, dającym się śledzić zapomocą pomiarów acymetrycznych;

2. są procesami ograniczonymi — niezpełnemi — prowadzącymi do stanów równowagi, osiągniętych z chwilą przemiany  $\frac{2}{3}$  ilości użytego kwasu i alkoholu na odpowiedni ester;

3. są procesami odwracalnemi, bowiem podobnie jak kwasy, działając na alkohole, zamieniają się częściowo na estry i wodę, tak samo estry, poddane działaniu wody, rozkładają się częściowo na wolne kwasy i alkohole.

W badaniach tych próbował Berthelot poraz pierwszy sformułować matematycznie szybkość procesu powstawania estrów, wychodząc ze słusznego założenia, że w każdym momencie czasu szybkość tego procesu winna być proporcjonalną do iloczynu mas substancyj reagujących oraz odwrotnie proporcjonalną do objętości zajmowanej przez owe substancje. Aczkolwiek Wilhelmy podał już w r. 1850 matematyczną definicję pojęcia szybkości reakcyj chemicznych jednodrobinowych, to jednakże te jego badania zostały wydobyte na światło dzienne przez Ostwalda dopiero w r. 1884. Wobec tego należy uważać Berthelota za pioniera kinetyki chemicznej, tembardziej że wspomniane jego badania nad estrami, pobudziły Harcourta



i Essona do sformułowania w r. 1866 zasadniczych praw rządzących szybkością przebiegu procesów chemicznych, jak również pobudziły Guldberga i Waage'go do sformułowania w r. 1867 praw rządzących równowagą procesów chemicznych.

Nietylko samymi pracami nad powstawaniem estrów wkroczył Berthelot w dziedzinę nieistniejącej podówczas chemii fizycznej. Prawie jednocześnie poczyną się on interesować zagadnieniami termochemicznymi. „Było to w r. 1864 — mówi on — gdy przez naturalny związek rzeczy, jako konieczne uzupełnienie uprzednich moich badań (nad syntezą związków organicznych), zapragnąłem wyłożyć zasady mechaniki (chemicznej), wchodzące w grę przy powstawaniu związków chemicznych... Punktem wyjścia była praca wykonywana przez drobiny podczas reakcyj chemicznych, praca mierzona metodami termochemicznymi. Było to zagadnienie podówczas niedostatecznie zbadane, aczkolwiek niezmiernie ciekawe. W gruncie rzeczy chodziło o stworzenie podstaw nowej nauki, mającej całkowicie przekształcić chemję, sprowadzając ją do zasad racjonalnych, opierających się na prawach mechaniki“...

Te swoje poglądy na rolę termochemii rozwinął Berthelot w wykładach „o roli ciepła w powstawaniu związków organicznych“ oraz w obszernej rozprawie spekulacyjnej, zatytułowanej *Recherches de thermochimie*, opublikowanej w r. 1865.

Tak płodna i wielostronna działalność badawcza Berthelota, poczęła zjednywać mu uznanie w sferach naukowych zarówno paryskich jak i zagranicznych. W r. 1863 zostaje on powołany na członka Paryskiej Akademii Nauk Medycznych, a w r. 1869 na członka zagranicznego Bawarskiej Akademii Nauk. W uzasadnieniu tego ostatniego powołania powiedział słynny Justus von Liebig te słowa: „Berthelota należy zaliczyć do rzędu tych chemików współczesnych, którzy wywarli największy, a zarazem najdonioślejszy wpływ na rozwój chemii organicznej... Jego badania nad termochemją, nad zależnością objętości gatunkowej od składu chemicznego związków organicznych, jego badania nad ciepłem spalania, nad ciepłem właściwym, nad temperaturami wrzenia oraz nad współczynnikami załamania światła — są wprost epokowe. Równie doniosłymi są jego prace nad fermentacją oraz nad działaniem soku trzustkowego na tłuszcze... Niemniej znakomitemi są jego badania nad syntezą węglowodorów, w szczególności nad syntezą acetyleny oraz nad przemianą metanu na alkohol metylowy“.

Trzeci okres twórczej działalności naukowej Berthelota, rozciągający się od końca r. 1869 do roku 1885, należałoby nazwać okresem termochemicznym, albowiem w przeciągu tych lat 16-tu pracuje on przeważnie nad eksperymentalną rozbudową termochemii. Jednocześnie wszakże stwarza on naukę o materiałach wybuchowych, wykrywa prawo rozdziału substancyj



rozpuszczonych pomiędzy niemieszające się ze sobą rozpuszczalniki oraz bierze bardzo czynny udział w życiu społecznym i politycznym swego narodu.

Wychowany w zasadach wolnomyślnych oraz krańcowo republikańskich, nie mógł się on pogodzić ze stanem rzeczy — panującym za rządów cesarstwa, to też zamknął się w samym sobie oraz oddał się wyłącznie pracy badawczo-naukowej. Upadek cesarstwa w r. 1870, skłonił go dopiero do wyjścia z zacisza laboratoryjnego na szerszą widownię publiczną, jak o tem mówi następującemi słowy: „Podczas pierwszego okresu mej kariery naukowej, przebywałem samotnie w mojem laboratorium, otoczony kilkoma uczniami, moimi przyjaciółmi, ożywionymi tym samym co i ja zapałem do badań naukowych i oddających się temu dziełu syntezy, które dokonało przekształcenia chemji oraz przemysłu. Całkowicie oddany temu przedmiotowi, nie przestawałem jednakże interesować się zagadnieniami historycznemi, filozoficznemi oraz społecznemi, poruszanemi przez naukę, która jedna stanowiła zadanie oraz cel mego życia. Jednakże od r. 1870, moje zadania uległy rozszerzeniu wobec konieczności podjęcia nowych obowiązków dla ojczyzny pokonanej i upokorzonej. Z początkiem przeto ostatniej ćwierci stulecia wypadło mi opuścić laboratorium; zdecydowałem się bowiem przejść od teorii osobistej do działalności publicznej na różnych terenach: przedewszystkiem obrony narodowej, z racji zagadnień wchodzących w zakres mej kompetencji specjalnej; następnie nauczania publicznego, z którem byłem związany przez całe moje życie; wreszcie polityki ogólnej, obowiązującej w rzeczypospolitej wszystkich jej obywateli“.

Podczas oblężenia Paryża przez wojska niemieckie, został Berthelot wybrany w maju 1870 r. prezesem Komitetu naukowego obrony Paryża i zajmował się osobiście badaniem i stosowaniem różnych materiałów wybuchowych, odlewaniem armat oraz mnóstwem innych spraw aktualnych. Na skutek tej jego działalności pożytecznej, mianowano go w r. 1878 prezesem Komisji substancyj wybuchowych, na którem to stanowisku oddał on sprawie obrony militarnej państwa wprost niespożyte usługi.

Prawie jednocześnie został Berthelot mianowany generalnym inspektorem szkolnictwa wyższego i pozostawał na tem wpływowem stanowisku przez przeciąg lat 12-tu, aż do końca roku 1888. Nadto, w uznaniu wybitnych zasług, położonych dla państwa, wybrano go w r. 1881 dożywotnim członkiem Senatu. W Senacie przyjmował on żywy udział szczególnie w pracach dotyczących wychowania publicznego i wielkim swoim autorytetem przyczynił się w znacznej mierze do wyswobodzenia szkolnictwa publicznego z pod wpływów klerykalnych.

Na skutek tej tak wielostronnej działalności zarówno naukowej jak i społecznej, stał się Berthelot w latach dziewiędziesiątych ubiegłego stulecia jedną z najbardziej wpływowych osobistości, zwłaszcza w sprawach dotyczących nauki oraz nauczania publicznego. W sprawach chemji i jej



nauczania, wpływ jego był równie wielki, jak wpływ wywierany przez Dumas'a, za czasów cesarstwa.

Praca na niwie społecznej i politycznej nie zahamowała dalszego rozwoju twórczości naukowej Berthelota. W rozważanym bowiem 16-letnim okresie czasu wykonał około 400 badań doświadczalnych, ogłoszonych drukiem w 740 publikacjach, a nadto wydał 6 dzieł oryginalnych, objętości przeszło 3800 stron.

W tym licznym szeregu jego prac eksperymentalnych, pierwsze miejsce przypada niewątpliwie badaniom termochemicznym, zapoczątkowanym w r. 1869 rozprawą ogłoszoną wraz z Lugininem nad efektami cieplnymi, towarzyszącymi działaniu wody na chlorki, bromki i jodki kwasowe. Za nią ukazały się w szybkim tempie dziesiątki innych badań termochemicznych, tak że do końca roku 1885 opublikował Berthelot w samych tylko *Annales de Chimie et de physique* prawie 150 rozpraw objętości przeszło 2000 stron druku.

Temi badaniami eksperymentalnymi oraz spekulacyjnymi, Berthelot wprawdzie nie stworzył termochemii, bowiem zaczątki jej istniały już przed nim, jednakże ugruntował jej podstawy, wzbogacił ją nowymi metodami eksperymentalnymi oraz znakomicie rozszerzył jej faktyczny materiał doświadczalny. Już w r. 1869 wypowiedział on, że cała termochemia opiera się na trzech zasadach, z których I-a orzeka, że efekt cieplny procesów chemicznych stanowi miarę wchodzących w grę powinowactw; II-ga mówi, że ilość ciepła wytwarzana przez proces chemiczny, zależy wyłącznie tylko od stanu początkowego i końcowego danego układu, bez względu na drogę, wzdłuż której osiągnięto ów stan końcowy; wreszcie III-a podkreśla, że każda przemiana chemiczna zmierza do wytworzenia takiego układu końcowego, którego powstaniu towarzyszy wydzielanie maksymalnej ilości ciepła.

Z tych zasad tylko ostatnia, znana powszechnie pod nazwą „zasady pracy maksymalnej“, stanowi wyłączną zasługę Berthelota. Przypisywał on jej wielką doniosłość teoretyczną, to też poświęcił jej ugruntowaniu i uzasadnieniu duży nakład pracy eksperymentalnej i myślowej. Tem niemniej późniejsze badania i rozważania termodynamiczne Horstmann'a, Gibbs'a, Van't Hoffa i innych wykazały dowodnie, że ta „zasada pracy maksymalnej“ jest ściśłą i dokładną tylko w pobliżu temperatury zera bezwzględnej; natomiast już w temperaturze panującej na powierzchni naszego globu, sprawdza się ona w większości przypadków, jednakże bynajmniej nie we wszystkich. Nernst wyraził się o niej w sposób następujący: „Reguła ta, którą należy odrzucić jako prawo niezłomne, sprawdza się w rzeczywistości zbyt często, by ją można było całkowicie zignorować; bezwzględne jej uznawanie jest równie niesłusznem, jak i bezwzględne odrzucanie... Niewątpliwie zawarte jest w niej jądro prawdy, które należy wydobyć z otaczających je osłon..., a wówczas zasada Berthelota odzyska niewątpliwie swe znaczenie (ogólne)“.



Poza jasnym sformułowaniem podstaw teoretycznych termochemii, wzbogacił Berthelot tę dziedzinę chemii fizycznej wypracowaniem dokładnych metod pomiarów kalorymetrycznych, w szczególności zaś konstrukcją t. zw. „bomby kalorymetrycznej“ z pomocą której oznaczanie ciepła spalania związków organicznych zostało doprowadzone do niebywalej precyzji. Nadto badaniom eksperymentalnym samego Berthelota zawdzięcza chemja przeważną ilość dokładnych danych, dotyczących wartości ciepła właściwego, ciepła rozpuszczania, ciepła procesów zobojętniania, podstawiania, izomeryzacji, a przede wszystkim ciepła spalania olbrzymiej ilości związków organicznych.

Wyniki tych swoich badań termochemicznych zestawiał i zobrazował Berthelot w r. 1879 w dwutomowym, niezwykle oryginalnym dziele, zatytułowanym: *Essai de mécanique chimique*, którego pierwszy tom omawia kalorymetrję, metodyką pomiarów termochemicznych oraz systematyczne zestawienie wyników liczbowych wykonanych przezeń pomiarów termochemicznych, natomiast tom drugi traktuje o termochemii reakcyj powstawania i rozkładu związków chemicznych oraz o t. zw. statyce chemicznej. Dzieło to było pierwszym wyczerpującym przedstawieniem całokształtu termochemii, które na zawsze pozostanie klasycznym.

Zagadnienia termochemiczne bynajmniej nie wyczerpały zainteresowań naukowych Berthelota. Zetknąwszy się podczas oblężenia Paryża w r. 1870 nieco bliżej z materiałami wybuchowemi, ogłosił on z początkiem roku 1871 drobną broszurkę p. t.: *Sur la force de la poudre et des matières explosives*, w której poraz pierwszy postawił sprawę tych materiałów na gruncie ściśle naukowym. Już wówczas wyraził się on, że „dla oznaczania siły substancyj wybuchowych niezbędną jest znajomość czterech czynników: po 1-sze składu chemicznego tych substancyj, — po 2-gie składu chemicznego ich produktów rozkładu, — po 3-cie objętości gazów wytworzonych przez wybuch — wreszcie po 4-te ilości ciepła wytwarzanego przez rozkład wybuchowy“.

„Ta ostatnia wielkość — mówi on — jest miarą pracy maksymalnej, wykonywanej przez substancje wybuchowe, podczas gdy ciśnienie początkowe jest warunkowane objętością wytwarzanych gazów oraz ich temperaturą“.

W ten sposób zagadnienie siły materiałów wybuchowych zostało w istocie swej sprowadzone do zagadnienia termochemicznego i wciągnięte w zakres badań kalorymetrycznych. Już w r. 1874 oznacza Berthelot ciepło powstawania kwasu azotowego oraz jego soli, następnie ciepło powstawania chloranów i nadchloranów, wreszcie ciepło powstawania nitrogliceryny, piroksyliny oraz innych materiałów wybuchowych. Z chwilą zaś powołania go w r. 1878 na przewodniczącego Komisji substancyj wybuchowych, dokonywa on sam, jak również z Vieill'em, Sarrau oraz Le Chatelierem przeszło 60 badań eksperymentalnych nad przebiegiem procesów wybuchowych, które między innymi doprowadziły go w r. 1883 do wykrycia t. zw. *fali*



wybuchowej, odgrywającej zasadniczą rolę w detonacyjnym rozkładzie substancyj wybuchowych.

Wyniki tych licznych badań, przeprowadzanych niejednokrotnie z narażeniem życia, zestawił Berthelot w dwutomowym dziele p. t. *Sur la force des matières explosives d'après la thermochimie*, ogłoszonym drukiem w r. 1883. Klasyczna ta monografia nie straciła dotychczas swej wartości i stanowi dziś jeszcze podstawę nauki o materiałach wybuchowych.

Z innych badań fizyko-chemicznych Berthelota zasługuje na uwagę jego praca z E. Jungfleischem, ogłoszona w r. 1872 p. t. *Sur les lois qui président au partage entre deux dissolvants*, w której wykazał on, że podział substancji rozpuszczonej pomiędzy dwoma niemieszającymi się ze sobą rozpuszczalnikami zachodzi w stałym stosunku stężeń, nazwanym przezeń „spółczynnikiem rozdziału“. Ważna ta prawidłowość, odgrywająca doniosłą rolę w preparatyce chemicznej, została dokładniej zbadaną przez Nernsta w r. 1894.

Wreszcie z pośród mnóstwa innych prac eksperymentalnych Berthelota nie można pominąć milczeniem rozległych jego badań nad wpływem cichych wyładowań elektrycznych na przebieg różnych procesów chemicznych. W trakcie tych badań, stwierdził on między innymi, że pod wpływem cichych wyładowań elektrycznych wolny azot wchodzi w połączenia z całym szeregiem związków organicznych. Również działaniem cichych wyładowań elektrycznych na mieszaniny dwutlenku siarki z tlenem, otrzymał on krystaliczny siedmiotlenek siarki, najwyższy stopień utlenienia tego pierwiastka. Elektrolizą zaś dość stężonego kwasu siarkowego, otrzymał on kwas nadsiarkowy ( $H_2S_2O_8$ ), stosowany dziś w technice chemicznej jako cenny środek utleniający.

Poza uprzednio wymienionymi dziełami monograficznymi, wzbogacił Berthelot literaturę chemiczną przystępnem dziełkiem p. t. *La synthèse chimique*, ogłoszonym w r. 1876, które doczekało się dziesięciu wydań oraz zostało przetłumaczone na kilka języków zachodnio-europejskich. Nadto wydał on w r. 1872 uniwersytecki podręcznik chemii organicznej p. t. *Traité élémentaire de chimie organique*, który w następstwie ukazał się w trzech wydaniach znacznie rozszerzonych i przerobionych przez E. Jungfleischa. Niewielkie to dzieło, owoc dwunastoletniego nauczania chemii organicznej w „École de Pharmacie“, zajmuje poczetne stanowisko w literaturze podręcznikowej chemii związków organicznych, bowiem przeprowadził w niem Berthelot w sposób konsekwentny i systematyczny nową klasyfikację tych związków, której podstawy wyłożył w r. 1860 w swem *Traité de chimie organique fondé sur la synthèse*.

O ile pod względem klasyfikacji oraz metodyki wykładu, rzecz ta była niewątpliwie pionierską — o tyle pod innymi względami była ona reakcyjną. Berthelot był bowiem nieprzejednanym przeciwnikiem teorii atomowej oraz



teorii drobinowej, a temsamem opartych na tych teoriach wzorów racjonalnych oraz wzorów strukturalnych. „W nauce społecznej — pisał on — istnieją jedne tylko podstawy pewne: są niemi fakta i prawa należycie stwierdzone... Zmiennemi są teorje, systemy, słownictwa, symbolika, interpretacja... One to rozszerzają się i zmieniają przez nieustanną ewolucję, idącą równolegle z bezustannym wzrostem naszej znajomości nowych faktów...“. Z tego względu, podobnie jak Wilhelm Ostwald, nie uznawał on zasadniczo hipotez, w szczególności zaś hipotezy atomowej i w dziełach swoich stosował stale dawno zarzucone wzory równoważnikowe związków chemicznych. Jednakże należy podnieść z uznaniem, że ten konserwatyzm naukowy Berthelota był raczej protestem, aniżeli uporem bezmyślnym, bowiem widząc że uporem swym nie zmieni biegu rzeczy, zaniechał już w późnym wieku swej opozycji względem teorii atomowej i w dziełach swych począł stosować znakowanie atomowe oraz racjonalne wzory drobinowe, powstrzymując się jedynie tylko od uznania wzorów strukturalnych.

W czwartym — ostatnim — okresie swej twórczości naukowej, okresie rozciągającym się od r. 1885 do r. 1907, zmienił Berthelot ponownie przedmiot głównych swych zainteresowań intelektualnych i nie zrywając całkowicie z termochemją, zajął się głównie badaniami eksperymentalnymi z dziedziny chemji roślinnej i chemji rolnej oraz studjami filologiczno-historycznymi nad historją początków chemji, dzięki czemu zachował on do późnej starości świeżość swego umysłu oraz energję do dalszej pracy.

W tym ostatnim okresie wyteżonej pracy badawczej, sława oraz autorytet naukowy Berthelota osiąga swe maksimum. Powołany już w r. 1873 na członka Paryskiej Akademji Nauk, zostaje on w r. 1889 wybrany jej dożywotnim sekretarzem generalnym, a w r. 1901 wstępuje do grona „czterdziestu nieśmiertelnych“ Akademji Francuskiej. Ponadto w r. 1886 obejmuje tekę oświaty w gabinecie Goblet'a, a w r. 1895 obejmuje w gabinecie Bourgeois tekę spraw zagranicznych.

Te tak różnorodne zajęcia administracyjne, nie odrywają go jednak od głównego celu życia — od pracy badawczej. W ciągu bowiem tych ostatnich 22 lat życia swego, dokonywa on 880 badań eksperymentalnych, bądź teoretycznych i historycznych, ogłoszonych drukiem w 1245 publikacjach, a nadto ogłasza 17 dzieł objętości przeszło 12.500 stron druku.

Początkowo nie zrywa Berthelot całkowicie z badaniami termochemicznymi, czego dowodem, że w samych *Annales de Chimie et de Physique* ogłasza przeszło 80 rozpraw treści termochemicznej, obejmujących około 1300 stron druku, nadto ogłasza w r. 1893 krótki podręcznik kalorymetriji p. t. *Traité pratique de calorimetrie chimique*, zaś w r. 1897 wydaje monumentalne dwutomowe dzieło p. t. *Thermochimie. Données et lois numériques*.



W tem ostatniem dziele poddaje on ponownemu krytycznemu i metodycznemu przerechowaniu wszystkie znane podówczas pomiary kalorymetryczne, a to celem otrzymania porównywalnych ze sobą danych termochemicznych. Tej pracy tytanicznej, w której na same obliczenia spotrzebował około 30.000 arkuszy papieru, dokonał Berthelot w 70-ym roku swego życia. To też jego „Thermochemie“ jest zaprawdę dziełem monumentalnem, jakim nie może się poszczycić żaden inny odłam chemji fizycznej.

Na zakończenie swej działalności termochemicznej, ogłosił Berthelot w r. 1899 niewielkie dwutomowe dziełko p. t. *Charleur animale*, w którym zestawil wyniki swych niezmiernie ciekawych i doniosłych dla fizjologii badań termochemicznych nad ciepłem wytwarzaniem w różnych organach ciała zwierzęcego.

Stworzywszy i rozwinąwszy w licznym szeregu swych początkowych prac z dziedziny chemji organicznej metodykę syntezy związków organicznych, wyświetlił następnie Berthelot swemi badaniami termochemicznemi energetyczną stronę tych procesów syntetycznych, dokonywanych w laboratorjach chemicznych. Nie wyświetloną pozostała jednakże sprawa syntezy złożonych połączeń organicznych, dokonywanych na wielką skalę przez organizmy roślinne w zwykłych warunkach temperatury, w dodatku z materiałów tak prostych i tak nieczynnych pod względem chemicznym, jakimi są woda oraz dwutlenek węgla.

Tajemnica mechanizmu chemicznego tych nieomal cudownych procesów interesowała Berthelota od dawna. Już bowiem w pierwszym klasycznym swem dziele *Chimie organique fondée sur la synthèse* z roku 1860 poświęcił on wiele miejsca klasyfikacji działań katalitycznych, kontaktowych oraz fermentacyjnych, odgrywających zasadniczą rolę w procesach biochemicznych oraz próbował poraz pierwszy sprowadzić owe zagadkowe działania do wzajemnej gry zwykłych sił powinowactwa chemicznego, występujących w procesach międzycząsteczkowych. Podjęciu jednakże własnych badań eksperymentalnych nad przebiegiem procesów biochemicznych, stał na przeszkodzie brak odpowiedniego warsztatu doświadczalnego. Wreszcie w wyniku długoletnich starań i zabiegów, doprowadził Berthelot do tego, że w r. 1883 została utworzoną w Meudon pod Paryżem stacja chemiczno-rolnicza, przydzielona do jego katedry w Collège de France.

Poczynając od r. 1884, spędza Berthelot stopniowo coraz więcej czasu w Meudon, oddając się prawie że z młodzieńczym zapałem badaniom eksperymentalnym w dziedzinie chemji roślinnej oraz w dziedzinie chemji gleby. Wyniki tych rozległych badań, publikowanych przeważnie w „Annales de chimie et le physique“, zestawil i przedrukował on następnie w r. 1899 w czterotomowym dziele, zatytułowanem *Chimie végétale*.

Nie mogąc wdawać się w rozbiór tych nazbyt licznych i obszernych badań eksperymentalnych, należy jednakże zaznaczyć, że również w dziedzinie



chemji rolnej dokonał Berthelot pierwszorzędnych odkryć. Najważniejszym z nich było niewątpliwie stwierdzenie w r. 1885, że gleby gliniasto-próchniczne przyswajają czyli wiążą wolny azot atmosferyczny, dokonując tego doniosłego procesu przy pomocy drobnoustroji, żyjących kosztem związków organicznych, zawartych w próchnicy. Niemniej ważnym było również stwierdzenie dodatniego wpływu cichych wyładowań elektrycznych, zachodzących w atmosferze, na wzrost i rozwój wegetacji roślinnej.

Ostatniem dziełem doświadczalno-chemicznym Bethelota był jego podręcznik *Traité pratique de l'analyse des gaz*, ogłoszony drukiem w r. 1906, na krótko przed śmiercią. W dziele tem, nawskróś indywidualnym i oryginalnym, zestawił on wyniki swych wieloletnich doświadczeń praktycznych nad postępowaniem z substancjami gazowymi oraz nad sposobami ich analizy jakościowej i objętościowej.

Poza temi niesłychanie licznymi, różnorodnymi oraz niewątpliwie bardzo doniosłymi pracami eksperymentalnymi, teoretycznymi oraz konstrukcyjnymi we wszystkich niemal działach chemji mineralnej, organicznej, fizycznej oraz biologicznej, położył Berthelot wielkie zasługi również w dziedzinie historii chemji, zwłaszcza w sprawie wyświeślenia początków alchemji oraz rozpowszechnienia poglądów alchemicznych w wiekach średnich. „Podróż na Wschód odbyta w r. 1869 z okazji inauguracji Kanału Suezkiego, obejrzenie ruin miast i świątyń starożytnego Egiptu od Aleksandrii do Theb i Philoe — mówi on — nakoniec widok szczątków tej cywilizacji, która trwała tak długo i tak daleko posunęła rozwój przemysłu, skierowały mój umysł ku poznaniu tych wiadomości praktycznych z chemji, których należało się domyślać“.

Posiadając dobrą znajomość języków starożytnych, zwłaszcza łaciny i greki, zajął się Berthelot źródłowymi badaniami początków alchemji, studjując w tym celu starożytne kodeksy rękopiśmienne, przechowywane w bibliotekach Paryża, Londynu i Leydy, kodeksy „których czytaniem wzgardzono, uważając je za ciemne wymysły oraz mgliste fantazje“. Wyniki tych studjów filologiczno-historycznych ogłosił on w dwóch dziełach, mianowicie w *Les origines de l'Alchimie* z r. 1885 oraz w trzypięciotomowej *Collection des anciens Alchimistes grecs* z r. 1888. stanowiących razem pewną całość. W obu tych dziełach, z których drugie podaje przedruk greckich rękopisów alchemicznych wraz z ich tłumaczeniem na język francuski, Berthelot wykazuje, że teorie alchemiczne, dotyczące transmutacji metali, opierały się nietylko na wyobrażeniach urojonych, lecz przeważnie na realnych praktykach złotników i metalurgów grecko-egipskich, zmierzających do naśladowania złota oraz srebra. Owi złotnicy wprowadzali swego czasu w błąd publiczność, ale również i sami ulegali złudzeniu, że zdobyli sztukę transmutacji metali, czyli ich przemiany na metale szlachetne.



Jako dalszy ciąg tych studjów historycznych, ogłosił Berthelot drukiem dalsze dwa dzieła, mianowicie jedno w r. 1889 p. t. *Introduction à l'étude de la Chimie des anciens et du moyen-âge*, oraz w r. 1890 jego trzytomowe uzupełnienie p. t. *Histoire des Sciences. La Chimie au Moyen-âge*, w których starał się wyświecić drogi, któremi praktyki oraz teorie alchemiczne starożytnych greko-egipcjan przedostały się w wiekach średnich do Europy zachodniej. W przeciwieństwie do utartych poglądów, że owo przejście nastąpiło wyłącznie za pośrednictwem pisarzy arabskich, Berthelot wykazał, że dokonało się ono w rzeczywistości dwiema drogami. Mianowicie z jednej strony praktyki i wyobrażenia alchemiczne złotników i metalurgów greko-egipskich, przedostały się naprzód z Aleksandrji do Bizancjum, a następnie z Bizancjum do Rzymu, w którym przetrwały one upadek państwa rzymskiego. Z drugiej strony też same praktyki i poglądy alchemiczne przedostały się z Aleksandrji do Syrii; zaś z tłumaczeniami syryjskimi rękopisów alchemicznych zapoznali się Arabowie, od których następnie w wieku XIII owa wiedza alchemiczna przedostała się przez Hiszpanję na południe Francji oraz do Europy zachodniej.

Pewnego rodzaju uzupełnienie powyższych czterech dzieł stanowi książka Berthelota, zatytułowana: *Archéologie et histoire des sciences*, wydana w r. 1906, w której podał on przedruk swych badań chemiczno-analitycznych nad metalurgją starożytnych, a zarazem przedruk t. zw. *Liber de septuaginta*, jedynego autentycznego dzieła Gebera.

W tych dziewięciu obszernych tomach zebrał i zanalizował Berthelot bardzo obfity materiał do historii alchemji, materiał rzucający nowe światło na genezę oraz na rozpowszechnienie się praktyk i teoryj alchemicznych. Pomimo pewnych braków i usterek, te badania historyczno-filologiczne Berthelota stawiają go obok Hoefera i Koppa w szeregu najwybitniejszych historjografów chemji.

Z okazji obchodu stulecia wielkiej rewolucji francuskiej napisał Berthelot w r. 1890 piękną monografię p. t. *La Revolution chimique, Lavoisier*, w której przedstawił on genezę oraz doniosłość wiekopomnych odkryć, dokonanych przez Lavoisiera w dziedzinie chemji. Nadto w przeciągu czasu od r. 1886 do 1905 ogłosił on cztery tomy swych pięknych szkiców treści filozoficznej, przyrodniczej, historjograficznej, społecznej, pedagogicznej oraz moralnej, zatytułowanych: *Science et philosophie*, *Science et morale*, *Science et Education*, oraz *Science et Libre pensée*.

W roku 1901 doznał Berthelot rzadkiej w dziejach nauki owacji. W dniu 24-go listopada elita narodu francuskiego uczciła w sposób podniosły i uroczysty pięćdziesięciolecie jego pracy badawczej. W wielkiej sali Sorbonny, w obecności przeszło 3800 osób ze sfer naukowych, politycznych



i społecznych, w obecności Prezydenta Republiki, przedstawicieli Rządu, Senatu, Parlamentu oraz delegatów Akademji i Towarzystw naukowych całej niemal Europy, wygłoszono szereg przemówień, sławiących działalność naukową i społeczną Berthelota, odczytano dziesiątki adresów od najważniejszych korporacyj naukowych, a prezydent Republiki wręczył Jubilatowi piękną plakietę, dzieło znanego artysty Chaplaina.

Pod koniec uroczystości przemówił wzruszony Jubilat, dziękując serdecznemi słowy za okazaną mu owację i zakończył swe przemówienie temi słowy: „Nie dla egoistycznego zadowolenia próżności osobistej oddaje świat dzisiejszy hołdy swym uczonym. Bynajmniej! Czyni on to w przeświadczeniu, że uczony, godny tego miana, poświęca swe życie wielkiemu dziełu naszych czasów — dziełu polepszenia, niestety zbyt powolnemu, doli wszystkich — od bogatych i szczęśliwych — do pokornych, biednych i cierpiących“.

Ostatnie lata swego długiego żywota spędził Berthelot w pełni sił fizycznych i umysłowych, oddając się bezustannie wytężonej pracy naukowej, osładzanej harmonją pożycia rodzinnego. Jednakże od r. 1905 poczęła pani Berthelot stale zapadać na cierpienie sercowe, a w początkach roku 1907 stan jej zdrowia stał się tak groźnym, że małżonek czuwał całemi nocami u jej łóża. Wreszcie w dniu 18 marca wydała pani Berthelot ostatnie swe tchnienie, co widząc Berthelot, padł z krzykiem na ziemię, tknięty udarem serca.

W dniu 26 marca 1907 r. oddała Francja Berthelotowi hołd największy, jakiego nie doznał żaden uczony. W dniu tym odbyła się w obecności Prezydenta Republiki, przedstawicieli rządu, izb ustawodawczych oraz licznych delegacyj świata politycznego, naukowego i literackiego, uroczystość złożenia zwłok pana i pani Berthelot w Panteonie. Jedyną mowę wypowiedział minister oświaty Briand, sławiąc Berthelota jako uczonego, filozofa, pedagoga, obywatela oraz człowieka.

Berthelot był niewątpliwie najwybitniejszym, najwszechstronniejszym oraz najpłodniejszym chemikiem dziewiętnastego stulecia. Odnajdujemy w nim wszystkie cechy genialności umysłowej; mianowicie wielką uczoność, oryginalność pomysłów, niezwykle zdolności eksperymentalne, niezależność sądów oraz wielki talent literacki. Jego prace badawcze dotyczą wszystkich działów chemji i wyróżniają się swą oryginalnością oraz gruntownością. We wszystkich tych pracach jest on stale pionierem, torującym nowe drogi następnym generacjom badaczy.

W podziw wprawia nas różnorodność oraz wielorakość jego prac badawczych, genetycznie wiążących się z pierwszemi jego badaniami w dziedzinie syntezy związków organicznych. W zdumienie wprawia nas ogrom





jego badań eksperymentalnych, zarówno jak i obfitość napisanych przezeń dzieł oryginalnych.

Z biblijografii jego publikacyj wynika, że w ciągu lat 56 ogłosił on drukiem:

1.570 rozpraw w 2.700 publikacyj, objętości 19.700 stron, oraz 38 dzieł w 50 tomach, obejmujących 21.000 stron druku. Czyni to razem 40.700 stron, a po odliczeniu powtórzeń i przedruków daje około 35.000 stron druku, własnoręcznie napisanych, odpowiadających około 150 kilometrom wierszy pisma ręcznego!

Takim ogromem produkcji naukowo-piśmienniczej nie może się poszczycić żaden inny uczony całego świata. Celem lepszego uprzytomnienia sobie niezwykłego ogromu samej tylko produkcji naukowej Berthelota, wystarczy przytoczyć, że wszyscy polscy chemicy ogłosili drukiem w ciągu 19-go stulecia zaledwie 2.250 przyczynków oryginalnych wraz z ich powtórzeniami w czasopismach obcych — czyli mniej więcej tyleż, co jeden tylko Berthelot opublikował w ciągu pół wieku.

Tego tytanicznego dzieła pracy badawczo-naukowej dokonał człowiek słabowity, niewielkiego wzrostu, człowiek przejęty stale „uczuciem smutku i niepewności“. Ożywił go jednak olbrzymi zapal do poznania „prawdy“ — prawdy naukowej — a działalnością jego kierowała dewiza Faradaya: „pracować, kończyć, publikować“.

Cześć apostołowi prawdy, cześć wielkiemu bohaterowi twórczej pracy naukowej!

---

W. ŚWIĘTOSŁAWSKI i B. ROGA.

## NOWY PRZYRZĄD DO OZNACZANIA PUNKTU ZAPŁONIENIA KOKSU I WĘGLI TECHNICZNYCH.

*Dział węglowy Chemicznego Instytutu Badawczego.  
(Komunikat 1.)*

### Badania dotychczasowe.

W toku prac nad metodą oznaczania palności ciał takich, jak koks, półkoks, brykiety i t. p. wyłoniła się potrzeba dokładnego oznaczania temperatury zapłonięcia poszczególnych gatunków paliwa oraz węgla używanych do różnych celów technicznych.

Jak wynika z podanego niżej przeglądu dotychczasowych prac nad tym tematem, nie dały one ani ujednostajnionej metody, ani doprowadziły do skonstruowania specjalnie do tego celu przeznaczonego przyrządu.

---

\*) Osobna paginacja dla sprawozdań z prac Ch. I. B.