

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA CHEMIE

VÝZNAMNÉ OSOBNOSTI CHEMIE 19. STOLETÍ
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jana Ošťádalová

Chemie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: PaedDr. Vladimír Sirotek, CSc.

Plzeň, 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 30. června 2016

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych tímto poděkovat PaedDr. Vladimíru Sirotkovi, CSc., za odborné vedení, trpělivost, ochotu, cenné rady a připomínky při zpracovávání bakalářské práce.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINAL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

1	ÚVOD	2
2	CHARAKTERISTIKA 19. STOLETÍ	3
3	VÝZNAMNÉ OSOBNOSTI CHEMIE 19. STOLETÍ	6
	3.1 ANORGANICKÁ A OBEČNÁ CHEMIE	6
	3.1.1 Joseph Louis Proust (1754 – 1826).....	6
	3.1.2 John Dalton (1776 – 1844)	7
	3.1.3 Joseph Louis Gay- Lussac (1778 – 1850).....	9
	3.1.4 Amedeo Avogadro (1776 – 1856)	11
	3.1.5 Jan Svatopluk Presl (1791 – 1849)	12
	3.1.6 Sir Humphry Davy (1778 – 1829)	13
	3.1.7 Jöns Jacob Berzelius (1799 – 1848)	15
	3.1.8 Dimitrij Ivanovič Mendělejev (1834 – 1907).....	16
	3.1.9 William Ramsay (1852 – 1916).....	19
	3.2 ORGANICKÁ CHEMIE A BIOCHEMIE	20
	3.2.1 Friedrich Wöhler (1800 – 1882)	20
	3.2.2 Fridrich August von Stradonitz Kekulé (1829 –1896)	21
	3.2.3 Archibald Scott Couper (1831 – 1892).....	22
	3.2.4 Alexandr Michajlovič Butlerov (1828 – 1886).....	24
	3.2.5 Hermann Kolbe (1818 – 1884)	25
	3.2.6 Alfred Bernhard Nobel (1833 – 1896).....	26
	3.2.7 Johann Josef Loschmidt (1821 – 1895)	27
	3.2.8 Louis Pasteur (1822 –1895).....	28
	3.2.9 Justus von Liebig (1823 – 1873).....	30
	3.3 FYZIKÁLNÍ A ANALYTICKÁ CHEMIE	31
	3.3.1 Michael Faraday (1791 – 1867).....	31
	3.3.2 Svante Augustus Arrhenius (1859 – 1927).....	34
	3.3.3 Johannes Diderik van der Waals (1837 – 1923)	36
	3.3.4 Robert Gustav Kirchhoff (1824 – 1887).....	37
	3.3.5 Carl Remigius Fresenius (1818 –1897)	38
	3.3.6 Robert Wilhelm Bunsen (1811– 1899).....	39
	3.3.7 Wilhelm Ostwald (1853 – 1932)	41
4	ZÁVĚR	43
5	RESUMÉ	44
6	SEZNAM LITERATURY	45
7	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ	52

1 ÚVOD

V dnešní době člověk lehce může podlehnout dojmu, že historie se pomalu ale jistě stává neatraktivní a opomíjenou vědou. Současný systém dbá na to, aby absolventi byli dobře uplatnitelní na trhu práce, a tak většina mladých lidí preferuje anglický jazyk a moderní technologie. Poslední dobu se dokonce objevují tendence, aby byl dějepis ze školního vzdělávacího programu odstraněn, či byl jeho počet hodin minimalizován.

Podle mého názoru známé úsloví: „národ, který nezná vlastní historii, je odsouzen prožít si ji znovu“, platí ovšem stále.

Pedagog může prostřednictvím historie zpřístupnit a přiblížit mnohdy abstraktní učivo. Osobnosti z historie lze podávat jako ideály a tak mohou žáka motivovat a formulovat jeho postoj k vědě a úctě k tomu, co bylo v dřívějších dobách vytvořeno. Žáci by se neměli učit jen holá fakta a letopočty. Učitel by jim měl ukázat cestu k hledání a objevování těchto fakt a neměly by se opomíjet širší souvislosti.

Z těchto důvodů jsem si vybrala jako téma mojí bakalářské práce Osobnosti chemie 19. století. Každý životopis chemika je rozdělen na několik částí. Zpočátku je vždy uvedeno jméno a datum narození a úmrtí, fotografie a stručně uveden význam jeho práce v chemii v 19. století. Dále je popsán jeho život, vzdělání, místo působení a také členství v různých organizacích. Následuje část, která se týká významných objevů, formulací zákonů apod., kterými se chemikové proslavili či přispěli k dalším objevům.

Chemiků – objevitelů bylo v 19. století opravdu nespočet a je prakticky nemyslitelné uvést zde naprosto všechna jména, která nějakým způsobem ovlivnila chemii. Cílem této bakalářské práce je podat ucelený přehled chemiků, kteří svými objevy přispěli k rozvoji chemie a jsou dodnes všeobecně uznávanými osobnostmi.

2 CHARAKTERISTIKA 19. STOLETÍ

Kdybychom se mohli vrátit na počátek 19. století, našli bychom úplně jiný svět. Státy jako Německo nebo Itálie neexistovaly, Spojené státy tvořilo několik osad, které teprve pracně získaly svoji nezávislost. Industrializaci znala pouze Anglie, nové formy komunikace byly v nedohlednu.

Dvě události, které zásadně změnily nejen politickou mapu světa, se odehrály již na konci 18. století. Byla to francouzská revoluce, která pod heslem „Volnost-rovnost-bratrství“ demontovala staletí trvajícím feudální systém a díky níž na politickou scénu vstupuje nová společenská skupina měšťanstvo, ze kterého se rychle vyvine vedoucí síla nově přicházejícího systému – kapitalismu. Představa o svobodě občana a jeho rovných právech dostala název liberalismus.

Hospodářský liberalismus zdůrazňuje zásadu volné soutěže a svobodného trhu, do kterého nemá stát zasahovat.

Revoluce roku 1848, ač většinou skončily porážkou radikálních sil, přinesly jednu velkou pozitivní změnu - zrušení poddanství. Poslední přežitek feudálního systému, který bránil rozvoji tovární výroby, byl odstraněn. Lidé se mohli svobodně stěhovat a odcházet do měst, kde pracovali v nově vznikajících továrnách.

Další významnou událostí byla anglická průmyslová revoluce, která proměnila tuto zemi na první průmyslovou velmoc světa.

Rozšíření nových technologií (parní pohon, tkalcovský stav, železniční síť) postupně proniká i do dalších částí, především západní části Evropy a ve 2. polovině 19. století i do USA a Japonska.

Sjednocením Německa v roce 1871 se pak na evropské půdě konstitovala nová silná velmoc, která však přišla pozdě ke koloniálnímu dělení světa. Na rozdíl od Anglie nebo Francie nevlastnila žádné významné kolonie. Tím hrozivější následky pak v příštím století měl mít její militarismus a vypjatý nacionalismus. Vznik jednotného Německa pak odstartoval i novou tzv. 2. průmyslovou revoluci, která už byla založena na chemickém průmyslu a využití elektrické energie a ropy. Byl to největší převrat ve vědě a technice, který tato oblast lidské činnosti zažila. Věda se stala výrobní silou a rozvíjela se v těsném spojení s životem společnosti.

Měnily se i představy o zákonitostech přírody a vývoji člověka. V tomto směru měla rozhodující vliv vývojová teorie anglického přírodovědce Charlese Darwina, který ve svém díle „O původu druhů“ z roku 1859 popisuje vývoj na Zemi jako neustálý boj o přežití, ve kterém vítězí ten silnější a přizpůsobivější¹.

Ještě dalekosáhlejší důsledky na život lidí měly objevy ve fyzice. Převratné vynálezy v elektrotechnice odstartoval britský fyzik a technik Michael Faraday, který sestrojil stroj umožňující výrobu elektrického proudu – dynamo (1831)². Nejznámějším vynálezcem té doby však bezpochyby byl Američan Thomas Alva Edison, který zdokonalil žárovku (1879), sestrojil fonograf zachycující zvuk a právě on otevřel cestu k širokému využití elektrické energie v továrnách i domácnostech po celém světě. Nesmíme opomenout ani práci Františka Křižíka, jehož zdokonalená oblouková lampa přinesla lidem obrovskou změnu v osvětlení ulic, továrních hal i domácností³.

Svět se stává menším i díky novým komunikačním technologiím. Nejprve se začal používat telegraf fungující na principu přenosu znaků Morseovy abecedy. Byl položen první podmořský kabel v průlivu La Manche. Zásadní převrat pak přinesl objev Grahama Bella, který zkonstruoval první telefon (1876)⁴.

19. století je také nazýváno „stoletím chemie“. Právě tato vědní disciplína dosáhla svého největšího rozmachu. Největší přínosy, bez kterých si nedovedeme dnešní život představit, byly z odvětví průmyslové chemie. Začátkem 19. století se podařilo chemikovi Rungemu izolovat z dehtu pyrrol, anilin, fenol (1833). V roce 1836 na něho navázal Zinin, který pomocí redukce nitrobenzenu připravil anilin. Od této chvíle se začaly hojně provádět pokusy o anilinová (syntetická) barviva. První barvivo, které bylo využitelné i prakticky připravil P. Griess v roce 1858. Princip spočíval v diazotaci a kopulaci anilinu. Rozvíjející se průmysl barviv žádal stále větší spotřebu surovin potřebných pro výrobu syntetických barviv. Zvýšená poptávka byla hlavně po sodě a kyselině sírové. U obou látek byly zavedeny nové metody, které by uspokojily stále se zvyšující nároky. V roce 1863 E. Solvay zveřejnil princip amoniakálního způsobu výroby sody, který je podle něho pojmenován. Kyselina sírová zase byla vyráběna komorovým způsobem, při kterém byl využíván katalytický účinek kyseliny dusičné při oxidaci oxidu siřičitého vzduchem⁵.

Dalším významným krokem bylo využití petroleje jako zdroje pro osvětlení a na konci 19. století se začal používat i do vznětových motorů.

19. století je také obdobím, kdy došlo ke zrodu materiálů, které nás v současné době obklopují na každém kroku, a tím jsou plasty. První plastická hmota se nazývala xylolit a byla vytvořena za užití nitrocelulózy, alkoholu, kafru a talového oleje (1865).

O témže století se traduje, že chemie byla hlavní pomocnou disciplínou textilního průmyslu. Největšího významu ovšem dosáhla až ve 2. polovině 19. století. V této době se podařilo připravit kolodium (1846). Kolodium je roztok nitrocelulózy v diethyletheru a ethanolu, který má sirupovitou konzistenci. Hlavní využití našel roztok ve zdravotnictví, kde se ho využívalo jako tekutého obvazu. V roce 1891 bylo vyrobeno první nitrátové hedvábí, které bylo ovšem hořlavé. V roce 1899 Schweitzer objevil princip rozpustnosti celulózy ve vodném roztoku amonokomplexů mědi a na základě toho připravil tak měďnaté hedvábí- první regenerované celulozové vlákno⁵.

Také byla provedena první vulkanizace kaučuku (1839) za pomoci síry, která vedla k výrobě pryže a o deset let později i k přípravě ebonitu. Princip byl stejný jako při výrobě pryže, ovšem samotný proces probíhá o mnoho hodin déle, čímž došlo k dokonalému nasycení vazeb kaučuku sírou. Další využití pak vedlo k vynálezu pneumatik roku 1888.

Do oblasti biochemie přispělo 19. století dvěma protichůdnými objevy a vynálezy. Zatímco objev Louise Pasteura odhalil bakteriální původ nemocí, znamenal obrovský krok kupředu v boji o lidské zdraví, vynález švédského chemika Alfréda Nobela „zdokonalil“ zabíjení lidí díky ničivé síle dynamitu.

V následujícím přehledu je uveden přínos významných vědeckých osobností, které rozvíjely vědecké základy chemických disciplín.

3 VÝZNAMNÉ OSOBNOSTI CHEMIE 19. STOLETÍ

3.1 ANORGANICKÁ A OBEČNÁ CHEMIE

3.1.1 JOSEPH LOUIS PROUST (1754 - 1826)

Největší zásluhou Josepha Louise Prousta je formulace zákona stálých poměrů slučovacích, který dnes patří k základním chemickým zákonům a objev hroznového cukru.

Tento francouzský vědec vystudoval chemii v Paříži a pak začal pracovat jako lékárník u svého otce. Patřil mezi přední vědce své doby, a tak o jeho znalosti a zkušenosti měl zájem i sám španělský král Karel III. Proust tak na jeho přání odešel



Obr. 1 Joseph Louis Proust⁶

do Madridu, kde přednášel na vojenské univerzitě a měl velký podíl na vybudování chemických laboratoří. Přestože jeho snaha a úsilí vyšly naprázdno, neboť při povstání Španělů proti Napoleonovi byla tato zařízení zničena, zájem o chemii ho neopustil. Po návratu do Paříže se stal roku 1816 členem akademie věd v Paříži⁷.

Uznání jeho formulace zákona stálých poměrů slučovacích trvalo celých osm let. Definice tohoto zákona zní: „Hmotnostní poměr prvků, nebo součástí dané sloučeniny je vždy stejný a nezávisí na způsobu přípravy této sloučeniny.“ Tímto zákonem dokázal, že látka může vznikat jakýmkoliv způsobem, ale vždy je její složení stálé a neměnné. Tomuto názoru oponoval francouzský chemik C. L. Berthollet, který při svých pokusech dospěl k opačnému závěru, že složení látek se může spojitě měnit. Zákon stálých poměrů slučovacích vstoupil v platnost až v roce 1806. Formulací tohoto zákona došlo k jasnému odlišení sloučeniny od homogenní směsi⁷.

Ve stejný rok, kdy byla uznána Proustova formulace jeho zákona, publikoval spis, ve kterém zveřejnil výsledky svých pokusů s hroznovým cukrem. Podařilo se mu extrahovat velké množství cukru z hroznového vína, který měl stejnou kvalitu jako cukr získaný z cukrové třtiny. Dokonce zjistil, že shromažďování, čištění a extrakce jsou daleko levnější ve srovnání se zpracováním klasického cukru. Jediným negativem byla skutečnost, že cukr mohl být pouze ve formě sirupu. I přesto si mohl otevřít lukrativní obchod s tímto

cukrem. Sám Napoleon žádal Prousta o zřízení továrny, která by tento cukr vyráběla a následně expandovala do celého světa, ale Proust tuto nabídku odmítl⁶.

Další jeho přínos byl v oblasti analytické chemie, kde zavedl používání sirovodíku jako reakčního činidla a také se stal spoluzakladatelem analýzy na mokré cestě.

V oblasti organické chemie má také nezastupitelnou roli, neboť objevil hroznový cukr, popsal přípravu kyseliny citronové, izoloval mannitol z mananu, leucin ze sýru. Velmi zajímavý je jeho objev kafru z éterických olejů různých druhů rostlin. Tento objev zaznamenal na podzim roku 1789. Zjistil, že chladné počasí mělo za následek částečnou krystalizaci levandulového oleje. Domníval se, že pevná látka může být kafr. Provedl další experimenty s éterickými oleji z rozmarýnu, šalvěže a majoránky, aby potvrdil, zda také obsahují tuto látku. Přes filtrační papír krystaly usušil a zjistil, že všechny jsou sněhově bílé, mají stejné aroma a zpětná identifikace jejich zdroje byla obtížná. Experiment provedl i za pomoci jiné laboratorní metody (destilace přes vodní lázeň), čímž získal menší množství pevného destilátu, než při předchozím experimentu. Tento destilát pak ještě přečistil pomocí sublimace. Tyto přirozené éterické oleje byly levnější zdroj kafru, než materiál dovezený ze Španělska⁶.

3.1.2 JOHN DALTON (1776 – 1844)

Svobodný mládenec, introvert a badatel, který pocházel z anglické rodiny. Z obyčejného chudého chlapce se díky své pílí a skromnosti stal vědec, jehož jméno bylo uznáváno na celém světě. Je autorem atomové teorie, zákona násobných poměrů slučovacích a objevitel daltonismu.

Pocházel z chudé tkalcovské rodiny a již ve dvanácti letech se spolu se svým bratrem živili jako pomocní učitelé. Dalton absolvoval gymnázium, kde se nechal inspirovat svým učitelem matematiky a přírodních věd. Spolu se svým bratrem si koupili školu a vyučovali zde více než šedesát dětí. Na gymnáziu se také zrodil jeho zájem o meteorologii, která ho provázela celým životem⁹.



Obr. 2 John Dalton⁸

Právě studium meteorologie ho přivedlo ke studiu vlastností plynů a následně na formulaci zákona násobných poměrů slučovacích (1808): „Tvoří-li dva prvky spolu více

sloučenin, jsou hmotnostní množství jednoho prvku, která se slučují s konstantním hmotnostním množstvím prvku druhého v poměru celých zpravidla malých čísel“⁷.

Daltonova atomová teorie vznikla spojením dvou zákonů, a to zákona stálých poměrů slučovacích (1806) a zákona násobných poměrů slučovacích (1808) a obsahuje tři hlavní myšlenky:

- Prvky jsou složené z malých nedělitelných částic - atomů, které nezanikají ani nevznikají, pouze se mohou přeskupovat, spojovat či oddělovat při chemickém ději
- Atomy téhož prvku jsou stejné, atomy různých prvků se liší hmotností, velikostí a dalšími vlastnostmi
- Slučováním dvou a více prvků vzniká chemická sloučenina, přičemž počty atomů, které se slučují, lze vyjádřit malými celými čísly⁷

Tato teorie byla dlouho dobu přijímaná s nedůvěrou. Dalton se touto teorií vrátil k názoru antického učence Démokrita, který tuto hypotézu vyslovil už před více jak dvěma tisíci lety. Novými poznatky ve 20. století byla Daltonova teorie revidována. Pokrokem této jeho teorie bylo zavedení atomové váhy (dnes relativní atomové hmotnosti), která se stala jednou z nejpoužívanějších veličin v chemii. Jako první vytvořil padesát let před Mendělejevem první tabulku atomových vah prvků, kdy nejlehčímu prvku vodíku přiřadil hodnotu 1,0 atomové váhy⁹.

Rozhodl se změnit symboliku jednotlivých prvků. Dosavadní různé symboly pro prvky převedl na kroužky, takže každá sloučenina měla tolik kroužků, kolik atomů měla

ELEMENTS					
⊙	Hydrogen	1	⊕	Strontian	46
⊖	Azote	5	⊗	Barytes	68
●	Carbon	5	⊖	Iron	50
○	Oxygen	7	⊕	Zinc	56
⊖	Phosphorus	9	⊕	Copper	56
⊕	Sulphur	13	⊖	Lead	90
⊖	Magnesia	20	⊕	Silver	190
⊖	Lime	24	⊗	Gold	190
⊖	Soda	28	⊕	Platina	190
⊖	Potash	42	⊗	Mercury	167

Obr. 3 Daltonova chemická mluva¹⁰

její nejmenší částice. Tento způsob se zdál velice nešťastný a tak nedošlo k jeho prosazení. Přínosem bylo to, že v předchozích náznacích symboliky byl vždy brán symbol jako prvek obecně, zatímco Dalton tím představoval pouze jeden atom síry. Vyskytla se tak možnost rozlišovat různé sloučeniny týchž prvků a tak se začali psát rovnice tak, jak je známe dnes⁷.

Ve fyzikální chemii formuloval na základě svých pozorování zemské atmosféry a znalostí o vlastnostech plynů tzv. Daltonův zákon parciálních tlaků: „Tlak směsi plynů je roven součtu jejich parciálních tlaků“⁹.

$$p = \sum_{i=1}^k p_i$$

V biologii popsal onemocnění, kterým sám trpěl. Jedná se o neschopnost rozlišit červenou a zelenou barvu, která je způsobena porušením buněk sítnice. Toto onemocnění bylo pojmenováno „daltonismus“¹¹.

3.1.3 JOSEPH LOUIS GAY-LUSSAC (1778- 1850)

Francouzský vědec, chemik a fyzik, jehož jméno je spolu s dalšími jedenasedmdesáti slavnými vědeckými jmény navždy vytesáno do stěn Eiffelovy věže - symbolu Paříže¹². Je známý jako autor zákona o objemové roztažnosti plynů, konstruktér alkoholmetru či byrety s postranním kohoutem a v neposlední řadě jako objevitel boru a jodu.



Vystudoval polytechnickou školu v Paříži, kde později působil jako profesor chemie. Po pár

Obr. 4 Joseph Louis Gay – Lussac¹³

letech změnil místo svého působiště a začal přednášet fyziku na slavné pařížské Sorbonně. Dokladem toho je pojmenování ulice jeho jménem nedaleko této univerzity.

Kromě profese učitele byl také členem rady pro zdokonalení střelného prachu, zkoumal hodnoty mincí či byl odborníkem při výrobě tabáku⁹.

Známa je též formulace Gay-Lussacova zákona z roku 1802. Zákon platí pouze pro izobarické děje. Definice zákona zní: „Při izobarickém ději v ideálním plynu za konstantní hmotnosti je objem plynu přímo úměrný jeho termodynamické teplotě.“¹⁴

$$\frac{V}{T} = konst.$$

Tato okolnost vedla Kelvina k zavedení absolutní stupnice. Podstatu tohoto zákona dokázal reakcí, kdy sloučil 2 objemy vodíku s 1 objemem kyslíku, a vznikly 2 objemy vodní páry. Toto zjištění vyvolalo spor mezi Gay-Lussacem a Daltonem, neboť Daltonova teorie tyto závěry nedokázala objasnit. S řešením přišel až Avogadro a jeho molekulová teorie.

V roce 1804 podnikl let balonem, při kterém se rozhodl pozorovat složení vzduchu a vyvrátil tak Daltonovo představení o rozdílném složení vzduchu v různých výškách. Dospěl ke zjištění, že vzduch má ve všech výškách stejné složení. A také dokázal relativní neměnnost magnetického pole.

Co se týká přístrojů, sestrojil a zdokonalil alkoholmetr k určení měrné váhy lihu. Dále zdokonalil dvouramenný přenosný tlakoměr, rtuťový teploměr. Je spoluobjevitelem elektromagnetu. V chemickém nádobí zavedl pojmy pipeta a byreta a sestrojil byretu s postranním kohoutem⁹.

I v oboru analytické chemie má několik zásluh. Byl první, kdo zavedl dělení kationtů sirovočíslovým způsobem (tzv. mokrou cestou). Roku 1832 objasnil chlorometrii, alkalimetrii a acidimetrii.

Podílel se na objevu boru a jodu, kterému dal i název. Zabýval se také kyselinami fosforu a kyanosloučeninami⁷. Svůj zájem soustředil i na technologii výroby kyselin. Je autorem výroby kyseliny sírové komorovým způsobem.

Jeho úspěšnost na vědeckém poli byla vykompenzována v soukromém životě. Musel se starat o pět dětí a manželku. Nejstarší syn šel v otcových šlépějích a stal se dokonce asistentem J. Liebiga. Takové slávy jako jeho otec se však nedočkal, dokonce některé jeho práce byly připisovány na účet jeho otce, protože používali stejné iniciály¹⁵.

Přestože byl velice šikovný a experimentálně nadaný chemik, byl několikrát při explozích v laboratoři zraněn. Poslední jeho úraz byl i příčinou dlouhodobého onemocnění a smrti.

3.1.4 AMEDEO AVOGADRO (1776-1856)

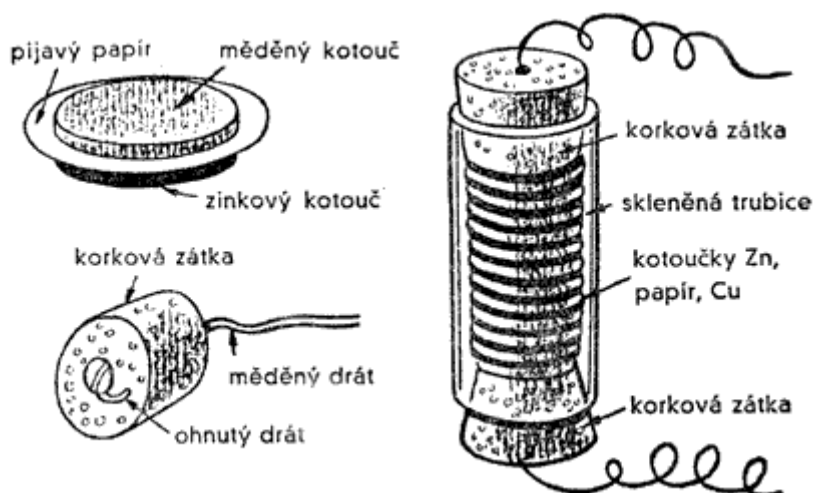
Italský fyzik a chemik, který se proslavil formulací Avogadrova zákona a zavedením Avogadrovy konstanty, které dodnes používáme jako konstantu při základních výpočtech týkajících se látkového množství.



Amedeo Avogadro se narodil v Turíně v Itálii. Patřil mezi nadprůměrné studenty, proto již ve dvaceti letech obdržel doktorát z práv. Jeho rodina i samotný Avogadro si mysleli, že láska k právu ho bude držet celý život. Později ho však zájem opustil a začal svojí nadprůměrnost využívat v oblasti matematiky, fyziky a chemie.

Obr. 5 Amadeo Avogadro¹⁶

Jeho první vědecká publikace se týkala roztoků solí a jejich chování v elektrickém poli. Bylo to pouhé tři roky před tím než A. Volta sestrojil elektrickou baterii (1800)⁵.



Obr. 6 Voltův sloup¹⁷

Publikoval také svoje názory a poznatky o studiu indukční elektřiny, na které pak navázal a více je prozkoumal M. Faraday⁹.

Prostřednictvím Avogadrovy molekulové teorie z roku 1811 byl vyřešen spor mezi Gay-Lussacovým zákonem týkající se stálých objemových poměrů plynů a Daltonovou atomovou teorií, která nebyla schopna jej vysvětlit.

Avogadro se domníval, že „ve stejných objemech různých plynů je při stejném tlaku a teplotě stejný počet molekul.“ Základní myšlenka jeho teorie je založená na představě, že nejmenší částice plynu jsou molekuly, které jsou složeny ze dvou a více atomů, přičemž u plynných prvků se předpokládají dvouatomové molekuly.

Formulace Avogadrova zákon umožnila určit přesný počet všech atomů v molekule a výpočet molekulové a atomové relativní hmotnosti.

Další velice známá je tzv. Avogadrova konstanta, které „udává počet molekul či atomů v jednom molu látky“. Jeden mol je číselně definován jako počet atomů ve 12 g izotopu uhlíku ^{12}C . „V dnešní době je Avogadrova konstanta ustanovena na hodnotu $N_A = 6,022\ 140\ 857 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Tato konstanta se stala jednou ze základních chemických konstant.

$$N_A = \frac{0,012}{m(^{12}_6\text{C})} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{m_u} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

N_A – Avogadrova konstanta

m_u – atomová hmotnostní jednotka

Avogadro byl velice skromný a nenápadný. Není divu, že jeho poznatky za dobu jeho života nebyly společností přijaty. Uznání se dočkal až po smrti. Konkrétně roku 1860, kdy v Karlsruhe na chemickém kongresu se Stanislao Cannizzaro rozhodl obeznámit širokou chemickou veřejnost s jeho hypotézami. Následně byly tyto hypotézy ověřeny a dále rozšířeny a Avogadrova molekulová teorie byla uznána⁷.

Důvodů, proč Avogadrovy myšlenky nebyly přijaty již dříve, existuje několik. Jedním z nich může být fakt, že Avogadro publikoval v časopise, který nebyl tak populární. Také známější vědci té doby jako např. J. Dalton či J. J. Berzelius s jeho prací nesouhlasili. Dalším důvodem mohla být skutečnost, že jeho rodná země Itálie nebyla centrem vědy. Na rozdíl od Avogadra si toto uvědomil jeho krajan A. Volta. Ten se rozhodl odejít a podělit se tak o své poznatky s vědci z jiných zemí¹⁸.

3.1.5 JAN SVATOPLUK PRESL (1791 – 1849)

Český přírodovědec a autor mnoha nových českých pojmů nejen v oblasti chemie, ale také mineralogie, zoologie i botaniky. V chemii je ovšem nejznámější zavedením koncovek přídatných jmen pro odlišení anorganických sloučenin, s kterými se setká každý již na základní škole.

Tento velmi zajímavý muž patřil k okruhu vědců kolem Národního muzea. Narodil se v rodině pražského podnikatele, který vyráběl šicí potřeby.



Obr. 7 Jan Svatopluk Presl¹⁹

Vystudoval tehdy Karlo - Ferdinandovu univerzitu v Praze. V roce 1816 získal lékařský titul, ale medicínské praxi se nikdy nevěnoval. Později se na téže pražské univerzitě stal profesorem a přednášel přírodní vědy²⁰.

Učarovala ho botanika, zoologie, geologie i chemie. Ve všech těchto oborech vymýšlel nové názvy. Při své práci využíval bohatých zkušeností významného obrozeneckého jazykovědce Josefa Jungmanna, který proslul jako tvůrce Česko - německého pětidílného slovníku, ve kterém si také mnohé české ekvivalenty musel vymyslet.

Právě panu Preslovi vděčíme v biologii třeba za názvy jako sněženka, blizna, hraboš polní apod.

V chemii se nejvíce proslavil dílem: „Lučba čili chemie zkusná“ z roku 1828, ve kterém rozpracoval názvosloví⁷.

Jím tvořené názvy se dají rozdělit do 3 skupin.

- 1) Názvy prvků již tehdy běžně zažité a používané jako např. síra, železo, zlato, rtuť, zinek.
- 2) Názvy vzniklé počestněním původně latinského názvu a přidáním přípony –ík např. vodík, kyslík, dusík, sodík, hořčík, hliník, křemík, draslík, vápník.
- 3) Názvy vytvořené počestněním cizích názvů odvozených z jejich vlastností např. fosfor nazýval kostík. (Tyto názvy se neujaly).

Dále zavedl podvojně názvosloví sloučenin, příponu – an pro soli kyslíkatých sloučenin a přípony – natý, - ový, - elý k odlišení sloučenin.

3.1.6 SIR HUMPHRY DAVY (1778- 1829)

Humphry Davy – mimořádně nadaný a co se týče objevů velmi plodný anglický chemik. Mezi jeho nejznámější patří objevy sodíku, draslíku, vápníku a dalších prvků, či objasnění a vysvětlení principu elektrolýzy.

Již odmalička vyznával intenzivní lásku k přírodě. Rád chodil na výlety a sbíral minerály.



Obr. 8 Sir Humphry Davy²¹

Byl velmi zvědavý, bystrý chlapec s bujnou fantazií. Mezi jeho další koníčky patřila poezie, četba, kreslení, střelba a rybaření. Základní chemické znalosti získal vlastní prací. Své dospívání si zpestřoval experimenty s vdechováním oxidů dusíku, kterými se od útlého mládí zabýval. To ho však málem stálo život. Dokonce svoje pokusy s rajským plynem publikoval v roce 1800. Tento plyn se pak stal oblíbeným uspávacím prostředkem.

Roku 1807 poprvé použil proces zvaný elektrolyza. Elektrolyza děj probíhající na elektrodách při průchodu stejnosměrného elektrického proudu roztokem nebo taveninou elektrolytu. Elektrolyt je látka, která se v roztoku nebo tavenině štěpí na ionty. Elektrolyty se obecně rozdělují na silné a slabé. Elektroda je vodič I. Třídy, který zprostředkovává přívod a odebrání elektronů v elektrolytu. Pomocí této metody získal sodík, draslík, baryum a hořčík. O rok později objevil stejným způsobem i vápník či stroncium, kterému sám určil Sr^{22} .

Takto připravené prvky - hlavně sodík a draslík - fungují výborně jako redukční činidla a tak posloužila k objevu dalších prvků jako zinek, tantal či hliník. Dále Davy rozdělil všechny prvky na kovy a nekovy⁹.

Další jeho vynález z roku 1815 zachránil život několika horníkům. Jednalo se o konstrukci Davyho bezpečnostního kahanu s kovovou sítkou, která bránila vznícení důlních plynů při osvětlování.



Obr. 9 Davyho kahan²³

Další zásluhou Davyho je popis elektrického oblouku. Při pozorování využil silné baterie Voltových galvanických článků. Z jeho pozorování vyplynulo, že drát, kterým prochází proud, se rozžhává a vyzařuje teplo. Tímto ukázal na možnost využití při osvětlování žárovkami⁷.

S Thomasem Wedgwoodem je považován za průkopníka a vynálezce fotografie²⁴.

Spolu s M. Faradayem podnikl cestu do Francie. S pomocí malé přenosné laboratoře a různých institucí ve Francii prokázal neznámou látku „X“ (později nazvaný jod). Zjistil, že tato látka je velice podobná chloru. Také se zabýval analýzou vzorků různých barviv a dokázal, že diamant je forma uhlíku. Při experimentování se sloučeninami chloru objevil jedovatý plyn fosgen. Davy zjistil, že podstatnou součástí všech kyselin je vodík a že existují kyseliny bezkyslíkaté. Později se bál o svoje výsostné postavení a začal na Faradaye žárlit²¹.

Za velké množství objevů, které učinil během svého života, se mu dostalo vysokého ocenění a byl uznáván již během svého života.

Jako první napsal učebnici týkající se periodické klasifikace prvků (1891).

3.1.7 JÖNS JACOB BERZELIUS (1799 – 1848)

Světově oceňovaný vědec se narodil a pracoval ve Švédsku. Později působil jako lékař, farmaceut a profesor chemie. Jeho jméno je spojeno hlavně s anorganickou chemií a je považován za jejího zakladatele.

Ve své práci navázal na Daltona. V roce 1826 sestrojil tabulku atomových vah 53 prvků, které jsou z velké většiny užívané do dnešní doby. Za základ atomových vah zvolil kyslík a jeho atomovou váhu položil rovnou 100. Kyslík zvolil, protože tvoří sloučeniny s většinou prvků a při přepočtech vzniká menší chyba než u vodíkových, kterých používal Dalton⁹.



Obr. 10 Jöns Jacob Berzelius²⁵

Je považován za objevitele prvků – cer, selen, thorium. Připravil také čistý křemík, zirkon, tantal. Zavedl pojmy izomerie, alotropie, katalýza a polymorfie. Byl reformátorem chemické symboliky a názvosloví. Zavedl dnešní označení prvků písmeny a tím překonal Daltona. Použil počáteční písmena v názvu prvku buď z latiny, nebo z mezinárodního názvu⁹.

Do konce života byl přesvědčeným zastáncem tzv. vitalistické teorie, která tvrdí, že organické sloučeniny vznikají díky působení „životních sil“⁷.

V oblasti analytické chemie položil základy klasické kvantitativní analýzy. Tyto základy jsou založeny na jednoznačné stechiometrické reakci a přesně definované látce.

Z pedagogického hlediska přispěl ke vzdělávání v oblasti chemie napsáním učebnice a zavedl přírodní vědy do školního prostředí. Též byl výborný experimentátor a tak sestavil mnoho laboratorních přístrojů, které se ještě dlouho používaly. Přes jeho skromné vybavení laboratoře dosáhl vynikajících výsledků⁹.

Je mu také připisán objev dualistické teorie chemické vazby. Měl za to, že atom prvku nese elektrický náboj, a to buď pozitivní, nebo negativní. A tak následně rozdělil prvky na elektropozitivní a elektronegativní⁷.

TABULKA 7-4:

elektropozitivní prvky, seřazené v sestupné řadě	K, Na, Ba, Sr, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cd, Fe, U, Pb, Sn, Bi, Co, Ni, Cu, Ag, Hg, Pt, Au
přechodný prvek	H
elektronegativní prvky, seřazené v sestupné řadě	O, S, N, Cl, P, Se, As, Cr, W, B, C, Sb, Te, Si

Obr. 11 Berzeliova elektrochemická řada prvků⁷

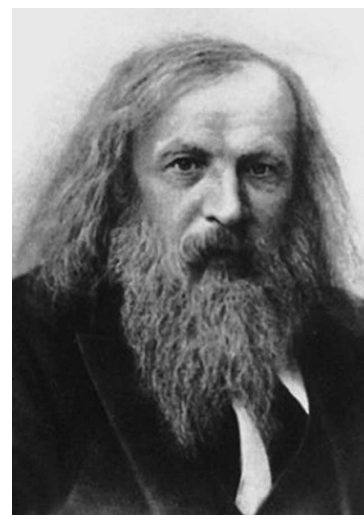
3.1.8 DIMITRIJ IVANOVIČ MENDELEJEV (1834- 1907)

Periodický zákon a periodická soustava prvků - to jsou pojmy, díky kterým jméno Mendělejev znají děti již na základní škole. Tento ruský chemik a fyzik, přestože patří mezi nejslavnější chemiky vůbec, nikdy nedostal Nobelovu cenu. Toto ocenění mu uniklo o pouhý 1 hlas²⁶.

Pocházel z velice početné sedmnáctičlenné rodiny. Otec po jeho porodu oslepl a zanedlouho zemřel. Jejich matce nezbyvalo nic jiného než založit skelnou huť a snažit se uživit takto početnou rodinu.

Absolvoval gymnázium a poté studoval v Petrohradě

na univerzitě chemii. Následně vystudoval pedagogický ústav určený k výchově učitelů státních gymnázií. Po dosažení titulu magistra odešel na 2 roky studovat na univerzitu v Heidelbergu. Zde se setkal s Erlenmeyerem, Kekulém, Bunsenem a měl možnost s nimi



Obr. 12 Dimitrij Ivanovič Mendělejev²⁷

spolupracovat a společně bádát. On však této možnosti nevyužil a zřídil si svoji soukromou laborator⁹.

Po návratu do Petrohradu se pak stává profesorem a doktorem chemie. V souvislosti s jeho disertační prací: „O sloučeninách vody s alkoholem“ panuje mylná pověst, že Mendělejev je objevitel vodky. Jeho disertační práce se sice zabývala pozorováním chování lihu míseného s vodou, ale se samotným nápojem to nemělo nic společného. Pověst vzešla ze staré viněty vodky „ruský standard“, pod kterou se podepsal coby předseda standardizační komise (1894)²⁸.

Krátce před tím, než formuloval periodický zákon, na schůzi Ruské chemické společnosti předložil první návrh soustavy prvků. Tato tabulka obsahovala ještě prvky ve vodorovných řadách. Mendělejev tuto tabulku během roku doplnil a vylepšil. A tak roku 1870 byla publikovaná práce: „Přirozená soustava prvků a její použití k udání vlastností prvků dosud neobjevených“. Tato práce obsahovala čtyři podstatnější pilíře⁷:

- atomová váha je určující vlastností prvků
- prvky uspořádané podle velikosti atomových vah ukazují zřetelnou periodičnost svých vlastností
- velikost atomové váhy může být opravena, jsou-li známy atomové váhy jeho analogů
- v budoucnosti budou objeveny další prvky s atomovými váhami 65-75, které budou podobné hliníku a křemíku (eka-aluminium, eka-bor, eka-silicium)

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
		Ni =	Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
H = 1	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 96		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Obr. 13 První Mendělejeva tabulka prvků²⁹

V roce 1875 došlo ke skutečnému objevu eka-aluminia – galia, v roce 1879 eka-boru–scandia, v roce 1886 eka-silicia – germania⁹.

Celý Mendělejevův systém byl přirozený a vycházel z celkové charakteristiky vlastností prvků. Došlo k rozdělení prvků jak z hlediska chemického tak i fyzikálního⁷.

O Mendělejevovi se traduje, že patřil mezi nejhorší přednášející na fakultě. Byl tzv. „uspávač“ hadů. Jeho přednes byl monotónní a žáci měli co dělat, aby udrželi při jeho přednáškách pozornost. Přesto se Mendělejev snažil koncipovat svoje přednášky z anorganické chemie tak, aby tam byla logická posloupnost a pro žáky byla vykládaná látka jednodušší na pochopení. Snažil se pro žáky najít vhodné texty, ale žádné, které by mu vyhovovaly, nenašel. Rozhodl se napsat sám učebnici – „Základy chemie“. Později byla tato skripta vydána i v jiných jazycích a používala se po celém světě. Práce na této publikaci jej přivedla na formulaci periodického zákona (1869)²⁸.

V březnu 1890 se rozhodl za mohutného skandování a protestování studentů z univerzity odejít. Po svém odchodu však dlouho nezhálel a stal se ředitelem Hlavního paláce pro míry a váhy. Zde propadl naprosto kouzlu metrologie. Prováděl četné pokusy, výzkumy a nakoupil drahé laboratorní přístroje. Dokonce vydal i časopis o metrologii.

Byl nadšeným spisovatelem. Publikoval více než 400 knih a článků a mnoho dalších rukopisů, které nebyly zveřejněny, můžeme dodnes vidět v muzeu v Petrohradě⁷.

Svůj zájem také soustředil na zemědělství a průmysl v Rusku. Dokonce neváhal cestovat až do Pennsylvanie, aby se dozvěděl více o moderních způsobech těžby a tak mohly být lépe využity zásoby ropy na Kavkazu²⁸.

Jako mnozí další slavní chemici se i on zúčastnil mezinárodního kongresu chemiků v Karlsruhe roku 1860.

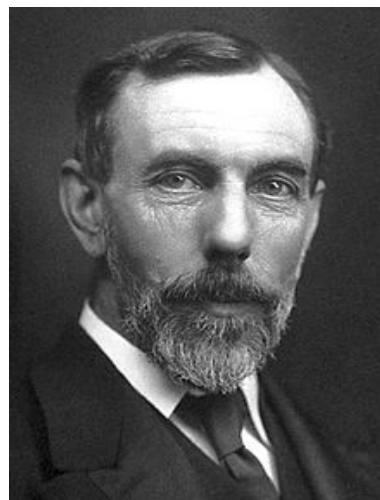
Mendělejevovy poznatky o periodickém systému propagoval i český chemik Bohuslav Brauner a dokonce sám Mendělejeva v roce 1900 navštívil³⁰.

Na jeho počest byl pojmenován prvek s protonovým číslem 104 – mendelevium.

3.1.9 WILLIAM RAMSAY (1852 – 1916)

Vynikající chemik, fyzik, ale i sportovec a nositel Nobelovy ceny za chemii (1904) - za objev vzácných plynů. Pocházel ze Skotska⁹.

Po ukončení studia v Tübingenu se vrátil do svého rodného Glasgow. Zde se zpočátku zabýval problematikou alkaloidů. Studoval jejich fyziologické působení a vztah jejich struktury k pyridinu³¹.



Obr. 14 William Ramsay³²

Svůj veškerý zájem však soustředil po zbytek života na anorganickou a fyzikální chemii.

Přelomovými objevy bylo určení molekulové hmotnosti kapalin z povrchového napětí a objev vzácných plynů. Jednalo se zpočátku o bezbarvý netečný plyn bez chuti a zápachu – argon. Na výzkumu toho plynu se podílel i lord Rayleigh. Další vzácné plyny krypton, xenon, radon objevil spolu se svým kolegou M. Traversem⁷. Zajímavé je, že při objevu radonu se původně jednalo o tzv. radiovou emanaci, která vzniká rozpadem radia. Pro zjištění její atomové hmotnosti sestrojil speciální mikrováhy a určil také její hustotu. Původně pro ni navrhl název niton - Nt. Všechny vzácné plyny začlenil Ramsay do periodického systému⁹.

Až po zveřejnění objevu vzácných plynů Ramsay s Rayleighem zjistili, že anglický vědec H. Cavendish se touto problematikou také zabýval. Jeho poznatky však nikdy nebyly poskytnuty široké veřejnosti, neboť jej nikdy nezveřejňoval a bádal pro svoje potěšení.

Williamu Ramsaymu je připisováno i prvenství objevu helia při rozpadu radiových sloučenin a také experimentoval s radiem a jeho procesem rozpadu. Při svých experimentech s radiem však byl vystaven silnému záření, na jehož následky (rakovinu) zemřel³¹.

Jako první napsal učebnici týkající se periodické klasifikace prvků (1891).

3.2 ORGANICKÁ CHEMIE A BIOCHEMIE

3.2.1 FRIEDRICH WÖHLER (1800-1882)

Wöhler je absolventem slavné univerzity v Heidelbergu. Vystudoval medicínu - obor porodnictví, lákala ho i chemie. Tamní profesor, chemik a biolog Leopold Gmelin, který se proslavil objevem hexakynoželezitanu draselného, mu domluvil roční stáž se slavným švédským chemikem J. J. Berzelielem ve Stockholmu. Po roce působení Wöhlera po boku slavného Berzelia se mezi nimi vytvořilo úzké pouto. Naučil se dokonce švédský jazyk a stal se překladatelem a posléze i vydavatelem Berzeliových spisů v němčině³³.



Obr. 15 Friedrich Wöhler³³

Wöhler byl první, kdo popřel tzv. vitalistickou teorii, která tvrdila, že organické látky vznikají pouze působením životní síly (*vis vitalis*). Prokázal to tím, že roku 1824 hydrolyzoval dikyan a připravil tak kyselinu šťavelovou. Ovšem tento první důkaz o vzniku organických látek bez příspěvku živých organismů zůstal naprosto přehlédnut. Všeobecně již více známá byla jeho syntéza močoviny z roku 1828, kdy kyanatan amonný, látku kterou řadíme mezi anorganické sloučeniny, přeměnil na močovinu, tj. látku organickou, přičemž došlo pouze ke změně vnitřní struktury, nikoliv však hmotnosti. Tímto ukázal první příklad izomerie⁷.

Vzhledem k této jedinečné syntéze, která se stala naprosto klíčovou událostí v dějinách organické chemie, došlo k bližšímu poznávání izomerie organických látek a také se postupně měnila striktní hranice mezi anorganickou a organickou chemií.

Ovšem ani tento převratný objev nezměnil názory některých zarputilých zastánců vitalismu, patřil mezi ně paradoxně i jemu velmi blízký - J. J. Berzelius.

V roce 1827 se Wöhlerovi podařilo izolovat třetí nejvýznamnější prvek zemské kůry – hliník. Mezi další prvky, kterými se zabýval, patřily: yttrium a beryllium (1828), křemík (1835). V oblasti organické chemie se kromě slavné syntézy močoviny zabýval studiem chinonů, alkaloidů, hlavně nikotinu, kokainu a acetylenů⁹.

Wöhler udržoval i přátelský vztah s J. Liebigem. Oba spojili své síly. Vykonávali společné práce a stali se z nich nesmírně plodní laboratorní vědci. Spojení těchto dvou osob, které měly naprosto odlišné povahy, je důkazem známého tvrzení: „protiklady se

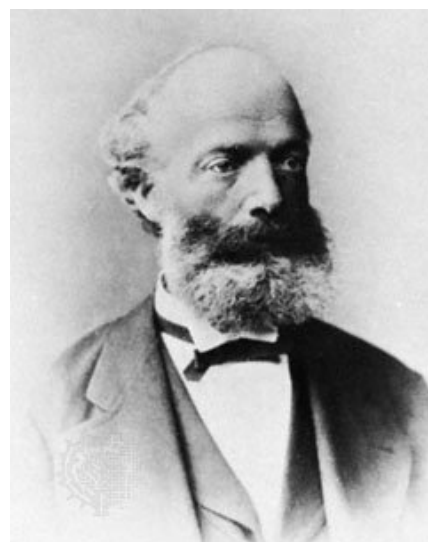
přitahují“. Wöhler byl skromný a tichý, zatímco Liebig byl ambiciózní a někdy až arogantní. Oba měli pedagogické cítění a pod jejich vlivem bylo vychováno mnoho mladých chemiků, kterým věnovali opravdu důkladnou péči³³.

Prosadili, aby studenti měli laboratorní praxe, ve kterých jim experimenty nejprve sami demonstrovali a poté dohlíželi na jejich správné provedení. Pedagogická inovace se pak velice rychle rozšířila po celém Německu a následně i do zahraničí. Zavedli do svých hodin formu skupinové práce, která se ve světě velice ujala. Společně dospěli ke zjištění, že kyanatan stříbrný a třaskavé stříbro mají naprosto identické složení, ovšem úplně odlišné vlastnosti.

Wöhler nepatřil mezi lidi, kteří „vyčnívají“ z davu na rozdíl od jeho dvou nejlepších přátel Liebiga a Berzelia. Vždycky jednal s úctou a noblesou a byl velice laskavý. Jeho největším životním zklamáním byl rozkol mezi jeho dvěma nejlepšími přáteli, který zničil tak vzácné kamarádství a nakonec přerostl až v obrovskou nenávist.

3.2.2 FRIDRICH AUGUST VON STRADONITZ KEKULÉ (1829–1896)

Kekulé je jedním ze zakladatelů organické chemie. Společně s A. M. Butlerovem je spoluvůrcem chemické struktury. Jeho předkové pocházeli z řad nižší české šlechty na Slánsku. Vynikal v kreslení, což byl také důvod, proč se rozhodl studovat architekturu. Po seznámení s Liebigovým dílem se rozhodl přejít na chemii. Později spolupracoval s Liebigem, který mu nabídl možnost stát se jeho asistentem. Kekulé však tuto velkorysou nabídku odmítl a odešel studovat do Paříže, kde se setkal s dalšími významnými vědci té doby jako např. s Charlesem Wurtzem či Jeanem Baptistem Dumasem. Stal se profesorem chemie v Gentu a později v Bonnu, kde na místní univerzitě působil až do své smrti³⁵.



Obr. 16 August Kekule von Stradonitz³⁴

Rok 1858, kdy Kekulé publikuje své teorie je považován za počátek organické chemie jako oboru vůbec.

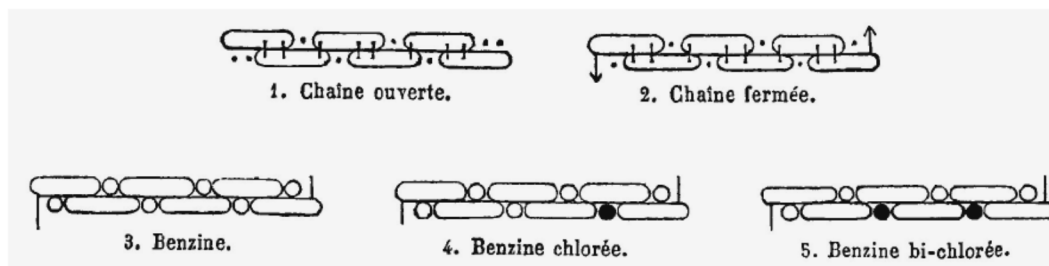
Právě Kekulé udělal z organické chemie přesně uspořádanou vědeckou disciplínu. Zabýval se teorií vaznosti a zavedl pojem mocenství prvku. Organickou chemii označil jako chemii sloučenin uhlíku. V jeho grafickém znázornění organických sloučenin

najdeme jednomocný vodík, dvojmocnou síru, trojmocný dusík. Je mu přisuzováno i prvenství v předpokladu o čtyřvaznosti atomu uhlíku se schopností vzájemného spojování – řetězení⁹.

Je autorem šestičlenného kruhu pro strukturní vzorec benzenu, jako první také objasnil složení benzenového jádra (1865). V roce 1890 se konala slavnost v Berlíně s názvem Benzolfest. Na tomto festivalu se sešli významní chemici z celého světa, aby zde oslavili 25. výročí Kekulého objevu struktury benzenového jádra³⁶.

Kekulé byl hlavním iniciátorem myšlenky uspořádání celosvětového kongresu chemiků, na kterém by se formulovaly nové teorie a řešily problémy této vědy. Kongres se konal v srpnu roku 1860 v Karlsruhe v Německu. Sešlo se dohromady 127 chemiků, mj. Wöhler, Mendělejev, Liebig. Kongres definoval dva zásadní pojmy: atom, molekula⁹.

Kekulé v šedesátých letech 19. století napsal učebnici chemie, která byla poprvé založena pouze na jedné teorii. Napsal více publikací, mezi které patří například „Chemie der Benzolderivate“ (Chemie derivátů benzenu) z roku 1867³⁶.



Obr. 17 Příklady Kekulého vzorců aromatických sloučenin z práce Chemie der Benzolderivate³⁶

3.2.3 ARCHIBALD SCOTT COUPER (1831-1892)

Skotský chemik, který se začal zabývat chemií až v pozdějším věku a dosáhl během několika měsíců naprosto klíčových myšlenek. Jednou z nich byla předpověď, že uhlík je čtyřmocný a může se řetězit s ostatními prvky.

Zpočátku v životě Coupera nebyla ani jedna patrná stopa, která by naznačovala, že zasvětit svůj život oblasti chemie. V dětství se vzdělával pouze doma a později na



Obr. 18 Archibald Scott Couper³⁷

univerzitě v Edinburgu studoval filozofii a jazyky. V letech 1851- 1855 studoval univerzitu v Německu, kde se stále ještě zabýval pouze problémy lingvistiky a filozofie. Až ke konci svého působení se zde v létě roku 1855 poprvé zúčastnil praktických pokusů týkajících se chemie, čímž v sobě vzbudil touhu odhalit kouzlo této přírodní vědy. O rok později se přestěhoval do Paříže, kde začal pracovat v laboratoři Ch. A. Wurtze. Zde nastalo místo zrodu jeho myšlenky týkající se strukturní teorie v organické chemii. Celkem publikoval tři práce. První dvě se týkaly bromace benzenu, kde syntetizoval brombenzen a p-dibrombenzen a zabýval se deriváty kyseliny salicylové. Třetí práce nesoucí název „O nové chemické teorii“ (1858) přinesla informace o čtyřmocenství uhlíku a vysvětlovala řetězení uhlíkových atomů. V této práci Couper navrhl, aby se pro znázornění organických látek začaly používat grafické vzorce a jako první začal znázorňovat vazby tečkami a čárkami. Jeho znázornění bylo základním kamenem pro vyjádření strukturních vzorců, tak jak je známe dnes³⁸.

Couper požádal Wurtze, aby publikoval tuto práci před francouzskou akademií věd. Wurtz ovšem nebyl jejím členem a tak musel nalézt někoho, kdo by tuto jedinečnou práci publikoval. Wurtz s hledáním této osoby velice dlouho otálel a možná i díky němu ohrozil Couperovo prvenství. Wurtz přeci jen oslovil J. B. A. Dumase, ovšem to už bylo příliš pozdě. Protože necelý měsíc předtím v květnu roku 1858 již A. Kekulé přišel se stejným zjištěním a prvenství čtyřmocenství uhlíku bylo připsáno jemu. Couper se následně s Wurtzem rozešel, opustil jeho laboratoř a vrátil se zpět do rodného Skotska, kde působil jako profesor chemie na univerzitě v Edinburghu³⁸.

Jeho genialita byla vykompenzována duševními poruchami, které i když se léčil, byly ke sklonku života čím dál více vážnější. Jeho již tak špatný zdravotní stav se zhoršil po jedné z rybářských výprav. Couper se rozhodl svoji kariéru ukončit a zbytek života prožil v ústraní. Jeho život lze označit za takovou malou tichou tragédií³⁸.

3.2.4 ALEXANDR MICHAJLOVIČ BUTLEROV (1828-1886)

Patří k dalším zakladatelům strukturní teorie organických sloučenin. Vystudoval matematicko-fyzikální fakultu na univerzitě v rodném městě Kazani. Zde získal titul magistra, posléze se na fakultě stal i docentem a přednášejícím. Zabýval se také entomologií. Neváhal si ve svém bytě zřídit laboratoř, kde se pokoušel o výrobu nejrůznějších organických látek (isatin, alloxazin...).



Obr. 19: **Alexandr Michajlovič Butlerov**³⁹

Svůj zájem o chemii projevil již před studiem vysoké školy na soukromé střední internátní škole. Zde na vlastní pěst provedl experiment ve školní jídelně, jehož následkem byla mohutná exploze. Následně byl za něj patřičně potrestán. Poslali ho do cely. Za trest mu na hrud' přidělali destičku s nápisem „Nejlepší chemik“. Přestože to bylo myšleno ironicky, toto označení se ukázalo být jeho proroctvím⁴⁰.

Za celý svůj život podnikl několik výpravných cest po laboratořích v Německu, Rakousku, Itálii, Švýcarsku a Anglii. Jeho posledním působištěm byla Petrohradská univerzita, kde v důchodu provozoval speciální kurzy. Byl členem různých chemických spolků v Německu, Rakousku i Čechách.

Butlerov prováděl ve Wurtzově laboratoři řadu experimentů, při kterých připravil např. methylenjodid. Také se zabýval studiem derivátů methyleny a jejich reakcemi. Prvenství získal při výrobě heterocyklické organické látky – urotropinu (hexamethylentetraaminu) z formaldehydu a amoniaku. Dnes se využívá jako antiseptikum v urologii. Na základě svých experimentů vydal publikace, ve kterých tyto pokusy a jim odpovídající výsledky zveřejnil⁴⁰. Např. roku 1858 vydal práci „O methylenjodidu“ nebo „O syntéze alkoholů pomocí metaloorganických sloučenin“, která vedla k prvnímu terciálnímu alkoholu – butylalkoholu⁸. Roku 1867 připravil isobutan a isobutylen. Také publikoval práce, které popisovaly přípravu polymeru butylenu, či práce týkající se kyseliny trimethyloctové.

V roce 1861 přednášel o chemické struktuře látek na sjezdu německých přírodovědců a lékařů ve Speyeru. Vyslovil názor, že každá sloučenina má pouze jeden strukturní vzorec, který vyjadřuje její chemické vlastnosti. Použil poprvé termín chemická

struktura a konstatoval její hlavní zásady. Také formuloval molekulu, jako celek skládající se z atomů, mezi kterými působí chemické vazby⁷.

V roce 1864 vydal učebnice, ve kterých položil základy systematicky organických sloučenin, dále spisy o botanice a včelařství, které bylo jeho koníčkem.

3.2.5 HERMANN KOLBE (1818-1884)

Skutečný mistr chemické laboratoře a jeden z největších experimentátorů 19. století, kterému prošlo pod rukama více než 2000 studentů, pocházel z Německa.

Spolu s Friedrichem Wöhlerem studoval univerzitu v Göttingenu. Byl odpůrcem vitalistické teorie. Stejně jako Wöhler se i on domníval, že organické látky lze připravit z anorganických sloučenin.



Obr. 20 Hermann Kolbe⁴¹

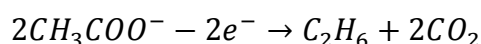
Pracoval jako asistent Bunsena na univerzitě v Marburgu, kde získal také doktorát. Poté se odebral do Londýna, kde byl členem britského parlamentu. Později pracoval jako vědecký redaktor a spisovatel. Stal se i nástupcem Bunsena na univerzitě v Marburgu. Okolnosti, které vedly k získání této pozice, byly velice podivné. Kolbe tuto pozici dostal bez výběrového řízení. Bunsen byl pravděpodobně o jeho schopnostech naprosto přesvědčen. Kolbe byl úspěšný jak ve výzkumu, tak i co se týkalo výuky. Po 14 letech působení se rozhodl odejít na univerzitu do Lipska, kde zůstal do konce svého života⁴².

V letech 1844-1845 realizoval svoji domněnku o přeměně organických látek z anorganických prostřednictvím přípravy kyseliny octové ze sirouhlíku. Zavedl pojem syntéza.

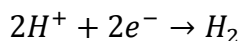
Spolu s E. Franklandem objevil, že nitrily lze hydrolyzovat na příslušné kyseliny pomocí tzv. Kolbeho-Schmittovy syntézy. Stejným způsobem připravil i kyselinu salicylovou. Principem této přípravy je reakce fenolátu sodného s oxidem uhličitým za vysokého tlaku a za přítomnosti nadbytku hydroxidu sodného. Při reakci vzniká disodná sůl kyseliny salicylové, z níž se volná kyselina získá prostřednictvím kyseliny sírové⁴³.

Kolbe provedl také první elektrolýzu organických látek - konkrétně karboxylových kyselin pomocí tzv. Kolbeho elektrolýzy. Při elektrolýze vodného roztoku octanu sodného vzniká na katodě vodík a na anodě oxid uhličitý a ethan.

Na anodě probíhá reakce:⁴⁴



Na katodě probíhá reakce:



Jistou modifikací strukturní teorie přišel na myšlenku radikálů a předpověděl existenci sekundárních a terciárních alkoholů.

3.2.6 ALFRED BERNHARD NOBEL (1833-1896)

Zakladatel Nobelovy ceny, nejprestižnějšího světového ocenění, které je udělováno každoročně v pěti oborech, žil ve Stockholmu. Otec vlastnil továrnu na výrobu nitroglycerinu a matka pocházela z bohaté rodiny. Přestože patřili k zámožným lidem, dostala se rodina do krachu a rozhodla se přestěhovat do Petrohradu. Zde se Nobel vzdělával u soukromého učitele. Zpočátku jevil zájem o jazyky, již od mládí ovládal německý, anglický, francouzský i ruský jazyk. Zájem o jazyky byl větší než o přírodní vědy.



Obr. 21 Alfred Bernhard Nobel⁴⁵

Otec byl z toho velice zklamaný, neboť si myslel, že syn půjde v jeho šlépějích a tak se rozhodl Alfreda poslat na 2 roky studovat do různých zemí (Francie, USA, Německo). Tato dvouroční stáž v něm vyvolala touhu po studiu chemie. Po návratu se vrátil spolu s rodinou opět zpátky do Stockholmu, kde se rozhodl studovat chemii a pracovat v otcově obnovené továrně na nitroglycerin⁴⁶.

Od roku 1862 neustále vymýšlel a bádá nad tím, jak by se dal prakticky nitroglycerin využít jako třaskavina. Jeho počáteční experimenty měly katastrofální následky. Podařilo se mu vyhodit laboratoř do povětří a přišel o život jeho bratr. Po tomto otřesném incidentu švédská vláda zakázala používání nitroglycerinu. Nobela ani tato tragická událost neodradila, spíše naopak v něm vzbudila touhu pracovat na zdokonalení tohoto ničivého nástroje, aby práce s ním byla bezpečnější. Smíchal nitroglycerin s křemíkem a tento převratný vynález si nechal roku 1867 patentovat pod názvem „dynamit“. Následně se dynamit začal vyrábět ve více než 20 státech po celém světě⁹.

Kromě dynamitu vynalezl také tzv. želatinový dynamit, bezdýmový prach (balistit), třaskavou rtuť, roznětky, rozbušky. Svými experimenty se snažil přijít na to, jak omezit rezavění zbraní a vyrobit umělý kaučuk⁹.

Po celý život zůstal bezdětný a svobodný. Jedinou ženou jeho života byla Bertha von Suttner pocházející z Rakouska, která u něho pracovala chvíli jako uklízečka. Pak se rozhodla odejít zase zpátky do Rakouska, ovšem jejím odchodem jejich přátelský vztah neskončil. Kontakt spolu udržovali prostřednictvím korespondence. Nobel se v posledních letech svého života zabíral myšlenkou o zajištění míru ve světě. Jeho přítelkyně ho přivedla na myšlenku udílení Nobelovy cena za mír. Byla přední postavou mírového hnutí a psala dokonce knihy, ve kterých nabádala lidi k míru. Po Nobelově smrti jí byla dokonce Nobelova cena za mír udělena⁴⁶.

Po stránce materiální Nobel nikdy nestrádal. Za své patenty, kterých bylo přes tři sta, dostal velice slušný honorář. Ve své závěti napsal, že daruje švédské akademii věd 32 milionů švédských korun, které mají sloužit na rozdělování cen v oboru chemie, fyziky, lékařství, literatury a ceny za mír. Se závětí byly zpočátku potíže, proto se začala Nobelova cena udělovat až od roku 1901⁴⁷.

3.2.7 JOHANN JOSEF LOSCHMIDT (1821-1895)

Náš naprosto opomíjený krajan narozený v malé vesničce v blízkosti Karlových Varů pocházel z chudé zemědělské rodiny. Zemědělství ho v žádném případě nelákalo a dalo by se říci, že spíše tuto práci nenáviděl. To vedlo k tomu, že jeho rodiče i on sám se rozhodli, že půjde studovat gymnázium v Ostrově nad Ohří. Po maturitě pokračoval ve studiu v Praze na filozofické fakultě. Ovšem titulu bakaláře se dočkal, až na univerzitě ve Vídni, kde studoval fyziku a chemii. Zde se po skončení studia snažil o získání pracovního místa, to mu ovšem nebylo dopřáno. Stal se učitelem fyziky, chemie a účetnictví na střední škole ve Vídni⁵.



Obr. 22: **Johann Josef Loschmidt**⁴⁸

Byl spíše známý mezi fyziky než chemiky. Loschmidtovo číslo udává počet molekul v 1 m^3 ideálního plynu za normálních podmínek. Toto dogma zveřejnil v roce 1856 v práci, kterou téhož roku předložil Vídeňské akademii věd. Loschmidtova konstanta je jiným vyjádřením Avogadrovy konstanty⁹.

Roku 1861 publikoval práci, která byla mistrovským dílem století v oboru organické chemie. Oficiálně nesla název „Konstituční vzorce organické chemie v

geografickém znázornění“. Dílo vyšlo pouze v několika výtiscích, které hradil ještě Loschmidt sám. Malý počet a malá frekventovanost díla v chemické společnosti vedla postupně k zapomnění. V tomto díle publikoval první správnou strukturu benzenu i dalších aromatických sloučenin (4 roky před Kekulovým objevem benzenového jádra)³⁶. Znázornil zde také allylový, vinylový zbytek a cyklopropan, který byl za následujících 21 let objeven Freundem. V práci také popsal schopnost atomu uhlíku tvořit vazby. Zobrazil dvojně, trojně vazby i skutečnou velikost atomů pomocí kinetické teorie plynů a vazebných délek. Přisuzuje se mu i objev čtyř i šestivazebné síry⁹.

V roce 1866 se mu splnil sen a získal místo na univerzitě ve Vídni. Obdržel titul profesora fyzikální chemie a později se stal i děkanem této fakulty. Zde našel také nejlepšího přítele L. Boltzmannu.

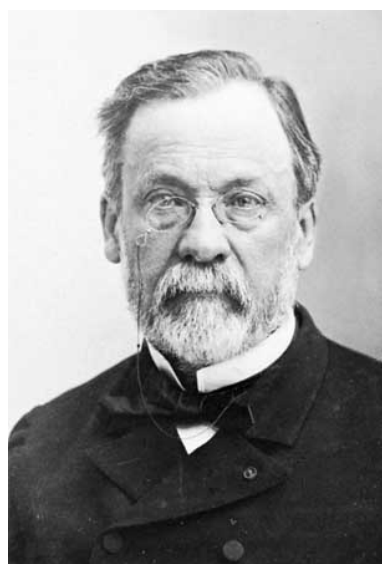
Při výčtu všech Loschmidtových objevů je až s podivem, že nebyl uznáván jako světový chemik. Vše tkvělo v jeho samotné osobě. Jako člověk byl velice skromný, ostýchavý a trpěl nízkým sebevědomím. Nikdy také nevycestoval mimo Vídeň a ani se nesnažil své názory publikovat v chemických časopisech, či se účastnit mezinárodních chemických kongresů. Struktura benzenového jádra a další výše zmiňované objevy jsou proto připisovány na účet Augusta Kekulé. Ten byl na rozdíl od něj světoznámý profesor, významný řečník, učitel a autor mnoha set publikací, které se staly nejvíce čtené po celém světě⁹.

3.2.8 LOUIS PASTEUR (1822-1895)

Zakladatel imunologie a imunochemie a objevitel původce nemoci bource morušového a vztekliny pocházel z Francie. Vynikal mimo jiné v oblasti mikrobiologie a biochemie, ve kterých studoval procesy kvašení.

Narodil se v rodině chudého koželuha, seržanta v Napoleonově armádě. Pasteur patřil mezi průměrné studenty, ovšem vynikal v kreslení a malování. Mnohé portréty jeho rodičů a kamarádů jsou dodnes uloženy v Muzeu Pasteurova Institutu ve Francii. Otec chtěl, aby se syn vyučil jeho řemeslu. Když ale poznal, že je nadaný,

nechal ho vystudovat Sorbonnu. Po ukončení studia působil na univerzitě ve Štrasburku, kde se také seznámil se svojí ženou, která byla dcerou rektora. Z tohoto manželství se



Obr. 23 Louis Pasteur⁴⁹

narodilo 5 dětí, tři z nich však zemřely na tyfus. Právě tato smutná událost vedla Louise k tomu, že začal zkoumat příčiny tyfu a dalších nemocí⁹.

V roce 1854 začal pracovat na univerzitě v Lille, která se zaměřovala na aplikaci praktických výsledků výzkumu do jednotlivých průmyslových odvětví. Hlavním, typicky francouzským oborem, bylo potravinářství. Celá staletí bojovali francouzští výrobci sýrů a vína s prokletím kazivosti potravin a kvašením vína a mléka.

Pasteur se podílel na zkoumání technologie kvašení a vědecky dokázal, že kvašení je způsobeno kvasinkami. Je tedy dílem živých buněk bez přístupu vzduchu. Zároveň dokázal, že kysání piva a vína je způsobeno bakteriemi, které se zničí ohřátím na 63°C. Podobně vyřešil i kysnutí mléka. Proces, při kterém se mléko zahřeje na vysokou teplotu, která mikroorganismy zničí, se nazývá pasterizace⁹.

Pasteur také prokázal, že naše prostředí je plné mikroorganismů, které se do potravin dostávají z vnějška. Dnes se nám to může zdát samozřejmé, ale vědci se dlouho domnívali, že mikroorganismy vznikají „sami od sebe“ i z neživé hmoty – tzv. abiogenezi⁵.

V obecné biologii Pasteur zaznamenal, že existují organismy se schopností žít bez kyslíku a označili je za tzv. anaerobní.

Pasteurovi vděčíme i za vznik nového vědního oboru - imunologie (nauka o obranných schopnostech organismu proti infekcím), který přinesl revoluci do medicíny. Velmi nebezpečnou chorobou zvířat i lidí byla v jeho době sněť slezinná – antrax. Pasteur popsal bakterii, která nemoc způsobuje, ale hlavně vyvinul oslabený kmen bacilu antraxu. Když se tímto oslabeným kmenem naočkoval dobytek, choroba sice propukla, ale ve velmi mírné formě. Zvířata se uzdravila a vyvinula se u nich imunita vůči této chorobě⁵⁰.

Pasteur je veřejnosti znám jako objevitel očkovacího séra proti vzteklině. Zkoumal sliny nemocných psů a opět vytvořil oslabenou formu viru. Tímto oslabeným virem naočkoval chlapce, kterého pokousal vzteklý pes a který by jinak zemřel. Chlapec přežil a uzdravil se.

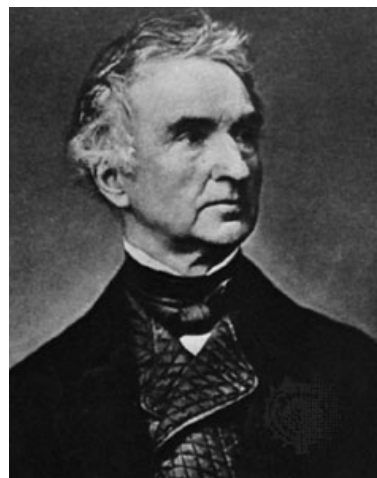
Pasteurovy metody začali využívat i další vědci a boj s nakažlivými chorobami dostal nový rozměr. I díky tomu se ve 2. polovině 19. století zdvojnásobila v mnoha částech světa délka lidského života a právě Louis Pasteur patřil k těm nejvýznamnějším vědcům, kteří se o to přičinili.

Za jeho vědecké úspěchy se mu dostalo mnoho nejvyšších možných vyznamenání. Ve Francii je v současné době pojmenováno jeho jménem více než 30 institucí a mnohé další nemocnice, školy, domy i ulice nesou jeho jméno.

3.2.9 JUSTUS VON LIEBIG (1823 – 1873)

Tento vznětlivý a hádavý německý chemik se angažoval v několika oborech chemie. Zabýval se analýzou organických látek, biochemií, chemií výživy a agrochemií.

Vyrůstal v rodině drogisty a obchodníka s barvami. Otec vlastnil malý krámk se skromnou laboratoří v Mnichově. Již od útlého dětství prováděl Liebig nesčetně pokusů a našel zálibu v chemii. Proto také odešel studovat do Paříže, kde dva roky před obdržení titulu profesora chemie (1824) pracoval pod vedením slavného J. Gay-Lussaca. V jeho laboratoři se zabýval experimenty s třaskavým stříbrem tj. solí



Obr. 24 Justus Von Liebig⁵¹

kyseliny fulminové. V té samé době se o problematiku této kyseliny zajímal i Friedrich Wöhler. Společnými znalostmi dospěli ke zjištění, že kyselina fulminová je izomer, který se skládá ze dvou částí. Obě dvě části mají stejný sumární vzorec, ale liší se svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Tím došlo k jednoznačnému zavedení pojmu izomerie a k vytvoření celoživotního přátelství mezi Wöhlerem a Liebigem⁵¹.

V roce 1824 se setkal s A. von Humboldtem, který byl známý tím, že podporoval mladé talenty. Nabídl mu místo na univerzitě v Giessenu.

Během své pedagogické činnosti vychoval Liebig několik stovek žáků. Zavedl do vyučování praktické laboratorní práce, které dříve byly povoleny pouze studentům se zaměřením na lékařství a farmacii. Kládl důraz na to, aby studenti sami bádali nad zadanými úkoly, a tak se ocitli v pozici vědce. Pro žáky také napsal učebnice a slovníky týkající se chemie.

Dalším oborem, ve kterém působil, byla agrochemie. Propagoval používání minerálních hnojiv zejména s obsahem dusíku, fosforu a draslíku (NPK). Domníval se, že jsou to právě tyto prvky, které rostliny ke svému životu nejvíce potřebují⁹.

Pracoval taky v oblasti potravinářské chemie, ve které dosáhl řady objevů. Např. je zakladatelem dětské výživy, náhrady za mateřské mléko u žen, které nemohou kojit.

Mnohdy bývá označován za průkopníka fyziologie. Svými pokusy s močovinou nepřímo dokázal, že základem životních pochodů v těle savců je metabolismus. Jeho zjištění vedlo k dalším výzkumům po celém světě.

V ekologii formuloval tzv. Liebigův zákon minima, který uvádí: „rostliny jsou životně závislé na tom prvku, který je v jejich životním prostředí obsažen nejméně⁵².“

V posledních letech života se Liebig věnoval výzkumu procesu kvašení. Známý je jeho spor s Pasteurem. Pasteur dokázal, že kvašení je děj, který je podmíněn laktobacily a tudíž je dějem založeným na živých buňkách. Liebig zpočátku s tímto jeho názorem absolutně nesouhlasil. Po dalším bádání sice uznal, že kvasinky jistý podíl na kvašení mají, ale myslel si, že jej způsobuje jen mrtvá rozpadající se část. Tento spor se táhl dlouhá desetiletí. Následovala velká řada vědců, která se tímto problémem v průběhu 19. století zabývala. Namátkou lze zmínit Ernesta Hoppe – Seylera jako zakladatele prvního časopisu zabývajícího se biochemií či Eduarda Buchnera, který prokázal chemickou podstatu kvašení a založil nový obor – enzymologii⁷.

Liebig však neodkázal budoucím generacím jen své četné objevy. Jeho syn Georg se stal lékařem, syn Hermann vědcem v oblasti agrochemie a ve šlépějích dědečka šel i vnuk Hans von Liebig, který se stal chemikem.

Justus Liebig zemřel na zápal plic v r. 1873 a je pochován v Mnichově. Liebigova laboratoř v Giessenu je dnes Liebigovým muzeem.

3.3 FYZIKÁLNÍ A ANALYTICKÁ CHEMIE

3.3.1 MICHAEL FARADAY (1791-1867)

Michael Faraday byl anglický chemik a fyzik, který bez matematického vzdělání dosáhl velice významných objevů hlavně v oblasti elektřiny a magnetismu.

Od čtrnácti let vypomáhal u londýnského vazače knih, kde spisy potají četl a poprvé zde objevil kouzlo vědy. O sedm let později se stal asistentem slavného Humphry Davyho v jeho královském ústavu v Londýně. Ten si ho všiml při svých přednáškách a Faradayovo nadšení pro vědu mu natolik imponovalo, že se rozhodl mu nabídnout místo ve své laboratoři. Faraday si ho velice vážil, a protože byl velice pilný,



Obr. 25 Michael Faraday⁵³

pracovitý a svědomitý, na jeho přednášky chodil perfektně připravený. Na každý týden si vymyslel experiment, který Davyho věrné posluchače měl nejen zaujmout a poučit, ale i pobavit. Později podnikl s Davym i několik vědeckých cest po Evropě.

Svoji kariéru započal jako chemik objevem benzenu (1825), hexachlorethanu, tetrachlorethylen. Jako prvním se mu podařilo zkapatnit chlór pomocí chladicí směsi (1823)⁹.

V chemii zavedl pojmy katoda, anoda, elektroda a ion. V elektrochemii je známý formulací Faradayova zákona. Původně Faraday formuloval 2 zákony⁵⁴.

První Faradayův zákon měl následující znění: „Hmotnost látky vyloučené na elektrodě je přímo úměrná elektrickému náboji, který přinesly ionty při elektrolýze.“

$$m = A \cdot Q$$

Q – elektrický náboj

A – elektrochemický ekvivalent látky

Druhý Faradayův zákon je definován: „Hmotnost různých prvků vyloučených při elektrolýze týmž nábojem jsou chemickými ekvivalenty.“

Dnes se oba dva zákony spojily do jednoho zákona, který vyjadřuje vztah mezi velikostí elektrického náboje *Q* prošlého soustavou při elektrolýze a látkovým množstvím vyloučením na elektrodě.

$$n = \frac{Q}{zF} = \frac{I \cdot t}{zF}$$

n – látkové množství

I – elektrický proud

t – čas

Q- elektrický náboj

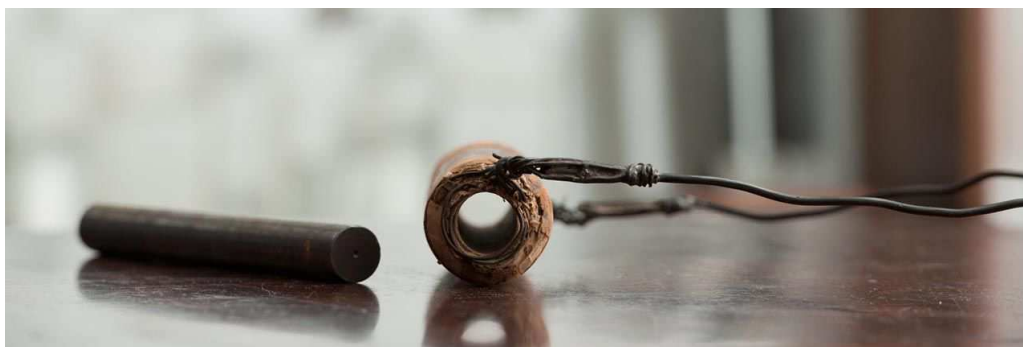
F- Faradayova konstanta ($F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$)

z – počet elektronů

Jeho největším přínosem, na kterém stojí dnes veškerý elektrochemický průmysl, byl roku 1831 objev elektromagnetické indukce. Tento objev demonstroval tak, že ovinul železný prsten dvěma drátěnými cívkami. Když se pustil první cívkou proud, nastal při jeho zapnutí proudový náraz ve druhé cívce. Když proud přerušil, vznikl proudový náraz opačný⁵⁵.

Faraday objevil elektrický motor a dynamo². Zkonstruoval první elektromotor tak, že do skleněné nádoby se rtuť a tyčovým magnetem zavěsil drát. Galvanický článek připojil k drátu a druhý pól ke kontaktu ke stěně nádoby. Mezi drátem a kontaktem rtuť

procházel elektrický proud. Na rtuť začal působit magnetickým polem a ta se začala pohybovat. Pohybující se rtuť otáčela závěsným aparátem a tak došlo k přeměně elektrické energie na energii pohybovou⁵⁶.



Obr. 26 Faradayovo dynamo²

Známa je též konstrukce Faradayovi klece. Princip ukázal Faraday při jedné ze svých přednášek. Do vlastnoručně zkonstruované klece si při jedné přednášce sedl a nechal ji nabít, až létaly jiskry, ale on žádný vliv elektrického pole necítil. Dokázal tím, že elektrický náboj je soustředěn pouze na povrchu vodiče, nikoliv v jeho objemu⁵⁷.

Dalším oborem, na který soustředil svůj zájem, byla metalurgie. Vyrobil 79 druhů oceli a spousty dalších slitin.

Ve 40. letech 19. století zavedl nové pojmy – elektrické a magnetické siločáry. A právě na nich vysvětlil teorii elektromagnetického pole, na kterou pak navázal anglický fyzik James Maxwell a z ní pak formuloval tzv. Maxwellovy rovnice popisující elektromagnetické pole⁵⁸.

Po svých převratných objevech začal pracovat ve společnosti, která měla zodpovědnost za bezpečnou plavbu kolem Velké Británie. V souvislosti s tím vymyslel osvětlení majáků, které se dodnes stále používá⁹.

Zabýval se výrobou nových druhů skel do dalekohledů, které měly vysoký index lomu. Výroba těchto nových skel ho dovedla k objevu diamagnetismu v roce 1845. Dospěl k závěru, že látky jsou ovlivňovány magnetickými silami a tím k objevu magnetického stáčení polarizační roviny.

Byl také členem 68 akademií věd na celém světě. Na jeho počest byla jednotka elektrické kapacity pojmenovaná jeho jménem – Farad.

Své jedinečné poznatky se rozhodl i publikovat. Mezi nejslavnější publikace patří „Experimentální výzkumy v elektřině“ (1839), „Výzkumy v chemii a fyzice“ (1859).

V době vánoční a předvánoční pořádal přednášky, kde prezentoval svoje poznatky z výzkumu plamene svíčky. Tyto poznatky si bedlivě jeden jeho posluchač zapisoval a po Faradayově smrti vydal pod názvem „Chemická historie svíčky“ (1874)⁵⁵.

Je obdivuhodné, že tento samouk bez jakéhokoliv vzdělávání dokázal objevit a vysvětlit tolik pojmů, které pro dnešní chemický průmysl jsou naprosto klíčovými záležitostmi.

3.3.2 SVANTE AUGUSTUS ARRHENIUS (1859- 1927)

Významný chemik a fyzik, který byl za svůj objev elektrolytické disociace oceněn Nobelovou cenou roku 1903, se narodil ve Švédsku.

Od tří let se mohl pyšnit schopností, že umí číst a psát. Ihned po nástupu do školy našel zálibu v matematice a fyzice, později k tomu přibyla i chemie. Jeho láska k těmto přírodním vědám se ho držela až do období, kdy začal studovat vysokou školu v rodném městě Uppsala.

Na této univerzitě získal titul bakaláře a následně se rozhodl usilovat i o titul doktora. Získal stipendium a díky tomu se mohl podívat na evropská pracoviště a setkat se s významnými vědci (např. s Ostwaldem). Na univerzitě v Litvě psal svoji doktorskou práci a působil zde jako docent. Mezi další vědce, s kterými se setkal, patřili např. Nernst, van't Hoff, Boltzmann. Právě spolu s nimi bývá označován za zakladatele fyzikální chemie⁹.



Obr. 27 Svante Augustus Arrhenius⁵⁹

Arrheniovu vědeckou kariéru lze rozdělit do 3 etap. První etapou je oblast fyzikální chemie, které se věnoval ihned po ukončení studia. Druhou oblastí je fyzika kosmu a třetí částí je imunochemie.

Ve fyzikální chemii je jeho jméno spjato s teorií elektrolytické disociace. Elektrolytická disociace je proces, při kterém průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztokem nebo taveninou elektrolytu dochází k látkovým změnám. Tyto látky se rozštěpí na volné pohyblivé ionty, které nesou elektrické náboje (kladné, záporné). Čím více je iontů, tím má elektrolyt lepší vodivost⁹. Arrheniova teorie se sice zpočátku setkala (jak už to dost často v historii chemie bývá) zpočátku s nesouhlasem, ale později byla všeobecně přijata. V roce 1889 se mu stejně jednoduchým a geniálním způsobem jakým formuloval teorii disociace, podařilo vyjádřit vliv teploty na rychlost reakce. Rychlost

homogenních reakcí v naprosté většině případů roste se zvyšující se teplotou. Tyto experimentální poznatky se uvádí pod názvem Arrheniova rovnice⁷.

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

k - rychlostní konstanta

A – předexponenciální faktor

E_a – aktivační energie

R – univerzální plynová konstanta

T - teplota

e – základ přirozeného logaritmu

Ve fyzice kosmu se zabýval hlavně nebeskými tělesy, teplotou planet a jejich proměn a otázkou vzniku života. Domníval se, že život na Zemi byl zahájen tak, že ve vesmíru cestovaly cysty mikroorganismů a pokud našly vhodné podmínky, uchytily se v nich a začaly se rozvíjet. Toto je dnes nazýváno teorií panspermie. Později bylo zjištěno, že se mikroorganismy nemohou díky nejrůznějším vlivům (nízká teplota, vakuum, elektromagnetické záření) pohybovat mezi planetami⁶⁰.

V roce 1907 publikoval dílo týkající se imunochemie. Definoval imunochemii jako vědu, „o chemických reakcích látek, které vznikly po injekci cizích látek do krve zvířat, neboli po jejich imunizaci. Produkty imunizace reagují s cizími látkami podobně jako proteiny nebo enzymy, na základě svých chemických vlastností.“

Arrhenius se zabýval dnes tolik diskutovaným tématem globálního oteplování a skleníkovým efektem. Zkonstruoval první model, který znázorňoval vliv atmosférického oxidu uhličitého na klima. Odhadl účinek spalování fosilních paliv na atmosféru. Předpověděl, že dvojnásobné množství oxidu uhličitého v atmosféře povede ke zvýšení teploty o 3-4°C za dobu 500 let. Byl první, kdo poukázal na vliv průmyslové činnosti na globální oteplování.

V posledním desetiletí svého života se zaměřil na publikování svých poznatků. Vydal řadu populárních knih, které byly následně přeloženy i do několika jazyků a vyšly v několika vydáních. Patřila mezi ně např. učebnice teoretické elektrochemie (1900), teorie chemie (1906) a již zmiňovaná imunochemie (1907)⁵⁹.

V 50 letech se stal členem a později ředitelem Nobelova ústavu fyzikální chemie a měl velký vliv na jejich udílení⁹.

3.3.3 JOHANNES DIDERIK VAN DER WAALS (1837- 1923)

Holandský fyzik, který zformuloval van der Waalsovu rovnici pro kapaliny i reálné plyny. Znamé je jeho vysvětlení vnitřního tlaku v kapilárách pomocí sil, které byly nazvány van der Waalsovy síly.

Po absolvování základního vzdělání působil jako učitel na základní škole. Protože neměl žádné znalosti a patřičnou certifikaci, rozhodl se studovat ve svém volném čase na univerzitě v Haagu. V roce 1873 obhájil svoji disertační práci a získal doktorát z fyziky a matematiky.

Poté se stal učitelem a později i ředitelem na střední škole v jeho rodném Nizozemsku⁶².

Již ve své doktorandské práci uvedl stavovou rovnici zabývající se spojitostí plynného a kapalného stavu látek. Podařilo se mu najít vztah mezi tlakem, objemem a teplotou kapalin a plynů. Zformuloval tak rovnici, která vyjadřovala změny skupenství. Rovnice měla platnost pouze pro kapaliny se stejným složením. V roce 1890 publikoval novou rovnici, která byla stanovená pro binární dvoufázový systém⁹. Prokázal, že tyto dva stavy agregace nejen přecházejí do sebe navzájem kontinuálním způsobem, ale jsou i stejné povahy. Pomocí této rovnice se dalo získat daleko přesnějších výsledků, než při užití stavové rovnice ideálního plynu.

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right) \cdot (V_m - b) = RT$$

p – tlak

V_m – molární objem

T – termodynamická teplota

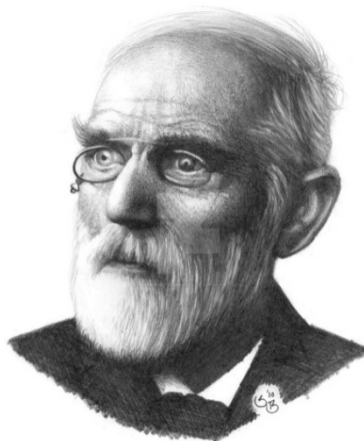
R – plynová konstanta

a, b – konstanty charakteristické pro danou látku

Van der Waalsovy síly jsou slabé vazebné interakce působící mezi molekulami či atomy a jejich velikost závisí na vzájemné vzdálenosti. Tyto síly jsou příčinou, proč se molekuly v kapalině od sebe neoddělí. Následkem toho je vysoký tlak v kapalině⁹.

Van der Waals se zabýval termodynamickou teorií kapilarity. Předpokládal existenci pozvolné, následně velmi prudké změny hustoty na rozhraní mezi kapalinou a párou. Za celý život se mu dostalo mnoha světových uznání včetně Nobelovy ceny za stavovou rovnici plynů a kapalin (1910).

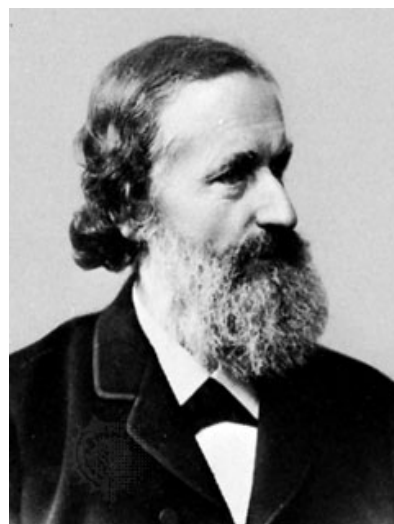
Johannes Diderik van der Waals zemřel roku 1923 v Amsterdamu.



Obr. 28 Johannes Diderik Van Der Waals⁶¹

3.3.4 ROBERT GUSTAV KIRCHHOFF (1824 – 1887)

Robert Gustav Kirchhoff patřil k nejvýznamnějším německým fyzikům své doby. Nezastupitelnou roli měl i v chemii. Spolu s Bunsenem se stal zakladatelem spektrální analýzy v analytické chemii. Ve fyzikální chemii formuloval Kirchhoffův zákon vyjadřující závislost reakčního tepla na teplotě. Dále je s jeho jménem spojen soubor zákonů o průchodu elektrického proudu či zákon o vyzařování a záření černého tělesa⁶³.



Obr. 29 Robert Gustav Kirchhoff⁶³

Maturoval na petrohradském gymnáziu a pak se nechal zapsat na obor matematika na Státní univerzitě v Petrohradě. Jeho mentory se stali matematik Jakobi a fyzik Neumann, kteří silně ovlivnili jeho vědeckou kariéru. Právě díky zadanému výzkumnému úkolu pracoval na pozorování průchodu elektrického proudu měděnou destičkou a formuloval své zákony.

V oblasti fyzikální chemie formuloval zákon vyjadřující závislost reakční entalpie na teplotě. Matematicky lze tento vztah vyjádřit následovně:

$$\Delta_r H^\circ(T_2) = \Delta_r H^\circ(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \Delta_r C_{pm}^\circ dT$$

$\Delta_r H^\circ(T_2), \Delta_r H^\circ(T_1)$ – standardní reakční entalpie

C_{pm}° – tepelná kapacita

Po promoci pracoval v Berlíně a poté v Breslau. Zde se seznamuje s německým vědcem Bunsenem a jejich přátelství trvá po celý život. Skloubení experimentálních zkušeností Bunsena a teoretických zkušeností Kirchhoffa vznikl spektroskop - první přístroj na spektrální analýzu. Tato metoda umožnila zkoumat složení prvků a přispěla i k objevu dalších dosud neobjevených prvků např. cesia, rubidia²².

V Heidelbergu žil Kirchhoff jedenadvacet let a uskutečnil dvě třetiny svých výzkumů. Našel zde mnoho přátel ve vědeckých kruzích, ale také svoji životní partnerku. V roce 1866 upadl na schodech tak nešťastně, že si vyvrtnul nohu a musel nějakou dobu trávit na invalidním vozíku⁶³.

Odmítal v té době mnoho nabídek z různých univerzitních pracovišť, ale přišla jedna tak lukrativní, které neodolal. Byla to nabídka z Berlína z Královské Pruské akademie věd⁵. Na akademii začal přednášet teoretickou fyziku. Spřátelil s Wernerem

Siemensem a průmyslníkem Hansemannem, který vlastnil privátní laboratoř, v níž příležitostně pracoval.

V 55 letech se u něho začaly projevovat zdravotní potíže. Projevovaly se návaly nevolnosti a teploty, které byly zřejmě příznakem nádoru na mozku. Musel se tak vzdát své profese a nakonec v říjnu 1877 zemřel.

3.3.5 CARL REMIGIUS FRESENIUS (1818–1897)

Vynikající německý chemik, který je právem považován za zakladatele analytické chemie.

Narodil se v rodině advokáta ve Frankfurtu nad Mohanem. Fresenius patřil k vědcům, jejichž profesní dráha chemika započala tím, že po maturitě se vyučil v lékárně. Poté studoval v Bonnu a pak přešel na chemicko-farmaceutický institut Justa von Liebig v Gießenu, aby zde završil své vzdělání. Liebig rozpoznal jeho vynikající analytické schopnosti a zaměstnal ho jako svého



Obr. 30 Carl Remigius Fresenius⁶⁴

asistenta⁶¹. Fresenius habilitoval v roce 1842 a o dva roky později se stal profesorem chemie, fyziky a technologie v národohospodářském institutu ve Wiesbadenu. Jeho práce se týkala používání arzenů v chemické analýze. Po vzoru svého mentora si zřídil svůj vlastní institut, kde se vyučovala nejen chemie, ale i agrochemie⁶⁵.

Kladl důraz na sepnutí svého institutu s průmyslem a zemědělstvím. Bylo to jedno z nejvýznamnějších vědeckých pracovišť, které vedl až do své smrti. Opíral se o práce Heinricha Roseho, jehož Rukověť analytické chemie obsahovala analytický proces veškerých známých prvků. Učebnice však byla příliš komplikovaná a plná chaoticky nashromážděných jednotlivostí, jimž chyběl systém⁶⁵.

V roce 1841 vydává Fresenius svoji učebnici nazvanou „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“, kterou postavil na výběru nejdůležitějších prvků a na základě chování chloridů, sulfidů, hydroxidů a uhličitanů dělí kationty do 5 analytických tříd. Základ této učebnice vznikl už ve 2. semestru jeho studia a druhé vydání posloužilo jako doktorandská práce.

Jeho sulfanový („sirovodíkový“) postup analýzy iontů, který tam poprvé uveřejnil, se v pozměněné formě používá dodnes, stal se základem pro veškeré postupy v analytické chemii. Podle učebnice se učily celé generace studentů. Předmluvu k ní napsal právě

Liebig, z jehož učebních metod Fresenius vycházel. Během 10 let se kniha dočkala 10 vydání a byla přeložena do angličtiny, ruštiny, italštiny, holandštiny, španělštiny, maďarštiny a čínštiny.

Hlavní zásady, které Fresenius svým studentům vštěpoval, byly⁶⁵:

- pořádek, čistota a šikovnost při práci
- schopnost věcně a samostatně předkládat způsob řešení
- přesně odhadnout okolnosti u každé reakce a předvídat důsledky celého procesu

Od roku 1862 vydával Fresenius časopis pro analytickou chemii, jehož existenci považoval za zásadní při prezentaci svých analytických metod.

V roce 1884 rozšířil svoji laboratoř o hygienicko-bakteriologické oddělení, kde se společně s Fredinandem Hüppem (žákem Roberta Kocha) věnovali zkoumání pitné vody, potravin a prováděli také rozbor minerálních pramenů. Bylo to první vědecké pracoviště v Německu, které vychovávalo vědce v oboru potravinářské chemie. Věnoval se také rozboru složení keramické hlíny.

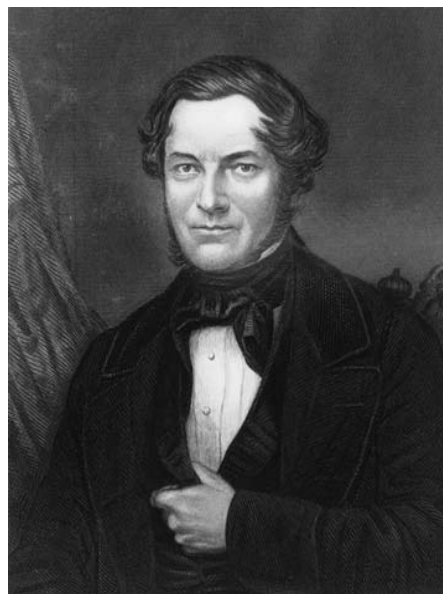
Stal se průkopníkem i v mnoha dalších oblastech. Zkoumal soli, hnojiva, půdu, technické produkty, potraviny i rozboru vína popsal ve svém díle „Wein – Statistik.“

Institut Fresenius existuje dodnes a patří k nejvýznamnějším vědeckým pracovištím v Německu v oblasti potravinářské chemie.

3.3.6 ROBERT WILHELM BUNSEN (1811- 1899)

Bunsenovo jméno je nejčastěji spjato s klasickým školním plynovým kahanem, který zná z hodin chemie každý člověk školou povinný. Zkušenější chemici znají jeho jméno ve spojení s dalším vynikajícím německým fyzikem Kirchhoffem, neboť společnými silami vytvořili základy spektrální analýzy.

Život tohoto vědce není příliš známý. Jeho otec Christian byl knihovník a matka pocházela z důstojnické rodiny. Robert Wilhelm, který měl ještě další tři starší bratry, navštěvoval gymnázium a poté



Obr. 31 Robert Wilhelm Bunsen⁶⁶

místní univerzitu v Göttingenu, kde působil i jeho otec jako profesor živých jazyků. Bunsen se na rozdíl od otce věnoval přírodním vědám. Koncentroval svoji pozornost především na matematiku a chemii, ale věnoval se i fyzice, geologii, mineralogii a anatomii. Jeho oceňovaná disertační práce se týkala popisu různých druhů hygrometrů (měřičů vzdušné vlhkosti)⁹.

V roce 1832 získal Bunsen vládní stipendium, které mu umožnilo spojit dohromady své dvě největší vášně a těmi bylo cestování a věda. Absolvoval studijní cestu po německých zemích, pobýval ve Francii a Švýcarsku, prohlédl si různé továrny. Hledal geologicky zajímavá místa a v neposlední řadě se seznámil s tehdejšími vědeckými kapacitami, jakými byli Liebig nebo Wöhler. Po skončení studijního pobytu habilitoval na Göttingenské univerzitě. Společně s lékařem Bertholdem zjistil, že hydroxid železitý působí jako protijed při otravě arsenem. Tato metoda se dodnes v medicíně využívá⁶⁷.

V roce 1836 opouští rodný Göttingen a přijímá místo učitele na vyšší průmyslové škole v Kasselu. Při explozi během pokusu s nebezpečným arsenem bylo trvale poškozeno jeho pravé oko a Bunsen částečně oslepl. V tomto období se věnoval výzkumu plynů a také systému vysokých pecí.

Na svém dalším působišti na univerzitě v Marburgu sestrojil zinko-uhlíčitou baterii – tzv. Bunsenův článek. Vylepšil tak vynález W. Crova. Tato baterie se využívá jako zdroj v silnoproudu. Za svého působení podnikl výzkumnou cestu na Island, kde zkoumal místní sopky. Během svého třísemestrálního pobytu v Breslau se seznamuje s fyzikem Kirchhoffem, se kterým začal úzce spolupracovat na univerzitě v Heidelbergu. Ta byla zároveň posledním vědeckým pracovištěm v jeho kariéře. Právě v Heidelbergu uskutečnil své nejvýznamnější objevy. Nejzásadnějším byl objev spektrální analýzy. Bunsen s Kirchhoffem objevili, že soli různých kovů zanechávají v plameni plynového hořáku jednoznačné zbarvení. Tak se stala spektrální analýza zásadním postupem astronomie, neboť umožnila vědcům odhadnout chemické složení těles vzdálených i miliony světelných let⁶. S pomocí spektrální analýzy také oba vědci objevili alkalické kovy cesium a rubidium, jejichž výskyt prokázali v minerální vodě z města Dürkheimu. Sestrojili první spektrometr, který ukázal, že každý kov má svoje charakteristické světelné spektrum, podle něhož je snadno identifikovatelný. Spektrální analýza také znamenala základ pro rozvoj kvantové mechaniky ve 20. století.

Svůj proslulý plynový kahan sestrojil Bunsen v době, kdy mu do laboratoře zavedli plyn. Navázal tak na práci anglického fyzika Michaela Farradaye. Bunsenův nesvítící kahan nečadil a dal se dobře regulovat⁵. Svoji vědeckou kariéru ukončil Bunsen ve věku 78 let. Zemřel o deset let později v roce 1899 a je pochován na hřbitově v Heidelbergu.



Obr. 32 Bunsenův kahan⁶⁸

3.3.7 WILHELM OSTWALD (1853 – 1932)

Tento významný chemik a nositel Nobelovy ceny se narodil v Rize. Absolvoval reálné gymnázium, kde již tehdy našel zálibu ve fyzice a chemii. Byl však více praktikem než teoretikem, proto musel některé ročníky opakovat.

Během studia gymnázia se u něho projevil spisovatelské nadání, neboť začal vydávat školní časopis.

Po absolvování gymnázia se nechal zapsat na univerzitu v Dorpatu. Zpočátku byl typickým studentem, který studoval hlavně na nátlak svého otce. V roce 1875 publikoval svou kandidátskou práci v časopise „Journal für praktische Chemie“, ve které poukázal na význam fyzikální chemie ve srovnání s organickou. Zabýval se chemickou afinitou, zkoumal schopnost chemických látek slučovat se s jinou látkou. Publikoval tabulku afinity 12 kyselin, která byla kladně přijata odbornou veřejností⁶⁹.



Obr. 33 Wilhelm Ostwald⁶⁹

Po obhájení své disertační práce se vrátil zpátky do Rigy, kde se stal profesorem chemie na tamní univerzitě. Zde pokračoval ve výzkumu a sestrojil tzv. termistor, společně se švédským vědcem Arrheniem vytvořil slavnou teorii o rozpadu elektrolytu na ionty.

Napsal dvoudílnou učebnici obecné chemie, kterou na sebe ještě více upoutal pozornost.

V roce 1887 získal místo profesora na univerzitě v Lipsku. Vedl tzv. druhou chemickou laboratoř na katedře fyzikální chemie a měl zde na starost i vzdělávání farmaceutů. Působení v Lipsku bylo nejplodnějším obdobím jeho pracovního života⁷⁰.

Je autorem tzv. Ostwaldova zředovacího zákona, který platí pro slabé elektrolyty. Zákon uvádí, že: „Disociační stupeň slabého elektrolytu je tím větší, čím je roztok zředěnější.“

Ostwald také vytvořil postup výroby kyseliny dusičné oxidací amoniaku.

V této náročné fázi života se u něho dostavila jistá krize a přepracovanost. Díky tomu i odmítl přijímat nové praktikanty, mezi kterými byl i geniální vědec Albert Einstein.

Na počátku 20. století působil v USA. Získal zde mnoho ocenění a čestných uznání a také zde přenášel na univerzitách.

Po návratu z americké cesty se usadil v Grossbothenu a věnoval se výzkumu jako vědec „na volné noze“.

V roce 1909 se mu dostalo nejvyššího možného ocenění, kterého může vědec dosáhnout. Získal Nobelovu cenu za chemii za výzkum v oblasti katalýzy.

V poslední fázi života se věnoval výzkumu barev, a to z fyzikálního, chemického, psychologického a fyziologického pohledu. K tomuto tématu publikoval mnoho prací a vytvořil také „katalog barev“⁷⁰.

Vytvořil učení o barevném spektru, o tom jak jednotlivé barvy a jejich kombinace působí na člověka. Ostwald zemřel v 79 letech a urna s jeho popelem je uložena Grossbothenu. V Lipsku je po něm pojmenována ulice.

4 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla koncipovaná tak, že v úvodní části byl popsán vývoj událostí týkající se 19. století. Nastínila dobu a poskytla tak jasnou představu o charakteru tehdejší společnosti.

Další část byla věnována různým odvětvím chemie a jejich nejvýznamnějším osobnostem. V mnohých případech bylo těžké striktně přiřadit chemika pouze k jednomu vybranému oboru, neboť velká část z nich působila ve více odvětvích.

Práce je rozdělena do čtyř okruhů. V prvním okruhu je všeobecně popsán vývoj událostí a významné mezníky v 19. století, jež nám charakterizují tu dobu a ukazují význam objevů 19. století pro dnešního člověka.

Ve druhé části je popsán život a práce vědců, kteří položili základ obecné a anorganické chemie, třetí část se zabývá jejich souputníky, kteří se věnovali chemii organické a biochemii.

Čtvrtá část se věnuje nejprve fyzikální chemii, která se zabývá fyzikálním popisem chemických jevů a systémů. Je interdisciplinárním oborem a dnes v sobě spojuje chemii, fyziku, elektrochemii i kvantovou mechaniku. Kapitola je zakončena charakteristikou čtyř vědců z oblasti chemie, která se v poslední době velmi dynamicky rozvíjí, a to je analytická chemie, která zkoumá složení chemických látek z hlediska kvalitativního i kvantitativního.

Bakalářská práce podává přehled o životě 25 významných vědců – chemiků té doby a vyzdvihuje hlavní výsledky jejich práce v oblasti chemie a hodnotí přínos jejich objevů pro život tehdejší i současné společnosti.

5 RESUMÉ

Bakalářská práce se zabývá významnými osobnostmi v historii chemie 19. století. Je rozdělena na čtyři části. První část se popisuje obecný vývoj v 19. století. Druhá část pak byla věnována chemickým disciplínám a jejich nejvýznamnějším osobnostem. V dalších částech se práce věnuje jednotlivým úspěchům a pracím světově nejvýznamnějších chemiků.

This bachelor thesis is based on the most famous person in chemistry in 19th century. The bachelor thesis is divided into four parts. The first part deals general development events in 19th century. The second part is dedicated to chemical branches and their the most famous chemists. In the next parts the bachelor thesis is based on the achievements and works of the world famous chemists.

6 SEZNAM LITERATURY

- 1 DESMOND A. J.: Charles Darwin. Britanica.com. [online]. 10.6.2016 [cit. 2016-06-24]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Charles-Darwin>
- 2 Wilkinson, P.: Principy (59.) Tajemství vzniku napětí v galvanickém článku. The Royal Institution Science Lives Here. [online]. 2014 [cit. 2016-06-26]. Dostupné z: <http://www.rigb.org/our-history/iconic-objects/iconic-objects-list/faraday-generator>
- 3 MALOVECZKÁ A.: Den, kdy byla vynalezena žárovka (21. říjen). Internetová televize Stream. [online]. 21.10.2010 [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: <https://www.stream.cz/slavedny/525432-den-kdy-byla-vynalezena-zarovka-21-rijen>
- 4 Bellův přístroj poprvé v akci. Česká televize. [online]. 10.3.2011 [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/1280117-belluv-pristroj-poprve-v-akci>
- 5 BUDIŠ, J. Stručný přehled historie chemie. Masarykova univerzita, Brno 1996. ISBN 80-210-1463-6.
- 6 TimeRime.com. TimeRime.com – Development of the Atomic Model timeline. [online]. 2015 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCQ/articulos/joseph-louis-proust>
- 7 BANÝR, J., NOVOTNÝ, V.: Stručné dějiny chemie a chemické výroby. 1. vyd., SPN, Praha 1986
- 8 Biography.com Editors. John Dalton Biography. The Biography.com website. [online]. 2012 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.biography.com/people/john-dalton-9265201>
- 9 BUDIŠ, J.: Historie chemie slovem a obrazem, Masarykova univerzita, Brno 1995, ISBN 80-210-1080-0.
- 10 CARPI, A.: Early Ideas about Matter: From Democritus to Dalton. Visionlearning. [online]. 2003 [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: <http://www.visionlearning.com/en/library/Chemistry/1/Early-Ideas-about-Matter/49>
- 11 SCS.ABZ.CZ. Daltonizmus, daltonismus [online]. 2005-2016 [cit. 5.6.2016]. Dostupný na WWW: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/daltonizmus-daltonismus>

- 12 UNITEAM. La tour Eiffel Laboratoire. Les 72 noms des savants inscrits sur la Tour, son utilité scientifique... – Connaître le monument – Toureiffel.paris. [online]. 2010 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.toureiffel.paris/tout-savoir-sur-la-tour-eiffel/dossiers-thematiques/88.html>
- 13 Joseph-Louis Gay-Lussac. NNDB tracking the entire world. [online]. 2014 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <http://www.nndb.com/people/885/000100585/>
- 14 Bečičková, Y.: VY_32_INOVACE_0301_BECICKOVA_0209 [online]. [cit. 5.6.2016]. Dostupný na WWW: http://www.vosvdf.cz/cmsb/data/prilohy/141030-EU_penize_do_skol_F/VY_32_INOVACE_0301_BECICKOVA_0209.pdf
- 15 Crosland, P.: Joseph-Louis Gay-Lussac. Joseph-Louis Gay-Lussac | French scientist | Britannica.com. [online]. 9.10.2014 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Joseph-Louis-Gay-Lussac>
- 16 Amedeo Avogadro. New World Encyclopedia. [online]. 2.10.2011 [cit. 2016-02-03]. Dostupné z: http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Amedeo_Avogadro
- 17 Smrz, L.: Principy (59.) Tajemství vzniku napětí v galvanickém článku. ElektriKa.cz, portál o silnoproudé elektrotechnice, elektroinstalace, vyhlášky, schémata zapojení. [online]. 1956 [cit. 2016-06-26]. Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/clanek.2005-05-10.4911115209>
- 18 Amedeo Avogadro. Biography, Facts and Pictures. [online]. 12.1.2015 [cit. 2016-02-03]. Dostupné z: <http://www.famousscientists.org/amedeo-avogadro/>
- 19 Jan Svatopluk Presl 1791-1849.jpg. Plants Wiki – Wikia. [online]. 25.8.2010 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://plantspedia.wikia.com/wiki/File:Jan_Svatopluk_Presl_1791-1849.jpg
- 20 Dvaasedmdesát jmen české historie Jan Svatopluk Presl. Česká televize. [online]. 2009 [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10169539755-dvaasedmdesat-jmen-ceske-historie/209572232200020-jan-svatopluk-presl/>
- 21 Gibbs, F. W.: Sir Humphry Davy, Baronet | British chemist. Britannica.com. [online]. 2014 [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Sir-Humphry-Davy-Baronet>
- 22 JIRKOVSKÝ, R.: Jak chemikové a fyzikové objevovali a křtili prvky. Albatros, Praha 1986. ISBN: 13-852-86

- 23 A Miniature Miners lamp commemorating Sir Humphry Davy 1778-1829 (12cm) and smaller pair entitled. The saleroom. [online]. 15.4.2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.the-saleroom.com/en-gb/auction-catalogues/lockdales/catalogue-id-lo10043/lot-1893e9cd-bea9-45c9-b934-a46001098a1a>
- 24 Sir Humphry Davy at Historic Camera. History Librarium. [online]. 24.2.2012 [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: http://www.historiccamera.com/cgi-bin/librarium2/pm.cgi?action=app_display&app=datasheet&app_id=1702&
- 25 Melhado, E. M.: Jöns Jacob Berzelius. Britannica.com. [online]. 9.10.2014 [cit. 2016-01-22]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Jons-Jacob-Berzelius>
- 26 Vykoupil, L.: Ecce Homo – Dimitrij Ivanovič Mendělejev. Český rozhlas. [online]. 3.2.2007 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/brno/upozornujeme/_zprava/ecce-homo-dimitrij-ivanovic-mendelejev-316026
- 27 Mendělejev, Dmitrij Ivanovič, *8.2.1834 – †2.2.1907, ruský chemik. CoJeCo Vaše Encyklopedie. [online]. 3.2.2009 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&s_lang=2&id_desc=58445
- 28 Bensaude-Vincent, B.: Dmitry Ivanovich Mendeleev. Britannica.com. [online]. 9.10.2015 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Dmitry-Ivanovich-Mendeleev>
- 29 Dimitri Mendeleev (in Zeitschrift für Chemie (1869)). File:Mendeleev's periodic table (1869).svg. Wikimedia Commons. [online]. 3. ledna 2014, 12:34:19 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Mendeleev%27s_periodic_table_%281869%29.svg?uselang=cs
- 30 ČTK. periodická tabulka prvků slaví 140. narozeniny. Týden.cz. [online]. 6.3.2009 [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/veda-a-technika/veda/periodicka-tabulka-prvku-slavi-140-narozeniny_108658.html
- 31 Watson, K. D.: Sir William Ramsay. Britannica.com. [online]. 9.9.2014 [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/William-Ramsay>
- 32 William Ramsay. uludağ sözlük galeri. [online]. 22.2.2012 [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: http://galeri3.uludagsozluk.com/149/william-ramsay_231095.jpg

- 33 Roche, A. J.: Friedrich Wöhler . Britanica.com. [online]. 9.10.2014 [cit. 2016-02-02].
Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Friedrich-Wohler>
- 34 Roche, J. A.: August Kekule von Stradonitz. Britanica.com. [online]. 9.10.2014 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/August-Kekule-von-Stradonitz>
- 35 August Kekulé. New World Encyclopedia. [online]. 9.6.2014 [cit. 2016-01-30].
Dostupné z:
http://www.newworldencyclopedia.org/entry/August_Kekul%C3%A9#Early_life
- 36 NOVÁK, M.: Unclarities in the History of Benzene. Chemické Listy, 2014, č. 108, s. 699–706. ISSN 0009-2770 Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2014_07_699-706.pdf
- 37 QUIMICA ORGÁNICA. QUÍMICA ORGÁNICA. [online]. 9.9.2010 [cit. 2016-01-30].
Dostupné z: http://2.bp.blogspot.com/_c5ch-qWf84w/TIkSaw7LfsI/AAAAAAAAADQ/i9AXZ48Q8l8/s1600/images.jpg
- 38 Archibald Scott Couper Facts, information, pictures. Encyclopedia.com articles about Archibald Scott Couper. [online]. 2008 [cit. 2016-01-30]. Dostupné z:
http://www.encyclopedia.com/topic/Archibald_Scott_Couper.aspx
- 39 The Editors of Encyclopædia Britannica. Aleksandr Butlerov. Britanica.com. [online]. 5.3.2013 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://media-2.web.britannica.com/eb-media/77/x30177-004-77043C2F.jpg.pagespeed.ic.gBHbZU_qJx.webp
- 40 Aleksandr Mikhailovich Butlerov Facts, information, pictures. Encyclopedia.com articles about Aleksandr Mikhailovich Butlerov. [online]. 2008 [cit. 2016-02-21].
Dostupné z: http://www.encyclopedia.com/topic/Aleksandr_Mikhailovich_Butlerov.aspx
- 41 Roche A. J.: Hermann Kolbe. Britanica.com. [online]. 5.3.2013 [cit. 2016-02-21].
Dostupné z: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/12/10412-004-83E5CA48.jpg>
- 42 Roche A. J.: Hermann Kolbe. Britanica.com. [online]. 5.3.2013 [cit. 2016-02-21]
Dostupný na WWW: <http://www.britannica.com/biography/Hermann-Kolbe>
- 43 VAŠÍČKOVÁ, P.: Stanovení reziduí léčiv pomocí separačních metod. Brno, 2010. Diplomová práce. Fakulta chemická Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí. Vysoké učení technické.

- 44 LESOVÁ, P.: Internetová databáze domácích chemických pokusů a pracovních listů dle RVP ZV. Brno, 2012. Diplomová práce. Fakulta pedagogická. Masarykova univerzita.
- 45 Nobelium. Nobelium 102. [online]. 29.8.2002 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://www.princess-it.com/kp9/hrh-projects/file/20060327_sammakkee/lanchang/element/ext_pt/expertab.htm
- 46 The Editors of Encyclopædia Britannica. Alfred Bernhard Nobel . Britanica.com. [online]. 13.11.2014 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Alfred-Bernhard-Nobel>
- 47 Bureš, J.: Alfred Nobel – švédský chemik, vynálezce dynamitu. conVERTER – převody jednotek. [online]. 2002 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/nobel/nobel.htm>
- 48 Loschmidt, Joseph. Lexikon der Biologie. [online]. 1999 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.spektrum.de/lexika/images/bio/f4f4405.jpg>
- 49 Ullmann, A.: Louis Pasteur. Britanica.com. [online]. 30.10.2014 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: http://media-2.web.britannica.com/eb-media/00/307x450x3400-004-8337FE09.jpg.pagespeed.ic.cQybdLri_O.jpg
- 50 Ullmann, A.: Louis Pasteur. Britanica.com. [online]. 30.10.2014 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Louis-Pasteur/Vaccine-development>
- 51 Brock, H. W.: Justus, Freiherr von Liebig. Britanica.com. [online]. 11.3.2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Louis-Pasteur>
- 52 BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R.: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc 1997. ISBN 80-7067-695-7.
- 53 Williams, L. P.: Michael Faraday. Britanica.com. [online]. 17.2.2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/94/374x450x144794-004-AA4672F4.jpg.pagespeed.ic.fEtQSu8oAs.jpg>
- 54 BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ H.: *Odmaturuj! z chemie*. Didaktis, Brno 2002. ISBN 80-86285-56-1.
- 55 Williams, L. P.: Michael Faraday. Britanica.com. [online]. 17.2.2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Michael-Faraday>

- 56 Kusala, J.: Pradědeček elektromotor. 3 pól – Magazín plný pozitivní energie. [online]. 11.10.2011 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/biografie/131-pradedecek-elektromotor>
- 57 Experimenty:faradayova_klec. [Klasická elektrodynamika]. [online]. 1.1.2011 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/elektrodynamika/doku.php?id=experimenty:faradayova_klec
- 58 Barták, J.: Michael Faraday: být fyzikální kapacitou. Novinky.cz. [online]. 22.9.2011 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/veda-skoly/historie/245162-michael-faraday-byt-fyzikalni-kapacitou.html>
- 59 Crawford, E.: Svante August Arrhenius . Britannica.com. [online]. 2.3.2016 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Svante-August-Arrhenius>
- 60 Olivová, J.: Panspermie a život ve vesmíru. Věda. [online]. 23.4.2007 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.rozhlas.cz/mozaika/veda/ zprava/339923>
- 61 Van der Waals by subhankar-biswas on DeviantArt. DeviantArt. [online]. 2010-2016 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: http://pre04.deviantart.net/94c4/th/pre/i/2015/121/f/3/van_der_waals_by_subhankar_biswas-d2tqm2i.jpg
- 62 Nobel Media AB. Johannes Diderik van der Waals – Biographical. Nobelprize.org. [online]. 2014 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1910/waals-bio.html
- 63 Gustav Robert Kirchhoff. Britannica.com. [online]. 8.10.2015 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Gustav-Robert-Kirchhoff>
- 64 Carl Remigius Fresenius. Britannica.com. [online]. 2016 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Carl-Remigius-Fresenius>
- 65 Gesellschaft Deutscher Chemiker. Gesellschaft Deutscher Chemiker. [online]. 18. 7. 2013 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/GDCh/historische_staetten/fresbrosi_01.pdf
- 65 Robert Wilhelm Bunsen. Britannica.com. [online]. 5.2.2016 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/biography/Robert-Wilhelm-Bunsen>

66 Robert Wilhelm Bunsen – Der große Unbekannte. NDR.de – Kultur – Geschichte – Köpfe. [online]. 28.03.2011 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z:

<http://www.ndr.de/kultur/geschichte/koepfe/bunsen101.html>

67 Soubor:Bunsen burner.jpg – WikiSkripta. WikiSkripta. [online]. 18.8.2005 [cit. 2016-03-09]. Dostupné z:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Bunsen_burner.jpg

68 19 Cientistas famosos da antiguidade que deixaram a sua marca na história. Dicas Online Grátis. [online]. 2016 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z:

<http://www.dicasonlinegratis.com/2011/05/19-cientistas-famosos-da-antiguidade.html>

69 Krause, K.: Alma mater Lipsiensis, Leipzig . Wilhelm Ostwald (1853-1932) Nobelpreisträger für Chemie. Wilhelm Ostwald. [online]. 2003 [cit. 2016-02-06].

Dostupné z: <http://research.uni-leipzig.de/agintern/uni600/ug184.htm>

70 Home – Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.. Home – Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft e.V.. [online]. 18.5.2014 [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: [http://www.wilhelm-](http://www.wilhelm-ostwald.de/joomla/index.php/en/)

[ostwald.de/joomla/index.php/en/](http://www.wilhelm-ostwald.de/joomla/index.php/en/)

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ

Obr. 1 Joseph Louis Proust	6
Obr. 2 John Dalton	7
Obr. 3 Daltonova chemická mluva	8
Obr. 4 Joseph Louis Gay – Lussac	9
Obr. 5 Amadeo Avogadro	11
Obr. 6 Voltův sloup	11
Obr. 7 Jan Svatopluk Presl	12
Obr. 8 Sir Humphry Davy	13
Obr. 9 Davyho kahan	14
Obr. 10 Jöns Jacob Berzelius	15
Obr. 11 Berzeliova elektrochemická řada prvků	16
Obr. 12 Dimitrij Ivanovič Mendělejev	16
Obr. 13 První Mendělejeva tabulka prvků	17
Obr. 14 William Ramsay	19
Obr. 15 Friedrich Wöhler	20
Obr. 16 August Kekule von Stradonitz	21
Obr. 17 Příklady Kekulého vzorců aromatických sloučenin z práce Chemie der Benzolderivate	22
Obr. 18 Archibald Scott Couper	22
Obr. 19: Alexandr Michajlovič Butlerov	24
Obr. 20 Hermann Kolbe	25
Obr. 21 Alfred Bernhard Nobel	26
Obr. 22: Johann Josef Loschmidt	27
Obr. 23 Louis Pasteur	28
Obr. 24 Justus Von Liebig	30
Obr. 25 Michael Faraday	31
Obr. 26 Faradayovo dynamo	33
Obr. 27 Svante Augustus Arrhenius	34
Obr. 28 Johannes Diderik Van Der Waals	36
Obr. 29 Robert Gustav Kirchhoff	37
Obr. 30 Carl Remigius Fresenius	38
Obr. 31 Robert Wilhelm Bunsen	39
Obr. 32 Bunsenův kahan	41
Obr. 33 Wilhelm Ostwadt	41