

MODUL 7

ALCHYMIE A CHEMIE

Náplň modulu: Alchymie a chemie je jednou z nejnapínavějších a nejtajemnějších oblastí lidského vědění. Stojí rovněž nejbližší filosofii a náboženství, a málokterý obor je spojen s tak velkou mírou spekulací, dohadů, nadějí i rizik jako tento. Vývoj tohoto oboru, který je v tomto modulu stručně přestřeno, je ve skutečnosti nekonečně košatý a každý objev i každá postava představují samostatný příběh. V modulu jsou postíženy pouze základní etapy a jejich charakteristika, a i tak je jedním z nejdelších.

Přínos: Patří-li jisté minimum znalostí chemie rovněž k všeobecnému vzdělání, pak spolu s tím naprosto neuškodí znát něco z jejích dějin. Platí to tím spíše, že se dodnes tu a tam objevují představy alchymistické, a to v různých souvislostech. Chemie představuje obor, jehož vliv na náš život je sotva možno přecenit, a o to více stojí zato vědět, jakými cestami se tato věda dopracovala tohoto významu a s jakými postavami a zápasy je její historie spojena. Když se tedy řekne „Smaragdová deska“, „iatrochemie“ nebo „flogiston“, bude náš posluchač vědět, o čem je řeč.

Předpokládaná doba studia: Tato kapitola si vyžádá 3 přednáškové dvouhodiny, soukromě je možno ji rovněž studovat v každé volné chvíli.

Chemie a její cesty

I obor, který dnes nazýváme chemie, má své počátky v šerém dávnověku. Nevystupuje tam ovšem pod svým nynějším jménem a její předky a předchůdce je nutno hledat.

Jedním jejím celkem bezejmenným předchůdcem je ona část lidské tvořivé aktivity, která využívá chemických reakcí, i když člověk nezná jejich podstatu. Jsou to postupy, založené na zkušenosti, případně obestřené magickými představami. O nich bude mluvit první kapitola

Druhým předkem vznešené chemie je lidská snaha pochopit tajemství hmoty, a úměrně tomuto pochopení ho i využít. Je to alchymie. Člověk by mohl být v pokušení se domnívat, že v jedné linii jde o praxi, v druhé o teorii. Tak tomu ovšem není - obě tyto linie se sice někde k sobě přibližují, a v něčem se snad i setkávají a doplňují, jejich metody, východiska a cíle jsou si však na hony vzdáleny. Tyto dvě linie jdou v dějinách vedle sebe - někdy se k sobě přibližují, jindy se vzdalují, ale v podstatě se nikdy nesetkají. Již kdesi v obou těchto prouděch zvolna klíčí a sílí schopnost vědeckého pochopení tohoto oboru, a to v určitém místě nejen vytěsni alchymii, ale stane se také skutečnou teorií chemické praxe. Je to racionální chemie. Nelze uvést žádný jasný a jednoznačný okamžik, kdy tato reakce proběhla, jsou však kroky a milníky, které její vývoj provázejí a její vítězství oznamují.

V těchto textech by měl být podán přehled hlavních kapitol vývoje chemie, a to ve všech třech stránkách jejího hledání a působení. Není to obraz nijak dokonalý a konečný, Jde o to, vědět jak člověk sbíral a kombinoval své poznání se svými spekulacemi, a docházel tak k závěrům, které měly nebo neměly oporu v realitě tohoto světa.

V chemii více než kde jinde platí jeden postřeh německého vědce a aforistika Georga Christopha Lichtenberga: *"Jeden prostořeký dánský princ prý prohlásil, že na světě je spousta věcí, o nichž není v našich učebnicích ani zmínky. Já bych mu však na oplátku*

odpověď: V našich učebnicích je ale zato také popsána spousta věcí, které by marně hledal kdekoliv na světě."

Empirické chemické postupy a technologie

Chemické procesy kolem člověka. Člověk byl kolem sebe již od počátku svých dějin svědkem efektních proměn mechanických, biologických povětrnostních a dalších. Některé upoutávaly jeho pozornost více, jiné méně. Některým porozuměl dříve, jiné byly dlouho tajemstvím. Některé přírodní děje dokázal napodobit nebo využít, s jinými si nevěděl rady. Paradoxně, nejvíce a nejdéle vzdoruje člověkovu poznání sama jeho vlastní lidská duše a člověk vůbec, nejspíše se pak chápou jevy mechanické, ve kterých může člověk děje vnímat zrakem i hmatem. Jevy chemické leží někde uprostřed, protože jakoby měly něco z obojího. Jsou to jevy smyslově patrné - potrava se stává nepoživatelnou, železo rezaví, oheň hoří a stravuje to, co je do něj vhozeno. Všechno to může člověk příslušnými smysly vnímat, nemůže však vidět, proč a jak se to děje. Je to mnohem záhadnější než jednoduchá mechanika páky nebo pěstního klínu. Nejvelkolepějším chemickým dějem, který prostupuje chemii na všech jejích cestách je oheň.

Oheň

Velký díl chemických změn s tebou nese změny tepelné. Při některých chemických reakcích teplo vzniká, při jiných se teplo okolnímu prostředí odčerpává. Aby člověk mohl uskutečnit ty reakce, které teplo "spotřebovávají", musí nejprve poznat ony opačné. Největší z nich je právě oheň. Není divu, že je oheň a jeho kult uctíván u všech národů. Ohniví oběti bohům ukazují, že to byl živel, stojící pro člověka velmi blízko k světu bohů. Věčný oheň, který v antickém Římě střežily panenské kněžky Vestálky byl symbolem bezpečí a trvání obce. Pro filosofa Herakleita z Efesu je oheň podstatou všeho dění.

První použití ohně ve smyslu "chemickém" je patrně spojeno s úpravou potravin. V kouři obsažené látky v procesu uzení prostupovaly maso a dodávaly mu trvanlivost. Vykuřování bylo prostředkem k zahánění nemocí a nákaz. Desinfekčního účinku ohně se ostatně užívá dodnes, spálení škodlivé látky v ohni je nejjednodušším způsobem její likvidace. Sypaní polí popelem bylo sice zdůvodněno magicky, avšak právě tak se půda obohacovala draselnými solemi, podobně jako popel z kostí obohacoval fosforečnany.

Získávání kovů z rud je procesem, ve kterém se uplatňuje teplo, ohněm získané, a by mohl proběhnout redukční proces odnímání kyslíku z kysličníků kovů, kterými rudy obvykle jsou. Právě objevení se krupěje čistého kovu, výrazně se odlišujícího od nevzhledného kamene, bylo předmětem úžasu a základem magických spekulací o očistné moci ohně. Jednoduchých kovů bylo ve starověku známo 7: **zlato, stříbro, měď, olovo, železo, cín a rtuť**. Prvním kovem, který je získáván chemickým procesem z rud je měď. Surovinou zde byl malachit, zelený nerost, považovaný za polodrahokam, chemicky zásaditý uhličitán měďnatý. Mědi obsahuje asi 57%. Když malachit patrně náhodně přišel do styku s rozžhaveným hořícím dřevěným uhlím, vyloučila se měď což byl objev dalekosáhlého významu. Užívání železa zevšeobecnělo teprve koncem 2. tisíciletí ante., byť z hlediska chemicko-metalurgického je výroba železa z rud snazší než výroba mědi. K vytavení železa z krevele (oxid železitý) a hnědele (hydroxid železitý) stačí teplota kolem 700°C, kdežto kyslíkaté měděné rudy potřebují ke své redukci teplotu 1100°C a mnohem dokonalejší technické zařízení. To vedlo dokonce některé archeology k domněnce, že prvotnost mědi je dána pouze tím, že železné předměty, snázeji vyrobitelné a tedy dříve používané, se vlivem koroze rozpadnou, zatímco měděné a bronzové doslova přetrvávají věky.

Ze slitin mědi byla známa ještě mosaz. Nebyla ovšem slévána z mědi a zinku, protože zinek nebyl znám. Při tehdejšímu způsobu dobývání kovů z rud se totiž zinek ztrácel v podobě kysličníku, který je za vyšších teplot těkavý. Mosaz mohli proto obdržet pouze z nerostu aurichalcitu, což je podvojný uhličitán měďnato - zinečnatý. Tento nerost někdy provází rudy mědi. Aristoteles mluví o mosazi jako o "kovu mosinoickém" (odtud "mosaz"), a uvádí, že v Indii dovedou tento kov tak vyleštit, že jej nelze rozeznat od zlata. Je to zároveň závažné filosofické memento - vyleštěná mosaz je "zlatější" než surové a nezušlechtnuté zlato.

Chemicky zajímavým kovem byla již ve starověku rtuť, vyráběná z rumělky (červené modifikace sulfidu rtuťnantého). Již v Egyptě bylo známo, že rtuť rozpouští ostatní kovy, což umožňovalo získávat v hornině rozptýlené zlato amalgamací, to je rozpuštěním ve rtuti a jejím následným oddestilováním.

Nutno zmínit ještě výskyt dalšího kovu, kterým je antimon. Úlomek vázy z čistého antimonu byl nalezen v Mezopotámii, jinak byla využívána pouze jeho ruda, leštěnec antimonový, jehož rozemletý jemný prášek se používal k černění obočí egyptských krasavic.

Metalurgie přinášela člověku důležité chemické znalosti, ovšem takřka výhradně v rovině zkušenosti. Rozeznávání rud, prubířství, bylo důležitým oborem, kterému se ve svém díle obšírně věnuje i **Georgius Agricola**. Ve starověku byla ovšem tato umění výsadou kněží, kteří je využívali v laboratořích, zřízených při chrámech. Tyto laboratoře se příznačně nazývaly "komory tajemství", což již zakládá onu celou dlouhou tradici alchymistického tajnůstkářství a záliby v tajemnu vůbec. Jistá tajemnost ovšem vyplývá i z toho, že u nich tato umění sloužila především k bohoslužebným účelům. O jejich umění svědčí dva zachovalé rukopisy, dle měst kde jsou nyní uloženy zvaných *papyrus leydenský* a *papyrus stockholmský*. Zde bývá hledán počátek pokusů o transmutaci kovů ve zlato, ovšem ne právem. V těchto technologických předpisech se výslovně mluví o *napodobeninách* zlata a drahých kamenů.

Destilační procesy jsou jednou z prvních chemických technologií, na které se stává dále závislými mnoho dalších postupů. Suchá destilace dřeva, provozovaná v mlířích, poskytovala člověku důležitou a mnohostranně použitelnou surovinu - dřevěné uhlí. Na dřevěném uhlí byly až do počátku novověku závislé všechny redukční procesy, tedy vlastně veškerá metalurgie.

Léčiva, desinfekce, konzervace

Měly-by se sečítat zásluhy jednotlivých profesí o rozvoj chemie, pak medicína by byla jednou z nejvýznamnějších. Hippokratovská medicína, založená na představě zdraví jako rovnováhy a nemoci jako jejího porušení sahala přirozeně po látkách, které léčily svým biochemickým účinkem. I když i zde nebyla dlouho známa cesta, kterou to či ono léčivo potřebnou rovnováhu navozuje, právě zde se rodily základní chemické postupy a jednotlivé látky a drogy dostávaly své odpozorované charakteristiky a jména. Právě tato medicína se již ve starověku odlišovala od náboženských léčitelských procedur, u nichž je celý mechanismus léčby spíše psychoterapeutický. Odborné a kauzální lékařství, hledající příčiny nemoci, se vyvinulo nezávisle na lidovém i náboženském léčitelství, a jeho počátek je patrně možno hledat v Egyptě. O přípravě léků mluví zápisy z období 2000 ante. Dle těchto zpráv byly v chrámech zvláštní síně, kde se připravovaly léky, a to s pomocí laboratorního náčiní, jaké je v dokonalejší podobě používáno i dnes. Je například zachován postup přípravy černého očního líčidla - klejt neboli síran olovnatý byl rozpuštěn v octu, z vzniklého roztoku octanu olovnatého byl kamencem vysrážen nerozpustný síran olovnatý, ten byl odfiltrován, propláchnut vodou, vysušen a žiháním s dřevěným uhlím převeden v sirník.

Právě egyptské pojetí léčiva bylo patrně rozšířeno i do Řecka a stalo se základem již zmíněné školy Hippokratovské. Hippokrates zpočátku zakládal své léčení na sedmi

základních léčivech, avšak postupně jejich počet narostl až na 263. Původních sedm léčiv bylo vesměs rostlinného původu, další v menší míře i původu živočišného a minerálního.

V hellénistické době se medicína a její chemické zázemí přestěhovala opět do Egypta, a to zejména do Alexandrie. Ta brzo proslula výrobou nejrůznějších léčiv, která byla k dostání po celém tehdejší světě pod různými fantastickými jmény. Byl to sport, kterému se věnovali i vysoce postavení lidé. Léčiva a kosmetické prostředky ovšem do jisté míry splývaly v jedno. I když tím pověst medicíny dosti utrpěla, technika laboratorní práce se dostala na vyšší úroveň. Zdokonalilo se chemické nářadí, i metody měření a vážení. Objevily se postupy zahřívání ve vodní lázni, čištění látek sublimací, a patrně i přístroje destilační. Ty však nebyly vynalezeny v Alexandrii, nýbrž pocházejí z Východní Indie, a některé stopy vedou až do Číny, kde měl být destilací získáván kafr z dříví stromu kafrovníkového.

V době římské se římská vznešená patriciové něčím tak malicherným jako je léčení nezabývali a obor se stal doménou otroků a propuštěnců. Ti se však soustředili na prostředky, po nichž je trvalá poptávka - afrodiziaka, antikoncepcionalia a abortiva. Teprve později, v době císařské, se opět objevují skuteční lékaři, jako je Celsus, Dioskoridu Galen Andromachus. Od Neronova lékaře Andromacha pochází dodnes známý výraz "dryák", původně **theriacum**, univerzální lék ze 45 látek.

Po rozpadu římské říše přešly lékařské i lékárnické vědomosti do rukou arabských lékařů, kde se dočkaly věhlasu a rozkvětu. Zvláště v době maurské vlády ve Španělsku byla tato věda nejen pěstována, ale přešla i do křesťanských klášterů. V této fázi se však často dostává medicína a farmacie do těsného sousedství alchymie, která je rovněž součástí přejatého arabského dědictví.

Barviva

Jak již bylo zmíněno v kapitole o materiálech, barva a barevnost je optickým jevem, který souvisí s tím, které barvy ze spektra slunečního světla povrch tělesa pohlcuje a které odráží. Jde tedy v některém případě o optickou charakteristiku povrchu. Tak mnozí zástupci hmyzí říše, krásní svými zlatými a kovově zbarvenými krovkami tyto krásné barvy ztratí, když uhynou a jejich krovky vyschnou. Barevnost je však pro člověka a pro přírodu jedním z nejdůležitějších signálů. Barva předmětu umožňuje rozeznat hranice předmětu, má význam informační i psychologický. Barevnost předmětů ovlivňuje i chemii v lidském těle, určité barvy navozují neklid a aktivizují vyplavováním adrenalinu, jiné uklidňují. Ještě větší je symbolický význam barev v kontextu jednotlivých kultur.

Proto jedním z prvních chemických procesů a úkonů, které člověk od počátků svých dějin zná a využívá, je chemie barviv. Zprvu jde o chemii ve velmi vzdáleném významu toho slova - jde o využití látek, vyznačujících se barevností, což jsou velmi často chemické sloučeniny kovů. Tyto látky neprodělávají žádnou proměnu, nevstupují do žádné reakce a žádnou reakci neovlivňují. Lze však říci, že právě jejich nedostatek, případně omezená škála jejich barev vede člověka k tomu, že se snaží barviva jednoduššími i složitějšími cestami uměle získat, a zde jde již o chemii.

Zatímco tedy v začátcích stačila člověku křída či různé barevné okry, v krajním případě krev, již kultura starověkého Egypta je charakteristická svou barevností. Starověké kultury byly všeobecně mnohem barevnější, než je možno z dochovaných památek soudit. I řecké chrámy, dnes vnímané jako čistá krása kamenného tvaru, byly v době své slávy pomalovány tak barevně pestře, že by se to dnešnímu pozorovateli zdálo až nevkusné. O tom svědčí nástěnné malby nalezené v Pompejích, a Vitruvius ve své encyklopedii technických znalostí antiky jmenuje tato barviva: okr, rudka, zelená hlinka, auripigment, realgar, běloba olověná, rumělka, saze, uhlí, horská modř a zeleň, lazurit, pálený okr, měděnka, karmín, košenila,

indigo. I později žijící Plinius ve svém díle "Historia naturalis" jmenuje tato barviva, a podobně jako Vitruvius učí rozeznat falšované indigo a rumělku od pravých.

O tom, že proces barvení nebyl vždy pouze jednoduchým nanášením barviva, nýbrž složitým procesem, vyžadujícím dlouhodobé zkušenosti, svědčí tento Pliniův popis barvení tkanin v Egyptě. Jak Plinius líčí, bílá tkanina byla nejprve valchována, a nebyla napouštěna barvivem, nýbrž látkou, která teprve poté barvivo nasála. V této fázi tedy není žádná změna barvy patrna. Teprve tehdy, když se takto napuštěná látka ponoří do kotle s vařícím barvivem, a je za několik okamžiků obarvena. Plinius dále upozorňuje na pozoruhodnou skutečnost: ačkoliv je v barvicím kotli pouze jedno barvivo, je jím přesto možno obarvit látku na různé barvy. To záleží na tom, čím byla látka předtím napuštěna. Barvivo je to tak kvalitní, že získanou barvu nelze ani praním z látky odstranit. Oním barvivem je látka, získaná z kořene mořeny barvířské, barviva alizarin a purpurin, které dávají s různými mořidly, kterými se látka před barvením napouští, různé barvy. Jde tedy pouze o to, zda je toto napouštědlo hlinité, železité či jiné.

Dalším důležitým barvivem, které se ovšem objevuje v Evropě až v 18. století je modré indigo. Indigo bylo dováženo Holanďany z Indie, kde se vyrábělo tímto způsobem: Listy rostliny nazývané modřil neboli indigovník byly otrhány a naházeny do jámy a zality vodou. Působením bakterií žijících na listech nastalo kvašení, které bylo podporováno tím, že domorodci šlehali kvasící látku bambusovými tyčemi, aby ji okysličili. Z rostlinného pletiva se tak vylouhovala látka, která se dále enzymaticky rozštěpila na několik barvotvorných látek a cukr. Po jisté době se na dně jámy začaly usazovat namodralé chomáčky, a dále šlo již pouze o to, aby modré indigo bylo zbaveno příměsí jiných barev. To se dělo varem. K výrobě jednoho kg barviva bylo třeba 100 kg listů indigovníku. V této fázi to však ještě nebylo barvivo - takto získané indigo je ve vodě nerozpustné a nebylo možno jím barvit. K rozpustnosti dospělo indigo přidáním vápna a otrub. Vápno odebralo indigu kyslík a jeho místo zaujal vodík. Barvivo tím ovšem ztratilo i svou barvu. Takto přilnulo ke tkanině, a když bylo z lázně vytaženo, na vzduchu se opět na původní místo dostává kyslík ze vzduchu, indigo se stává indigem a tkanina zmodrala.

Velký význam v barvířství měly soli mědi, chromu, železa nebo hliníku. Nejenže rovněž napomáhaly k tomu, aby barvivo přilnulo ke tkanině, ale dodávaly látce nejružnější barevné odstíny, i když byly třeba samy nebarevné.

Praktická část chemie, věnovaná barvířství, má své velké pokračování v období chemie racionální. Průmysl barev je jednou z největších odvětví chemického průmyslu, a bez barviv se neobejde prakticky žádný výrobek z jakéhokoliv oboru lidského tvoření.

Alchymie

Alchymie představuje v dějinách chemie kapitolu, kterou nelze minout, kterou však také nelze vyčerpát. Je již otázkou, dle čeho ji hodnotit. Je její podstatou to, co chtěla, nebo to, čeho skutečně dosáhla? Jsou její leckdy bludné cesty přirozeným hledáním, nebo vědomým popíráním poznatelných zákonitostí? Přiblížila nebo oddálila svými předpoklady a závěry příchod vědecké racionální chemie? Na tyto otázky není jednoznačných odpovědí, protože alchymie v 2000 letech svého trvání prošla mnoha fázemi a podobami. Alchymii je možno soudit stejně jednostranně podle toho jejího proudu, který se vědomě podvodně věnoval "zlatodějství", jako na druhé straně podle těch, usilovali o poznání tajemství hmoty k tomu, aby přineslo praktický užitek a odlišnost jejich představ a pojmů od dnešní chemie je dána pouze nedostatečným poznáním. Tyto skutečnosti je nutno mít na mysli. Cokoliv je tedy řečeno o alchymii pravda zároveň je i není.

Původ alchymie

O původu alchymie bývá vyslovováno několik domněnek. Nejspíše bude nejbližší skutečnosti předpoklad, že vznikla v prostředí kulturního synkretismu, kde se setkávaly filosofické a gnosticko-náboženské představy s určitými rozvinutými před-chemickými postupy a technologiemi. Tím místem byl v hellénistické době Egypt. Při studiu materiálů o počátcích alchymie je nutno počítat s tím, že mnohé jsou průmětem novějších představ do dávné minulosti, což je myšlenkový postup, obvyklý u nábožensko-spekulativních systémů. Ve spise řeckého historika **Plutarcha**, pojednávajícím o egyptských božstvech Isidě a Osiridovi se píše, že **cham** nebo **chemi** znamená Egypt. Tento název, znamenající "černý", měl být pojmem, který pro tuto tajemnou zemi používali egyptští kněží. Vedle tohoto výkladu jich existuje ještě několik, takže i zde je možno pouze konstatovat, že máme co činit s pojmem neznámého původu, nejspíše však řeckého. To odpovídá tomu, že původ této tajemné nauky je řecko - egyptský. Právě řecký podíl také nakonec opravňuje velkého historika alchymie, francouzského chemika **Marcela Berthelota** k tomu, aby nazval alchymii **filosofií proměn hmoty**. Vzhledem k tomu, že z našeho hlediska není význam pojmu filosofie zcela jednoznačný, bylo by možno v souladu s Berthelotovými intencemi doplnit takto:

Alchymie je spekulativní filosofie proměn hmoty.

Toto upřesnění pomáhá lépe vyjádřit spekulativnost, tedy nikoliv racionální empiričnost, pokusem ověřovanou. Při zkoumání dějin a přínosu alchymie je nutno si rovněž uvědomit, že dnes vnímaná kurioznost alchymistických názorů nebyla ve starověku zdaleka tak vnímána. Svět byl například ve středověku chápán jako jeviště, na které mohly jakéhosi propastně velkého "zákulisí" všech možných a myslitelných "prostor" věci a látky přicházet a opět tam mizet. Tak jako se v pohádkách objeví čert uprostřed místnosti, přivolán vyřčením kouzelné formule, otočením prstenu nebo jiným úkonem, tak se mohlo objevit v křivuli zlato, a pochopitelně případně opět beze stopy zmizet. Alchymie je založena na onom starověkém a středověkém světovém názoru, podle kterého je hmota pouze druhotnou a "odvozenou" skutečností, ovladatelnou z dominantní pozice supranaturálních kvalit, jako je idea, duch, logos, atp. Tuto apriorní tezi alchymie nevynalezla, nýbrž alchymie právě z ní vyrostla. Proto ji nelze posuzovat očima racionální chemie, která také nemá právo se za tuto svou přímou či nepřímou předchůdkyni stydět. Existuje dokonce jeden alchymistický předpoklad, jehož úplné opuštění je v racionální chemii velmi neblahé. Je to předpoklad, že výsledek alchymistova díla je závislý na jeho mravní kvalitě. Pro dnešního chemika je zcela absurdní představa, že by se dění ve zkumavce řídilo podle toho, zda člověk, držící ji v ruce je nebo není spravedlivý a jde či nejde-li mu o dobro. Finálně vzato však výsledky chemických reakcí onu "mravní kvalifikaci" s sebou a na sobě nesou. Za oběti chemicky syntetizované látky **Cyklon B** (používané v plynových komorách v Osvětimi) či **Agent Orange** (defoliant, používaný Američany za války ve Vietnamu) je do jisté míry spoluzodpověden i chemik, který pozbyl smysl pro jeden z „překonaných“ alchymistických předpokladů - mravní kvalifikace své a svého díla.

Filosofická východiska alchymie

Každá solidní studie jakéhokoliv jevu nemůže obvykle začít jinde, než v zkoumání představ, jaké měly pradávno generace o světě, vesmíru, hmotě a životu. Je jedna myšlenka, která se v různých obměnách objevuje u všech starých kulturních národů. Je to představa, že všechny věci jsou složeny z několika základních elementů, kdy českým výrazem pro pojem element je nejspíše "živl". Tyto živly nejsou totiž "prvky" v našem dnešním slova smyslu. Myšlenka určitého počtu určitých živlů, ze kterých povstává všechno další je vlastní osnovou již ionské filosofie. Thales (652-548) považoval za tuto pralátku vodu, Anaximenes (585-525) vzduch, Xenofanes (570-470) zemi a Herakleitos (535-475) oheň. Empedokles (490-435) použil

všechny čtyři a nazval je **rhizómata**, tj. kořeny. K těmto kořenům dodal ještě dvě principiální síly: lásku a svár. Láska vede k sdružování, svár k rozlučování. Za všemi změnami, včetně narození a smrti, není nic jiného než ono slučování a rozlučování.

Čtyři živly odpovídají čtyřem stavům hmoty. **Země** představuje pevnost a sucho, **voda** reprezentuje tekutost, tavení a rozpouštění, **vzduch** zastupuje těkavost a plynný stav, **ohně** je výrazem jako nejjemnější fluidum výrazem světla, tepla a pohybu nejmenších částíček hmoty. Nejsou to tedy různé látky, nýbrž jakási čtyři "skupenství" prahmoty. Zde leží počátek toho obrazu hmoty, na kterém je alchymie postavena. O ostatní části celé stavby se postarali **Platon** (427 - 347) s **Aristotelem** (384 - 322).

Platon se vyjadřoval v básnických obrazech, jínatách a alegoriích. Již tato sama tajemná forma mluvy a vyjadřování byla alchymii přejata jako její vlastní. Tajné nauky alchymistů, které se na Platona odkazovaly, se ovšem výrazně lišily od jeho učení. Dle Platona odpovídají jednotlivým živlům různá geometricky pravidelná prostorová tělesa - toto učení alchymie nepřejala. Od Platona však pochází myšlenka, že živly jsou v neustálém koloběhu, a to oběma směry. Pralátka není pralátkou pouze ve smyslu nějaké starobylosti jako třeba "pravlast", nýbrž tak, že je možno z ní vytvořit vše. Pralátka je mateřským klínem všech věcí. Objevuje se pro ni i název "matka", a ten používá i Paracelsus, i Goethe ve Faustovi. V Platonovi je ovšem obsažena ještě další důležitá a přejatá domněnka. V dialogu "Timaios" se píše, že k uskutečnění proměny je potřeba ještě něčeho "třetího". Z toho je vyvozena alchymistická nauka o kameni mudrců, který je oním nezbytným předpokladem transmutace.

Aristoteles dopracoval Platonovo učení do podoby, která je již samým vlastním základem alchymie. Základ je nám již znám - vše hmotné sestává z nám známých čtyř živlů. Tyto čtyři živly jsou ovšem dle Aristotela seřazeny ve sférách, a to podle tíže. Země a voda tíhnou dolů, vzduch a oheň vzhůru. Všem je jim společná hmotná podstata, která je příčinou toho, že věci jsou hmota a nikoliv duch. Prahmota sama o sobě je beztvárá, je to jakýsi podklad bez vlastností, a teprve přistoupením **formy** (*eidos* nebo *morfé*) je jí propůjčena nějaká konkrétní látková jsoucnost.

Nejpodstatnější vlastnosti živlů lze vyjádřit dle Aristotela touto dvojicí protiv:

teplo - studeno sucho - vlhko

Tyto protivné vlastnosti vytvářejí kombinace, které jsou, vzhledem k nemožnosti současně přítomnosti protiv, čtyři:

teplo	+	sucho	=	ohně
teplo	+	vlhko	=	vzduch
vlhko	+	studené	=	voda
sucho	+	studené	=	země

Na základě této spekulace je možno pokračovat dále: proměna živlů je možná tak, že při nezměněné (pra)látce se změní forma. Ta se změní tím, že se některá ze základních vlastností nahradí svou protivou. Voda je vlhká a studená, zahřátím se její studeno změní na teplo a vznikne živel teplý a vlhký, tedy vzduch. My se domníváme, že se voda vypařila, tedy proměnila v páru. Když se do plamene svíčky vloží studený předmět, oheň se ochladí a vznikne živel suchý a studený, což je země. Potvrzení toho viděl Aristoteles v sazích, které se usadí na vloženém studeném předmětu.

Živly, smíšené v nejrůznějších poměrech, tvoří všechny věci, a díky proměnlivosti živlů se mohou proměňovat i věci. Platon předpokládal také možnost proměny, avšak pouze jako změnu uspořádání svých základních těles. Mělo to být tak, že se tělesa s více stěnami mění dle určitých poměrů v tělesa s méně stěnami a naopak. Aristoteles šel podstatně dále - měl na mysli skutečnou proměnu kvality, tedy jakosti, a tím i vznik zcela nové látky. Alchymie zde navazuje na Aristotela, jehož příslib je mnohem větší.

Krom oněch čtyř živlů, ze kterých jsou složeny všechny pozemské věci předpokládal Aristoteles ještě existenci živlu pátého (quintessence), což je pro něj jednoduchá, neproměnná, božská a nezničitelná látka, z níž jsou vytvořeny hvězdy. I toto "páté jsoucno" vstoupilo do alchymie, splynulo později významově s kamenem mudrců, oním "třetím", co je potřeba k proměně látky.

Pro formování středověkého učení je důležité ještě další Aristotelovo spekulativní tvrzení. Jsoucno se podle něj dělí na možné a skutečné, potencionální a aktuální. Jelikož nic nemůže povstat z ničeho, je jakékoliv vznikání v podstatě přechodem tze stavu možnosti do stavu skutečnosti. V kusu kamene je potencionálně socha, sochař ji svým úsilím realizuje, aktualizuje. Všechny změny vznikají pohybem, přičemž každý pohyb má svou příčinu jednak v látce, jednak ve formě. Příčinu uskutečňování nazýval Aristoteles **energia** nebo **entelecheia**. Přechod od možného ke skutečnému, puzený entelecheí, si je možno představit jako jakousi všeobecnou a všudypřítomnou tendenci "vzestupného přetváření".

Aristoteles dále pozoroval, že mnohé kovy při slévání mění barvu. Na tom založil spekulaci o možnosti nějakou barvicí tinkturou povzbudit onu entelechei, a přivodit vzestup od možného k aktuálnímu, totiž od "obecného" kovu ke kovu vzácnému. Tato spekulace se zakládala na představě, že entelecheia působí i v zemských hlubinách tak, že kovy "zrají" a šlo pak tedy pouze o to, tento proces zrání urychlit. Zde je jasně patrné, jak těsně souvisí alchymie se spekulativními, předvědeckými představami o povaze a stavbě hmoty.

Alchymie však čerpala i z pozdějších proudů antického filosofického myšlení. Ze stoicismu byla přejata představa o organizující síle, skryté v úhelném pojmu **Logos**, ten má pronikat vesmír a dávat věcem řád a smysl. Odtud také vzala alchymie častou praktiku "formulí", které měly být při "díle" odříkávány. Tím měly tento logos zpřítomňovat a chování látky v křivuli v žádoucím smyslu ovlivňovat. Na tento Logos se nabalují další pojmy s příbuzným významem - **éter, ferment, archaeus, duch života, životní síla, kámen mudrců**. Filosofické směry novopythagoreismus a novoplatonismus přispěly pojmy **semeion**, což znamená semeno, naprostý počátek. Celé to vyústilo v onu celkem jednoduchou představu: stačí se dopracovat k čisté nedotčené prvotní látce a patřičným "logem" jako heslem ji proměnit v cokoliv, i v člověka.

Jak již bylo řečeno, filosofickou výbavu dodalo alchymii Řecko, avšak ona sama se zrodila v Egyptě. Tam byl přítomen onen druhý nezbytný předpoklad, totiž technické, resp. chemické znalosti egyptských kněží. Třetí složkou, která se právě v Alexandrii s oněmi prvními dvěmi setkala byla východní, především maloasijská náboženství. Byl to tajemný kult boha Mithry, židovská kabbala, tedy číselná mystika, chaldejská astrologie a magie, a ovšem i gnosticismus a křesťanský mesianismus. To vše vytvořilo jedinečnou směs mystických a praktických prvků. Je to pozoruhodné setkání "theorie" (v tomto případě ovšem v původním významu slova - "božské zření") a praxe. K celkové atmosféře, za které se alchymie zrodila je možno přičíst ještě celkové ladění konce antiky s jeho viděními vzniku a zániku světa, velkého boje dobra se zlem a podobných olbřímích témat. Víry, spekulace, pověry, znalosti, teorie, to vše je v jednom kotli, za takřka absolutní nepřítomnosti jakékoliv kritiky. Tím se ovšem alchymie prohřešuje proti starému logickému pravidlu, velicímu vyvozovat ze skutečného možné a nikoliv z možného na skutečné. A právě na představě, že co je spekulativně možné, bude také reálně aktualizovatelné, spočívá jako na pilíři celá tato stavba.

První alchymisté a jejich spisy

Právě v Alexandrii vznikly také spisy, o které se alchymie v zásadě opírá a ze kterých vychází v celé své existenci. Kolem roku 200 ante žil v Alexandrii **Bolos Demokritos**. Patřil k novopythagorejčům, kteří žili v komunitách, podobných pozdějším mnišským řádům. Zabývali se zemědělstvím a řemesly, avšak vedle toho sepsovali pojednání o praktických věcech,

týkajících se zemědělství, kovolijectví, přípravě barviv a podobně. Psali však též mysticko-alegorické spisy o různých "tajných naukách". Později se tato společenstva rozšířila i do syrie a Palestiny, kde se jejich odnoží stala sekta Essenských, ke které patřil i Jan Křtitel. Bolos Demokritos napsal několik spisů, ze kterých je z hlediska dějin alchymie nejdůležitější spis nazvaný **Bafika**. Je to "kniha o barvení", které je pochopeno velice široce. Je zde totiž i nejstarší návod, jak napodobit drahé kovy. Tímto spisem se stal Bolos na několik století uznávanou autoritou a spis kolem roku 100 ante přepsal **Anaxialos**. Právě z tohoto spisu také čerpají autoři již zmíněných rukopisů Leydenského i Stockholmského.

Objevují se zde **tři základní alchymistické myšlenky**. Vedle již zmíněné myšlenky **prahmoty**, společné všem hmotným věcem je to myšlenka možnosti **transmutace**, proměny kovů, a dále myšlenka **filosofické rtuti**, o které dosud řeč nebyla. Představa filosofické rtuti (mercurius philosophorum) se zrodila ze starých orientálních astrologických nauk, spojujících kovy s planetami. O tomto spojení se zmiňuje i Platon. Konkrétní přiřazení určitého kovu ke každé planetě nebylo ještě dlouho definitivně ustáleno. Teprve **Stefanos** v 7. stol. předkládá tuto definitivní formu: zlato - Slunce, stříbro - Měsíc, železo - Mars, měď - Venuše, cín - Jupiter, olovo - Saturn, rtuť - Merkur. V této skupině, kde počet známých kovů odpovídá počtu astrologicky významných nebeských těles je právě rtuť prvkem "nejzajímavějším. Jak svou tekutostí, svými fyzikálními tak chemickými vlastnostmi se lišila od ostatních kovů i tekutin. Byla to tedy rtuť, která byla nejvážnější kandidátkou na ztotožnění s prahmotou. Pojem filosofická rtuť vyjadřuje přesvědčení, že skutečná pralátka je někde ve rtuti nebo jí velice blízko. Adjektivum "filosofický" znamená vždy ještě onu "quintessenci" dané látky.

Veškeré alchymistické úsilí vychází z těchto třech předpokladů a ústí do několika hypotetických možností, které ovšem alchymisté chápou jako hotovou věc:

1. Neušlechtilé kovy je možno proměňovat v ušlechtilé.
2. Existuje preparát, působící tuto proměnu.
3. Tento preparát je i univerzálním lékem, uzdravující všechny nemoci, případně dokonce zahánějící smrt.

Již v samých počátcích alchymie byly vykonány objevy, které jsou důležité nejen pro alchymii, ale které prospěly i postupnému nárůstu vědění, které posléze alchymii pohřbilo. Je to **destilační přístroj**. Destilace se stala jedním z nejdůležitějších pochodů v alchymii. Alchymisté prohnali destilačním přístrojem vše, co jim přišlo pod ruku, a přišli přitom k zajímavým poznatkům. Vykládali si je ovšem v intencích svých výchozích předpokladů. Při destilaci některých nerostů vznikaly sirné páry, které zpětně působily na kovy. Jednoduchým zobecněním několika takových zkušeností došli k závěru, že je síra obsažena za součást všech pevných látek. Vydestilovanou síru nazývali "duší", zatímco zbytek, který zůstal v destilačním přístroji pro ně představoval "mrtvé tělo". Název "caput mortuum" se dosud používá pro kysličník železitý, vzniklý vypražením železného kyzu, který je právě takovou sirnou rudou. Zvlášť na alchymisty působilo to, že sloučením síry a rtuti vzniká nápadně červená rumělka, lišící se od obou výchozích látek. Síra byla v obrazných představách alchymistů ztotožňována s ohněm a rtuť s vodou. Vznik rumělky vykládali jako "fixaci" neboli zpevnění rtuti. Na těchto prvcích je dále založena tzv. sulfomerkurová nauka.

Další vývoj alchymie

Alchymistická tradice se z Alexandrie přenesla především do arabských zemí, kde byla od 8. století spolu s lékařstvím hojně pěstována. Mnohé řecké alchymistické spisy se zachovaly pouze v arabských překladech.

Snad nejvýznamnějším dokumentem, ke kterému hledí všichni alchymisté s nevýslovnou úctou je tzv. **Smaragdová deska**. Na západě se o ní poprvé zmiňuje **Albert Veliký** ve 13. stol. Deska měla být nalezena v hrobě svého autora, **Herma Trismegista**. Ten měl být podle svých

uctívačů božského původu a je považován za zakladatele všech věd a umění. Původní text měl být prý foinický, avšak latinský překlad pochází z řečtiny. Je dobré vědět, co tento velmi vážený spis říká, svým způsobem totiž vypovídá o alchymii více než všechny výklady. Doslovný překlad zní takto:

Smaragdová deska herma Tříkrátnejvětšího, nalezená v hrobě v jeho rukou. Je to pravda beze lži, jistá a nejpravdivější. Co je dole, je jako to, co je nahoře. A co je nahoře, je jako to, co je dole, aby byl dokonán zázrak jediné věci. A tak jako všechno má původ v jednom, v důmyslu jediného, tak se všechny věci vyvinuly z této jediné věci přizpůsobením. Otcem jeho je Slunce, matkou Měsíc. Nosil jej vítr ve svém lůně. Živitelkou je Země. Tento je otec dokonalosti celého světa. Jeho síla je neporušena, bude-li obrácena k zemi. Odloučíš zemi od ohně, jemné od tuhého, lehce, s velikým důmyslem. Vystupuje od země k nebi a opět sestupuje na zem a pojímá síly bytostí hořejších i dolejších. Tak nabudeš slávy celého světa. Proto prchne od tebe veškerá nejasnost. Toto je podstatná statečnost, poněvadž překoná každou věc jemnou a pronikne každou věcí tuhou. Tak byl stvořen svět. Odtud vzejdou podivuhodná přizpůsobení, jejichž měrou je tento. Proto jsem byl nazván Hermes Tříkrátnejvětší, poněvadž mám tři částky moudrosti celého světa. Jest naplněno, co jsem řekl o účinku Slunce." Mlhavá řeč tohoto nápisu je zcela v intencích alchymistických teorií a myšlení.

Z dalších postav, které na tomto poli vynikly je nutno jmenovat především **Džábira**. Je to celkem záhadná postava, o které je známo přibližně toto: jeho otec se jmenoval Hajjan a byl původně drogista. Patřil do sektářského společenství šiitů a byl poslán do severní Persie, aby tam popudil obyvatele proti vládnoucí dynastii Omajovců. Tam se Džábir naraodil, a to pravděpodobně kolem r. 720. Jeho otec byl brzo nato zajat a popraven a džábir se dostal do mezopotámie, žil na dvoře kalifa Haruna al Rašida v Bagdadu. Zabýval se chemií, lékařstvím, fyzikou, hvězdářstvím, básnictvím a mystikou. Říká se o něm dokonce, že dával přednost laboratorní práci před spekulacemi a kladl důraz na zkušenost. Je také velmi pravděpodobné, že této autoritě jsou připisovány spisy, které vznikly později.

Džábirovi je především připisována již zmíněná **sulfuromerkurová teorie**. Neodporuje nauce o čtyřech elementech - od té je dokonce odvozena. Říká, že rtuť vznikla z vody a země, síra ze vzduchu a ohně. Rozmanité vlastnosti kovů jsou podle této teorie dány vzájemným poměrem rtuti a síry, jejich čistotou a stupněm zralosti. Ve zlatě jsou obě součásti, nejvyzrálejší, nejčistší a v dokonalé rovnováze. Soudí se, že Džábir míní tuto teorii pouze obrazně, a věděl dobře, že sloučením rtuti a síry vznikne rumělka a nikoliv kov. Měl prý na mysli hypotetické látky, kterým jsou síra a rtuť nejvíce podobny a tímto směrem se ovšem blíží k atomové teorii: říká, že v nové látce, která vznikne sloučením, se k sobě částčky síry a rtuti tak přiblíží, a přitom se ještě zmenší, že výsledná látka vypadá naprosto stejnorodě, a přesto ony částčky zůstávají sírou a rtutí. Ano, v rumělce jsou atomy rtuti a atomy síry. Džábirovi je dále připisováno mnoho prvenství, patřících již do dějin chemie. Je to například: příprava arseniku z realgaru, výroba oceli, čištění burele, vyrobil kyselinu octovou, a kyselinu dusičnou. Arabských alchymistů je celá plejáda, jejich spisy jsou dílem zachovány, dílem ztraceny.

Do Evropy se alchymie dostává prostřednictvím Arabů, a to především z Pyrenejského poloostrova. První překlady arabských alchymistických spisů do latiny byly pořízeny ve 12. stol. Druhými dveřmi, kterými přicházela alchymie do Evropy byla Byzanc. Byzantští alchymisté působili v Evropě dokonce dříve než arabští, a to do Německa snad již v 2. Pol. 10. stol. Tyto kontakty byly dány tím, že Otto II. měl za manželku byzantskou princeznu. Prvním historicky doloženým alchymistou v Německu byl pokřtěný řecký Žid **Paulus** na dvoře brémského biskupa Adalberta kolem r. 1060. Velké jméno si pak v alchymii získal německý dominikán a biskup **Albert z Bolstadtu**, zvaný obecně **Albertus Magnus**, Albert Veliký. (1193 - 1283) Tento vynikající muž měl nejen velké vědomosti theologické - byl učitelem Tomáše Akvinského, ale je i autorem několika alchymistických spisů. Měl značné

chemické vědomosti, pocházející patrně z arabských spisů, ne z vlastních pokusů. Věřil v možnost proměny kovů, upozorňoval však na to, že slitiny mědi nejsou stříbro a zlato, nýbrž právě pouze slitiny mědi barvy stříbra a zlata. Ač věřil v transmutaci, přiznává že neviděl alchymistu, který by ji dokázal uskutečnit. Věděl, že sublimací, tedy destilací starého vína vzniká spalitelná a lehce vznětlivá tekutina, čímž měl na mysli alkohol, pro který neměl jméno. Znal také střelný prach.

Roger Bacon (1214 - 1292) a **Raymundus Lullus** (1235 - 1315) bývají sice v souvislosti s evropskou alchymii zmiňováni, avšak není to jejich hlavní zájem a je dokonce možné v nich vidět jistý odklon od alchymistických věr - Roger Bacon je znám svým důrazem na experiment. Víra v transmutaci byla tehdy natolik obecnou, že ji samu o sobě nelze považovat za důkaz alchymistických aktivit.

Vývoj alchymistických názorů o podstatě kovů a poté všech látek vůbec byl ukončen v první polovině 16. stol. Tímto dovršením byla **teorie tří látek**. Trimaterialistická teorie přidala ke rtuti a síře ještě sůl, symbolizující rozpustnost a stálost v ohni. Tento doplněk zavedl **Paracelsus**. Alchymisté toto doplnění ochotně přijali, protože se sulfomerkurová nauka již jevila nedostačující.

Metody alchymistické práce a povahu omylů, které při ní nastávaly ukazuje například to, že **Basilius Valentinus**, jeden z uváděných autorů alchymistických spisů, popisuje takový případ transmutace: na železe, ponořeném do roztoku modré skalice se objevuje měď...

Pozvolný úpadek alchymie je možno pozorovat od konce 15. století. Alchymisté se nabízí panovníkům, že lacinou výrobou zlata napraví jejich finance. Důvěra v moc alchymie byla tehdy ještě velmi silná. Podvody, které se děly při ukázkových demonstracích byly různé. Buť bylo zlato ukryto ve dvojitém dnu kelímku, nebo v dutinách míchacích tyčinek, v dřevěném uhlí a podobně. Právě toto "zlatodějství" alchymii velmi zdiskreditovalo. V této době se již objevují i lidé, kteří dokázali veřejně vystoupit proti víře v transmutaci. Byl to například **Petrarca, Erasmus Rotterdamský, Leonardo da Vinci**.

Jaké místo má alchymie v kulturním vývoji lidstva? Alchymie má dvě složky, jednak materiální a praktickou, přinášející určité nepopiratelné poznání některých zákonitostí chování látek, a dále složku spekulativní a mystickou. Význam této druhé složky není jednoznačný. Byla sice založena na několika prvotních omylech, kterých se nedokázala po celou dobu své existence zbavit, na druhé straně si však vesměs uvědomovala souvislost světa spirituálního, morálního a materiálního. Alchymisté, s výjimkou vyslovených podvodníků, byli bohabojní lidé. Neměli ovšem obvykle nic společného s církvemi, které na jejich počínání hleděly s nedůvěrou. Tato nedůvěra nebyla ovšem založena na nějakém vědeckém základě, nýbrž na theologických výhradách. Alchymisté se proto v pocitu určité stavovské solidarity a společného ohrožení sdružovali, a dali tak spolu s dalšími podobnými proudy základ společnostem, jakými byli Rosenkruciáni nebo Svobodní zednáři. Říká se též, že alchymisté chtěli dělat zlato, zdraví a dobro. Byli chemiky, lékaři a ethiky. Viděli ve světě i v kosmu dva základní směry a síly, označované latinskými předponami **dis-** a **noc-**. V tom prvním je chaos, znehodnocení, entropie a smrt, v tom druhém uspořádání, zušlechtění, ektropie (opak entropie), život. Alchymistům šlo o prosazení onoho druhého, což chápali také jako směr "nahoru". Kámen mudrců měl pak být jakýmsi ektropickým preparátem s koncentrovanou životní silou.

Racionální chemie zdělala po alchymii mnoho z její praktické stránky. Nepřevzala a ani svým způsobem převzít nemohla ona etická maxima, o kterých alchymistům v jejich výšinách šlo. Do jaké míry je dnešní chemie léčivá a etická, to je otázka, na kterou není snadná odpověď...

Období iatrochemie

Řecké slovo *iatros* znamená lékař, a toto slovo zní v názvech různých oborů medicíny. Ve spojení "iatrochemie" znamená změnu tématu, změnu cíle. Nový směr vytýčil zakladatel tohoto směru slovy: "**Nikoliv jak oni praví, alchymie dělej zlato, dělej stříbro; zde je úkol: dělej arcana a obrát' je proti nemocem.**" Jak odpovídala alchymie středověkému myšlení, tak iatrochemie, zaměřená na člověka a jeho zdraví odpovídá duchu renesance, univerzit a myšlení, které není ochotno se nechávat spoutat dogmaty. Alchymie tím samozřejmě nepřestává existovat, navzdory několika „jinak myslícím“ kvete dále, a hlavně dvůr Rudolfa II. jim otevřel dveře, a přivodil jakýsi poslední rozmach této odcházející nauky. Iatrochemie však označuje začátek nového přístupu. Již v této době je možno pozorovat snahu, aby se chemie stala samostatnou vědou, a i když se to ještě nemohlo podařit, začíná se rodit předobraz této vědy. Jedním z hlavních pokroků a rozlišovacích znamení proti alchymii je **pokus**. Již Leonardo da Vinci řekl: "Pokus nikdy neklame, pouze náš úsudek se mýlí." Ze spolupráce chemie s medicinou měla prospěch jak medicína tak chemie. Prospěch chemie spočíval v tom, že se dostala z rukou většinou nevzdělaných praktiků, žijících alchymistickými dogmaty, do rukou lékařů, kteří patřili vedle duchovenstva a právníků k nejvzdělanější třídě. Příprava léků je sama o sobě mocnou pobídkou k chemické práci, a tak je iatrochemie právě onou dobou přechodu od alchymie k chemii.

Jsou obvykle rozeznávány tři směry či školy tohoto období. První je škola **Paracelsova**. Patří k ní **Van Helmont**, **De la Boë Sylvius** a **Tachenius**. Druhá skupina s poněkud jiným směrem je spojena se jmény **Libavius** a **Sala**. Třetí skupina se více než iatrochemii orientuje na chemii, využívanou v technice, a jsou to především **Biringuccio**, **Agricola**, **Palissy** a **Glauber**.

Prvním chemikem tohoto obratu je již zmíněný **Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombastus hrabě z Hohenheimu**. Jeho život je ohraničen letopočty 1493-1541. Narodil se ve Švýcarsku, procestoval velký kus světa byl i na Moravě a v Českém Krumlově léčil s nevelkým zdarem pana Jana z Lípy a jeho syna Bertholda. Jedním z jeho zásadních a dalekosáhlých činů bylo to, že zaměnil latinu za národní jazyk, (jako u nás Tomáš ze Štítného). Tím na sebe poštval tehdejší učené kruhy, k nimž se choval arogantně. Svoji neúctu k tradičnímu vědění dal najevo i tím, že při jedné přednášce veřejně spálil spisy velkých lékařských kapacit starověku Galena a Avicenny. Když byl v Basileji nazván šarlatánem, odpověděl, že tkaničky jeho bot jsou učenější než vážení mistrové a staré autority. Musel prchnout a vedl bludný smutný život až do své smrti.

Zdroji chemických látek, které mohla iatrochemie využívat, byly léčivé byliny. Na rozdíl od kořenářek však paracelsus soudil, že není třeba používat celé byliny, stačí jen jejich léčivá součást. Nemoci pokládal za chemické změny v těle a léčení mělo obnovit soulad tělesných šťáv. V téže době žil i **Georgius Agrikola** který vykonal pro hornictví co Bombastus pro medicínu. Snad nejdále směrem k racionální chemii došel italský lékař Angelus Sala. Ten již učil, že se železo, ponořené do modré skalice nemění v měď, nýbrž že se pouze vylučuje měď, v modré skalici již obsažená.

Objevují se již další postavy vědecky myslící. Klíčem k vymanění se z alchymistických představ byly, zdá se, plyny. O založení chemie plynů se zasloužil brabantský učenec **Van Helmont**, který se naštěstí pro chemii oženil s bohatou šlechticnou a mohl se oddat studiu

chemie. Panovaly zde totiž v mnohém podobné poměry jako ve vztahu astrologie a astronomie: mnozí astronomové se živili astrologií, kterou popírali. Nebýt oné bohaté šlechtičny, sotva by se chemickým zkoumáním uživil. Van Helmont prozkoumal **kysličník uhličitý, který nazval „gaz sylvestre“ - lesní plyn. Zavedl i samo slovo „gaz“ od řeckého „chaos“**. Věděl, že hořením vzduchu ubývá a stal se tím předchůdcem Lavoisierovým.

Johann Rudolf Glauber byl prvním chemikem, který nebyl lékařem. Chemie se v té době pomalu odděluje od medicíny. Glauber byl novověkým Paracelsem. vyráběl kyselinu dusičnou z ledku a kyseliny sírové, solnou z kyseliny sírové a kuchyňské soli. Síran sodný, vznikající při těchto reakcích se dodnes jmenuje Glauberova sůl. Objašňoval reakce chloridů s kyselinou sírovou na základě podvojně záměny. Pomohl objasnit rozdíl mezi chemickou syntézou a analýzou. Sepsal spis o chemických kamnech a nastínil hospodářský význam chemie.

Ve 2. polovině 17. století se již začíná v rozhodující míře prosazovat mínění, že posláním chemie není „zlatodějství“ nebo výroba elixírů mladosti, nýbrž poznávání přírody. Tento nový směr se snažil zahájit **Robert Boyle**. Novost jeho přístupu je patrna na otázce definice prvků. Boyle tvrdí, že prvky nejsou ve smyslu Aristotelova učení jakési kvality, nýbrž skutečné hmoty, které mohou vstupovat do sloučenin a opět je možno je z nich odlučovat. Vzhledem k tomu, že dosud celá struktura jeho myšlení byla spíše alchymistická, nemohl dojít a nedošel daleko. Přece však jedno bylo zaseto – jsou-li kovy stálé esence, pak je těžko doufat v možnost jejich proměny v kov jiný, tedy v transmutaci. Chemické spisy této doby jsou plny tápání i z toho důvodu, že není jednotného názvosloví, a není tedy vždy zcela jasno, o jaké látce a jakém procesu je řeč.

I iatrochemie sama dospěla k svému soumraku. Pomohla si k němu tím, že svým lékům bezmezně věřila a léky to byly někdy dosti drastické. Přesto však inventura chemických znalostí, které byly v tomto období dosaženy, není zanedbatelná. Nová léčiva, krom výtažků z bylin, byly většinou soli kovů, jejichž znalost tím neobyčejně vzrostla. O nové způsoby přípravy těchto solí se zasloužil zejména Glauber. Ten také zdokonalil výrobu minerálních kyselin. Paracelsus, Van Helmont a Tachenius se zasloužili o první soubor analytických vědomostí. Van Helmont dal základy chemii plynů. Pojmy kyselina, zásada a sůl dostaly svůj přesný význam. V metalurgickém průběhství se podařilo Agrikolovi a Libaviovi ukázat cestu, jak přibližně stanovit obsah kovů v rudách. Obecně se rozšířila známost zinku a vizmutu. Palissy vynálezem emailování pozvedl keramiku. Značného pokroku bylo dosaženo ve sklářství, v Itálii byla vyráběna vysoce světlolomná skla, ze kterých byla i pověstná benátská zrcadla. Začalo se užívat barvení skla na modro kobaltovými rudami, v barvířství se uplatnila nová barviva z barevných dřev, dovážených z Ameriky. Jako zcela nový obor se rozmáhá vinopalnictví a alkohol, původně lék, stává se vyhledávanou potravinou.

Flogistonová teorie

Když se chemie ve spojení s medicinou dostala na vyšší úroveň, došlo k určitému rozchodu těchto dvou oborů. Medicina již pokročila natolik, že mohla opustit poněkud jednostranné iatrochemické teorie a postupy, chemie s zkonsolidovala natolik, že se mohla postavit na vlastní nohy a nebylo jí zapotřebí žít pod křídly nějaké jiné vědy. Bodem obratu je již zmíněný Angličan **R. Boyle**. Tato doba se nazývá také **dobou kvantitativního bádání**. Až doposud zajímaly chemii spíše kvalitativní změny, obvykle smysly snadno pozorovatelné. Rumělka se velmi výrazně smyslově liší od síry i rtuti, a právě tyto odlišnosti poutaly dosud takřka veškerou pozornost. Boyle sám říká, že úkolem chemie je zjišťovat pravé složení látek, a mimo jiné také stanoví důležité pravidlo, že teorie nemají být budovány dříve, než je jev důkladně prozkoumán. Tato doba, nazvaná podle svého výrazného (a scestného) pojmu **"flogistonová"** tedy začíná velice seriózně, důrazem na pokus a vědeckou solidnost. Boyle

vystoupil se svými názory již roku 1661, zatímco flogistonová teorie o podstatě hoření vznikla až v posledních letech 17. století. Představuje -li Boyle takřka moderního chemika, je ona doba po něm následující jakoby návratem zpět. Tak to však chodí i ve vědě. Proberme však všechny důležité aktéry této kapitoly postupně. Protože se v této kapitole bude velmi často vyskytovat pojem **kalcinace**, nebude na škodu vyjasnit, co to znamená. Slovo pochází od latinského **calx**, což znamená "vápno". Jako calx byl tehdy označován každý kysličník kovu, a odtud pochází název "kalcinace", znamenající právě spalování kovů.

Boylovým předchůdcem byl především francouzský lékař **Jean Rey** (1583 - 1645). Tento badatel věděl o tom, že kalcinací přibývá kov na váze. Domníval se, že je to tím, že se vzduch zhušťuje na popeli kovu. Věděl totiž také o tom, že vzduch má váhu - to zjistil vážením nádoby se stlačeným vzduchem a srovnáním s hmotností nádoby se vzduchem vyčerpaným. Všimnul si i toho, že přibývání popela na váze má svou mez. To přičítal tomu, že příroda jakoby "ví, kdy má dost".

Robert Boyle sám se o chemii zasloužil v několika směrech. Jak již bylo řečeno, vytkl jí nový cíl, nově definoval pojem "prvek", a také jasně vytkl rozdíl mezi sloučeninou a směsí. V návaznosti na starší filosofické názory vyslovil první náznaky atomové teorie - látky se dle něj skládají z drobných částíček, které se přitahují a tvoří sloučeniny. Předpokládal ovšem, že ony částíčky jsou složeny z jedné prahmoty a jejich odlišnost je dána pouze jejich velikostí a tvarem. Snažil se své názory podepřít pokusy, důkladně zkoumal látky, kterými se zabýval, a patrně od něj pochází základní pojem - **analýza**. Zabýval se též kalcinací kovů, a i on pozoroval, že kov spálením přibude na váze. To si vysvětloval tím, že kov pohlcuje teplo, kterému přičítal váhu. Boyle si ovšem povšimnul i toho, že svíčka v uzavřeném prostoru bez přístupu vzduchu brzo zhasne. Z toho vyvodil správný závěr, že hoření umožňuje nějaká látka, obsažená ve vzduchu.

Kalcinace kovů zaměstnávala v té době ještě další, věnoval se jí například **Robert Hooke** (1635 - 1703) a **John Mayow** (1643 - 1679). Dospěli celkem k tomu, že k hoření je třeba jakási látka, která je ve vzduchu, avšak kterou může nahradit i ledek. Jasně bylo také vysloveno to, že kalcinace je vlastně hoření. Mnoho z těchto myšlenek muselo na čas zapadnout, aby je znovu vzkřísil a dovršil **Lavoisier**.

Na rozdíl od jmenovaných se ostatní Boyleovi vrstevníci domnívali, že hoření je způsobeno a umožněno jakousi "olejovitou" součástí hořlavých hmot. Je zde možno slyšet doznívat "elementární" teorii a tedy něco z alchymistické dílny. Byl to ovšem rozšířený názor. V této době se ovšem odehrávají pozoruhodné objevy, ke kterým se nedospívá cíleným hledáním, nýbrž spíše tápáním. Tak například roku 1669 objevil hamburský alchymista **Hennig Brand** při destilaci odparku lidské moči náhodou fosfor. Podobně byl objeven i evropský porcelán, v Číně vyráběný již dávno předtím. Vynálezcem porcelánu je **Ehrenfried Walther Tschirnhaus** (1651 - 1708), kterému se podařilo soustavou zrcadel, soustředujících sluneční světlo dosáhnout takové teploty, že roztavil některé nerosty, mezi nimi i bílou hlinku. Tento vynález si ovšem neprávem přisvojil jeho pomocník **Böttger**, který pouze zlepšil složení směsi, k výrobě porcelánu používané. Všem alchymii dosud poplatným názorům na hoření kovů dali známou podobu němečtí badatelé.

Johann Joachim Becher (1635 - 1682) byl profesorem lékařství na univerzitě v Mohuči. Jeho praktické ani teoretické práce nejsou příliš ceněny, známým se stal tím, že vyslovil jasnou, srozumitelnou a jednoduchou teorii kalcinace, která se zdála být (formulována Stahlem) dokonale pravdě podobná. Podle Bechera se všechny látky skládají ze tří zemin, odpovídajících doplněné Paracelsově trojici: je to **terra mercurialis**, představující princip prchavosti, **terra lapidea seu vitrescibilis**, což je princip tavitelnosti, a posléze to zde nejdůležitější - **terra pinquis seu inflammabilis**, princip hořlavosti. Každá hořlavá látka tedy dle Bechera obsahuje "tučnou zeminu", která při hoření uniká do vzduchu. Popel je již pouze

směs zeminy rtuťovité a kamenné. Becherovy spisy jsou psány velmi nejasně, a proto musel přijít ještě někdo, kdo jeho myšlenky vyjádří srozumitelně.

Georg Ernst Stahl (1660 - 1734) byl Becherovým žákem, přičemž byl i dobrým lékařem se zájmem o chemii. Působil jako profesor medicíny v Halle, odkud byl povolán do Berlína, aby se stal královým tělesným lékařem. V mládí se dokonce nějaký čas věnoval alchymii, její klamnost však prohlédl a každého před ní varoval. Soudil také, že chemické děje v živočišném nebo rostlinném těle jsou složitější, než se domnívali iatrochemikové, a proto usiloval o to, aby medicína a chemie byly pěstovány odděleně. Roku 1702 vydal Stahl znovu Becherův spis "Physica subterranea", ke kterému připojil svůj dodatek "Specimen Becherianum". Právě tam je dovršena a obsírně vyložena flogistonová teorie, kterou ovšem vždy prohlašuje za myšlenku Becherovu. "Becheriana tantum referro", říkal. Předznačena je ovšem již ve spise "Zymotechnia fundamentalis" z roku 1697 a krátce ještě shrnuta ve spise "De sulphure" z roku 1718. Celá teorie zní takto: všechny hořlavé látky obsahují prchavou složku, kterou Stahl nazval **flogistonem**. Flogiston ovšem není oheň sám, nýbrž pouze jeho podklad. Je to cosi neviditelného a jemného, je to schopno pronikat všemi hmotami a je to ve stálém rychlém vířivém pohybu. Kalcinace pak podle Stahla spočívá v tom, že flogiston uniká do vzduchu. Některé kovy mají však flogiston tak pevně vázaný, že ho nelze vypudit, ty jsou nespalitelné. Čím je látka hořlavější, tím je flogistonem bohatší. Uhlí a saze jsou pak skoro čistý flogiston. Aby se opět vrátila původní látka zpět, je třeba zplodiny spálení znovu obohatit flogistonem, což se děje jejich žiháním s "takřka čistým flogistonem" v dřevěném uhlí. Redukci tedy považuje za jakousi "reflogistonizaci".

Předností této teorie bylo to, že několik jevů bylo vysvětleno z jednoho hlediska. Svůdná pravdě - podobnost této teorie se zdála být podporována i výsledky **Cavendishových** prací o vodíku, a dokonce i **Pristley** a **Scheele**, kteří vlastně svými výzkumy nevědomky podkopávali flogistonovou teorii, zůstali až do smrti přesvědčeni o její správnosti.

Flogistonová teorie se pochopitelně již v době své slávy setkávala s námitkami. Největší byl již dříve zpozorovaný fakt, že kalcinací kov na váze získá. To bylo odbyto poměrně jednoduchým doplněním celé teorie, dle kterého má flogiston "zápornou váhu", takže pokud je v tělese, nadlehčuje ho. Po uniknutí a tedy po proběhnutí kalcinace spočinou teprve zbylé "země" celou vahou na misce vah. Objevil se i všetečný dotaz, proč se někdo nepokusil unikající flogiston zachytit, aby mohl být nějak doložen a prozkoumán. Na to odpověděl Stahl, že flogiston se okamžitě rozptýluje nebo se někam stěhuje, takže ho v žádném případě a žádným způsobem zachytit nelze.

I v době flogistonové působila celá řada chemiků, kteří, přestože flogistonovou teorii přijímali, dokázali chemické vědění posunout podstatně dále alespoň o některých musí být učiněna zmínka.

Henry Cavendish (1731 - 1810) byl podivínský samotář, který celý život strávil u svých pokusů. Vzkazy podstrkoval pod dveřmi a stejným způsobem si nechal i odpovídat. Velmi nerad publikoval, takže teprve po jeho smrti se přišlo na to, kolik by býval byl měl vědeckých prvenství. Byl velmi bohatý, a proto nepotřeboval ani slávu, ani honoráře. Roku 1766 přesto uveřejnil pojednání o přípravě "zápalného vzduchu", kterým byl vodík. Podle jeho pozorování se vyvíjel působením zředěné sírové nebo solné kyseliny na zinek, železo nebo cín. Cavendish určil přibližně jeho hustotu rovněž ho označil za čistý flogiston, uvolňovaný z kovu účinkem kyseliny. V tomto postupu byl také spatřován důkaz platnosti flogistonové teorie - po odpaření roztoku zinku v kyselině zbyla bílá sůl, která byla stejná jako při rozpuštění zinkového "popela" v dotyčné kyselině.

Joseph Priestley (1733 - 1804) byl muž mnoha povolání a vedl velmi neklidný život. Chemií se zabýval pouze mimochodem, jelikož jinak byl ještě theolog, učitel řeči a filosof.. Tento muž obdržel v létě 1774 pěknou čočku, spojku, a začal s ní experimentovat. Zkoumal chování různých látek ve skleněném válci, uzavřeném nad hladinou rtuti, když na ně působil

soustředěnými slunečními paprsky. Mimo jiné také na tuto zkušební stolicí posadil červený "popel rtuťový". Z hlediska flogistonové teorie nemohlo toto "vyhořelé palivo" poskytnout vůbec žádné překvapení. Poskytlo. Uvolňoval se plyn, nerozpustný ve vodě, který způsoboval že svíčka hořela velmi jasným plamenem a myš v něm žila dvakrát tak dlouho než ve stejném objemu vzduchu. Byl to kyslík. Sám Priestley tím byl překvapen, ovšem pokoušel se to též uvést do souladu s flogistonovou teorií. Po delším přemýšlení se mu podařilo nemožné a dokázal to. Usoudil, že vzduch je schopen z tělesa přijmout pouze určité množství flogistonu a pak proces hoření ustane. Běžný vzduch je plný flogistonu z dýchání a hoření, a proto je jeho jímavá kapacita omezená. To co mu při pokusu vzniklo byl vzduch, dokonale deflogistonovaný, schopný tedy přijímat flogiston, a tím jevově podporovat hoření. Krkolomné, avšak logické. Tento pokus vykonal Priestley 1. srpna 1784, a na podzim téhož roku navštívil v Paříži Lavoisiera, jemuž pověděl o svém objevu. Priestley ve svých pokusech pokračoval a roku 1781 zjistil další zajímavou skutečnost: směs vzduchu obyčejného a "deflogistonovaného" (což byl, jak víme, kyslík) zapálena jiskrou v suché nádobě způsobí orosení stěn vodou. Tak se ukázalo, že voda není látka jednoduchá, nýbrž složená, a to složená z obyčejného flogistonem zněčištěného a deflogistonovaného. Stručněji řečeno z flogistonu a deflogistonovaného vzduchu. Z dalších jeho objevů je možno zmínit objevení dusíku, který nazval v rámci flogistonem zdeformovaných představ "plynem flogistonovaným" - nic v něm totiž nehořelo, takže z toho bylo vyvozeno, že je flogistonem zcela nasycen. Pomocí elektrických jisker došel až ke kyselině dusičné, dále získal amoniak, experimentoval s kysličníkem siřičitým a chlorovodíkem.

Chemie byly pěstovány i ve Švédsku, kde z mnoha chemiků budiž připomenut **Carl Wilhelm Scheele** (1742 - 1786). Byl lékárníkem, a v chemii byl samoukem. Nezabýval se příliš teoriemi, ale byl vynikajícím experimentátorem. I on byl stoupencem flogistonové teorie, což mu znemožnilo výsledky svých pokusů lépe zhodnotit. Objevil toho tolik, že nelze podat ani úplný výčet, a to vše ve velmi primitivních podmínkách své malé lékárny. Při pokusech s burelem (oxidem manganičitým) objevil kyslík, chlor, mangan a baryt. Kyslík dokonce objevil o tři roky dříve než Priestley a nazýval ho "ohňovým vzduchem". Věděl, že kyslík lze odstranit ze vzduchu spálením svíčky, fosforu nebo čehokoliv v uzavřeném prostoru, po čemž zbude "zkažený vzduch" - dusík. Souvislost mezi kyslíkem a popelem kovů však nerozpoznal. Chlor pokládal za deflogistonovanou kyselinu solnou, připravil kyselinu arseničnou, fluorovodík, fluorokřemík, kyselinu wolframovou a molybdenovou. Byl asi také první, kdo zjistil přítomnost fosforu v kostech. Scheele se zabýval i organickou chemií, která byla tehdy ještě zcela v plenkách. Pro své objevy organických kyselin, kyanovodíku, glycerinu a acetaldehydu bývá považován za zakladatele tohoto oboru.

Jak je vidět, obě hlavní teorie, vyrostlé v tomto období, totiž Boylova a flogistonová, byly vzájemně neslučitelné. Boylova, vědecky jediná z nich perspektivní, však nedošla ohlasu. Doba nebyla ještě na ni zralá a byla proto upřednostněna teorie Becherova a Stahlova, která byla přístupnější a poskytovala určité jednotící hledisko. Flogistonová teorie má svoji vzdálenou obdobu v pokusech o vysvětlení pohybu planet z hlediska geocentrického názoru pomocí tzv. epicyklů. Oboje je zajímavým příkladem souvislosti filosofických a psychologických aspektů rodících se věd - než prosadit revolučně nový názor je snazší nalézt řešení, udržující onen starý.

Počátky rozvoje racionální chemie

Periodizace dějin chemie je ještě těžší než u jakéhokoliv jiného oboru. Jisté rysy racionální chemie je jistě možno nalézt i ve starověku, alchymisty bychom mohli nalézt dodnes. Opodstatnitelným mezníkem však může být vyslovení zákonů a zákonitostí onoho tak banálního procesu, jakým je hoření. Odhalení tohoto tajemství v sobě v podstatě skrývá

všechno další, k čemu chemie dále dospěla a doširoka otevírá dveře nejen k dalším objevům, ale i k tomu, aby se teorie setkala s praxí na novém, vyšším základě. Za zakladatele této nové epochy bývá právem i neprávem považován Lavoisier, právem proto, že mnohé první vyslovil, neprávem proto, protože bez přispění jiných, jejichž výsledky si dokázal přivlastnit by svou metodou k svým objevům nejspíše nedošel. Lavoisierovými předchůdci byli všichni jmenovají objevitelé kyslíku, dále **Rey, Hooke, Mayow, Bayen**. K pravdivému poznání se přiblížil i **Leonardo da Vinci**, který poznal, že hoření i dýchání je možné jen ve vzduchu. Zvláštní připomenutí si zaslouží i ruský učenec **Michail Vasiljevič Lomonosov** (1711 - 1765). Byl to člověk se širokým záběrem, zabýval se vedle chemie a fyziky i filologií a historií, a mimo to psal básně. Jeho spisy z let 1741 - 1756 jsou psány latinsky i rusky a vesměs upadly v zapomenutí. Již ve své dizertaci vyslovil základní rysy atomové teorie, proti představě hmotné povahy tepla postavil představu tepla jako pohybu elementárních částic. Učil že pružnost vzduchu je způsobena vzájemnými nárazy jeho částíček a stlačitelnost že je dána tím, že mezi jeho elementárními částicemi je volný prostor. Lomonosov proti Boyleovi tvrdí, že přírůstek váhy při kalcinaci kovu pochází z částíček vzduchu, nikoliv z tepla. V dopise Eulerovi píše, že přibude-li v přírodě na některém místě něco, nutně to na jiném místě ubude. Užíval hojně váhy, protože kladl důraz na kvantitativní vztahy, a i to ho přivedlo k formulování jisté podoby zákona o zachování hmoty. Lomonosov vykonal i mnoho objevů fyzikálních, a vytýčil i perspektivní obor fyzikální chemie. Byl to tedy neobyčejný vědec, avšak jeho odloučenost os ostatního vědeckého světa způsobila, že většina jeho zásluh připadla jiným, zejména Lavoisierovi.

Antoine Laurent Lavoisier - (1743 - 1794) syn advokáta s výborným přírodovědným vzděláním, ve 21 letech dostal cenu za nejlepší pojednání jak osvětlovat ulice, ale vzdal se jí ve prospěch svých konkurentů, ve 23 letech se stal členem Akademie. Získal si finanční nezávislost skrze úřad generálního nájemce daní, stal se ředitelem správy státních ledekáren a pracháren, jeho spis "O bohatství Francie" byl tištěn na státní útraty.

Jeho velká přednost spočívá v tom, že zavedl do chemie přesné vážení, což mu umožnilo stanovit zákon o zachování hmoty, první poučil svět o složení vzduchu a vybudoval správnou teorii hoření, a nadobro vyvrátil teorii flogistonovou. Zasloužilo se o to i jeho dokonalé teoretické myšlení, schopné využít všech objevů flogistoniků. Postup jeho nejvýznamnějšího objevu je nenezajímavý. V září 1772 předložil **Pierre Francois Mitouard** (1733 - 1786) Akademii pojednání o hoření fosforu. To bylo dáno k posouzení Lavoisierovi a Macquereovi. Lavoisier reagoval spisem, který odevzdal asi za měsíc nato tajemníkovi Akademie. Pojednání je psáno nakvap, a je patrné, že Lavoisier ještě sdílí flogistonické názory a že jeho vědomosti o hoření jsou velmi mezerovité. Avšak již 1. listopadu předložil dlaší pojednání, ve kterém píše, že před 8 dny objevil, že síra hořením značně přibývá na váze, a podobně i fosfor, a přírůstek že pochází ze vzduchu. Usoudil, že se to děje při hoření všech látek. Při redukci oxidu olovnatého v uzavřeném prostoru se naopak v okamžiku jeho proměny v olovo uvolnilo tisícinásobné objemové množství vzduchu. Je zřejmé, že Lavoisier byl do značné míry na svůj objev přiveden myšlenkami Mitouardovými, který o tomto přírůstku ve své práci napsal. V této fázi se stále ještě nestaví otevřeně proti flogistonové nauce. Podstatu hoření plně nechápal ještě ani v roce 1774, kdy opakoval Bozlovy pokusy se spalováním látek v uzavřených prostorách. Zde však proti Boyleovi dokázal, že výsledná váha nádoby je stejná jako před pokusem, a proto že není pravdou, že by teplo přidávalo látkám na váze. Právě to však bylo jedním z flogistonických vysvětlení onoho záhadného přírůstku po úniku flogistonu. Když se tedy Lavoisier zbavil tohoto předsudku, otevřela se mu teprve cesta ke správnému pochopení tohoto chemického děje. Lavoisier si také všiml, že po otevření nádoby vnikne vzduch prudce dovnitř, a nádoba pak váží více, a to přesně o tolik, o co je těžší popel než výchozí kov. Mezi tím se objevují zprávy o dalších pokusech jiných chemiků, Priestley ho informuje o "deflogistonovaném vzduchu", v tisku se objevují anonymní útoky na

flogistonovou teorii. Lavoisier koná další pokusy, a teprve v roce 1777 se mu celá otázka vyjasnila a proti flogistonové teorii sám osobně vystoupil. V dalších letech zveřejnil řadu prací, v nichž předložil svou teorii hoření. Popely kovů jsou sloučeninami "dýchatelného vzduchu" s kovy a mají zásaditou povahu, kdežto sloučeniny s jinými látkami mají povahu kyselou. Proto pojmenoval tento plyn "**oxygen**", což znamená "kyselinotvorný". Roku 1783 vydal Lavoisier spis "Úvahy o flogistonu". Několik slov z něj ukáže dobře jak podobu flogistonové nauky, tak Lavoisierova objevu, který nebyl rozhodně uskutečněn "ze dne na den". *"Je čas přivést chemii k přísnějšímu způsobu uvažování, a zbavit fakta, jimiž se tato věda každodenně obohacuje toho, co k nim přidává mudrování a předsudky; je třeba rozeznávat to, co je faktem a pozorováním, od toho, co pochází z určitého výchozího systému nebo z hypotézy. Je také třeba vyznačit hranici, ke které chemické znalosti dospěly. Aby naši následovníci mohli z tohoto bodu vyjít a bezpečně ve vědě pokračovat... Chemikové udělali z flogistonu mlhavý princip, který vůbec není přesně definován a který se proto může použít ke všem výkladům, kem jej jen kdo chce uplatnit, hned je to princip těžký, hned zase není; hned je to volný prvek, hned zase prvek sloučený s prvkem zemitým, hned prochází průlinkami nádob, hned jsou zas pro něj neprostupné; je podstatou a příčinou žíravosti i nežíravosti, průhlednosti i neprůhlednosti, barevnosti i bezbarvosti. Je to pravý Proteus, měnící se každým okamžikem.*

Roku 1787 vydal spolu s **Guytonem de Morveau**, **Bertholetem** a **Fourcroyem** spis, ve kterém je podáno nejen nové racionální chemické názvosloví, nýbrž také celá nová ucelená soustava chemie, podaná v duchu nové teorie hoření. Lavoisierův spis "**Traité élémentaire de chimie**" je první soustavnou učebnicí nové chemie. Zde přijímá Boylovu definici prvku, rozlišuje prvky a sloučeniny, a je zde i přesná formulace zákona o zachování hmoty: "**při každém dění je stejné množství látky před ním i po něm.**" I když je z hlediska dnešních vědomostí v Lavoisierově soustavě mnoho nepřesného, znamenala velký pokrok, protože zaváděla jistý pořádek místo zmatku svévolně definovaných látek a triviálních názvů. Lavoisierova učebnice se rychle šířila a získávala si stoupence svou exaktností, jen Priestley a Cavendish zůstali nadosmrti věrni flogistonu ...

Sláva a bohatství však přinesly Lavoisierovi i záhubu. Kritikem byl dosti krutým a velmi nelaskavě zkritizoval spis jistého Marata, jednoho z velikánů Francouzské revoluce, nazvaný "Fyzikální výzkumy o ohni". Kritizovat jakákoliv díla vůdců revolucí je velmi neopatrné, Marat ho zato obvinil, že míchá do šňupavého tabáku vodu a přiřkl mu i jiné nenáležitosti, za které prosadil trest smrti. Sťat 8. května 1794. O Lavoisierově povaze se píše, že si přivlastňoval zásluhy jiných, a že jeho charakter nedosahoval výše jeho vědomostí. O mrtvých, a to i chemikách, však nic než dobré.

Znovuzrození atomové teorie

Otázka vlastní stavby hmoty má tak dlouhou historii, že ani antičtí atomisté **Demokritos** s **Leukippem** nepředstavují úplný začátek. Není to pouhá otázka spekulativní zvědavosti. Jde totiž o to, jak vznikají z jednoduchých látek látky složité, jak vznikají z prvků sloučeniny. Tato otázka zajímala mnoho chemiků, každý k ní přistupoval z jiné strany a s jiným výsledkem. Z mnoha opět sluší jmenovat německého chemika **Jeremiase Benjamina Richtera** (1762 - 1807). Ten vyšel z celkem zvláštního problému: jaké množství které kyseliny je možno neutralizovat jakým množstvím které zásady. Mnohými pokusy dospěl k tomu, že určité množství určité kyseliny lze neutralizovat určitým množstvím určité zásady, přičemž pro každou zásadu je toto množství jiné. Napsal o tom roku 1792 spis, ve kterém předložil tabulku, kde uvedl množství zásad, potřebných k neutralizaci 1000 dílů dané kyseliny, a naopak, množství jednotlivých kyselin, potřebných k neutralizaci 1000 dílů dané zásady. Tím položil základ jednomu důležitému odvětví chemie, které se nazývá

stoechiometrie. Je to věda o číselných poměrech látek ve sloučeninách. Zkoumal i určitost kvant různých prvků v dalších chemických reakcích.

O tom, že vědecký spor může být někdy velice plodný, podává důkaz spor dvou francouzských chemiků, který hledání v této otázce znamenitě posunul. Jde o spor, který spolu vedli **Claude Louis Berthollet** (1748 - 1822) a **Joseph Louis Proust** (1754 - 1826). **Berthollet** působil v Paříži jako profesor a a pro své zásluhy o školství požíval velkou úctu. Byl původně flogistonikem, ale uznal posléze nauku Lavoisierovu a zasloužil se o její rozšíření. Vycházel z toho názoru, že chemická affinita, působící slučování prvků, je podobnou silou jako přitažlivost, a proto soudil, působení affinity bude rovněž závislé ne velikosti hmoty slučujících se látek. Chemický účinek látky byl podle něj dán součinem affinity a hmoty, tedy čím víc nějaké látky do reakce vstupuje, tím víc se jí tam uplatní. To pochopitelně také znamenalo, že tatáž sloučenina se bude svým složením podle toho od jiné moci kvantitativně lišit. Předpokládal ovšem, že tyto slučovací poměry kolísají v určitých mezích. Tyto názory písemně skvěle hájil a dokazoval rozbořem některých kysličníků a sirníků.

Proust vystoupil proti tomuto názoru, opřen o přesnější analýzy. Dokázal, že Berthollet nepoužíval k pokusům čisté látky, a proto i jeho výsledky byly statisticky "rozostřené". Tvrdil, že prvky se slučují vždy ve stálých, neproměnných poměrech. To dokazoval a dokázal na kysličních cínů a železa. Oba tyto kovy jsou schopny se sloučit s kyslíkem v podobě dvou různých kysličníků, a Proust dokázal, že množství kyslíku se v nich mění skokem a nikoliv plynule. Tento spor trval 8 let, Berthollet ustupoval, až posléze spor skončil úplným vítězstvím Proustovým. Jsou prý ovšem i takové proměnlivé sloučeniny, chovající se podle Bertholleta, zvané *bertholidy*.

Zatímco na evropské pevnině zuřil spor o stálé slučovací poměry, v Anglii pracoval stranou tohoto ruchu **John Dalton** (1766-1844). Byl to hoch z chudé rodiny, který byl záhy odkázán sám na sebe. Stal se učitelem, a soustavným studiem se vypracoval až na profesora matematiky a přírodních věd na koleji v Manchesteru. Je znám tím, že sám na sobě objevil a popsal barvoslepost - daltonismus. Roku 1801 začal Dalton experimentovat s plyny, a zkoumal jejich rozpustnost, mísení a další vlastnosti. Aby si modelově vysvětlil chování plynů, předpokládal, že jsou složeny z konečného počtu drobných částec, u každého jednotlivého plynu stejných a vzájemně nezávislých. V srpnu 1803 objevil, že 100 dílů vzduchu reaguje jednou s 36 částmi kysličníku dusnatého a podruhé se 72 částmi. Tak byl přiveden na myšlenku zákona množných poměrů. Ten říká, že tvoří - li spolu prvky více sloučenin, jsou množství jednoho z nich v těchto sloučeninách (vztahena na stejné množství druhého) navzájem v poměru celých malých čísel. Potvrdil to i rozbor kysličníku uhelnatého a uhličitého i methanu a ethylenu. Přirozené vysvětlení tohoto jevu je v atomické nauce - v jedné sloučenině se slučuje jeden atom s jedním, ve druhé jeden s dvěma atomy. To všechno si Dalton ujasnil během let 1803 - 1804. Dle Daltonova deníku zde ovšem nenásledovala teorie po pokusech, nýbrž naopak - dříve se mu zrodila v mysli představa oné možné zákonitosti, a ta se mu pokusy potvrdila. Je to pěkný příklad tohoto možného postupu, který ovšem může být ve vědě nebezpečný pro možnou snahu výsledek do podoby předem hotové hypotézy "napasovat". To ovšem u Daltona nebylo, a nebylo to ani třeba. Dospěl-li již takto daleko, není divu, že se pokusil zavedení značek pro prvky a sloučeniny.

John Dalton se stal svými objevy slavným, byl jmenován čestným doktorem a členem několika vědeckých společností, nezpychl a zachoval si svůj prostý způsob života. To souviselo i s tím, že byl členem členem náboženské společnosti kvakerů. S tím souvisela jedna potíž, která se naštěstí dobře vyřešila. Když měl být vyznamenán králem, měl před něj podle protokolu předstoupit s mečem,. John Dalton však jako kvaker nesměl mít zbraň.

Premýšleli tedy, až přišli na to, že jako doktor práv by meč mít nemusel. Nastala však jiná potíž. Doktoři práv nosili jasně purpurový plášť, zatímco kvakeři se smí oblékat pouze do nenápadných šatů nenápadných barev. Když se s tím Daltonovi svěřili, řekl jim, ať mu ten plášť ukáží. Ukázali. John Dalton je zcela uklidnil: "Ten plášť je přece šedivý". Byl barvoslepý. John Dalton.

Průmyslová chemie

Převrat, způsobený Whitneyovou vyzrňovačkou v pěstování bavlny zvětšil produkci bavlny. Tu bylo ovšem třeba barvit, ale předtím bělit. Bílilo se na slunci, na louce. K umělému bílení se kyselina sírová a soda, chlor navrhl Berthollet až 1785 – ale obou látek byl nedostatek. Hlavně nestačila soda, která se používala při výrobě mýdla a skla. Hlavním dodavatelem sody bylo španělské pobřeží, zejména kraj kolem Alicante – tam se pěstovaly mořské rostliny, obsahující sodu, popel se vyluhoval a louh se nechal odpařit, až se vytvořily asi 50 kg hroudy sody. Největším spotřebitelem byly francouzské sklárny, mydlárny a bělírny. Od poloviny 18. stol. již dodávky sody nedostačoval, proto vypsala francouzská akademie 1775 cenu 12.000 livrů pro vynálezce umělé sody. Opíraje se o pokusy neúspěšných předchůdců, pustil se do toho 1789 lékař Nicolas Leblanc, a již po několika měsících mohl nabídnout vévodovi Orleanskému, bratru Ludvíka XVI. A později stoupenci revoluce, aby jeho proces využil velkovýrobně. Proces, který se začal 1790 byl následující: mořská sůl se změnila kyselinou sírovou v sůl Glauberovu, poté se stejný díl této soli smíchal se stejným dílem vápna a polovinou dílu uhlí, směs se rozmělnila železnými válci a roztavila v plamenné peci při neustálém míchání, tavenina se vyluhovala, louh se odpařil a zůstala krystalická soda. Ovšem Filip byl zatčen a 1893 popraven a Leblanc nedostal ani slíbenou odměnu. Jeho patent je oficiálně neuznán, a posléze končí 1806 ranou z vlastní pistole v chudobinci u sv. Diviše v Paříži. Když se po 80 letech sbíralo na jeho pomník, upsalí nejvíce angličtí továrníci, protože tam se Leblancův způsob ujal nejvíce. V 60. letech 19. stol. ovšem odbilo i Leblancovu způsobu – Belgičan Solvay připadl 1863 na způsob nepoměrně levnější – stačila kuchyňská sůl a vápno a do počátku amoniak. Cena sody poklesla na čtvrtinu a výrobní zařízení za stamiliony bylo znehodnoceno a mohlo se zachránit jen tím, že se dosavadní vedlejší produkt chlór učinil produktem hlavním. Ovšem 1884 se podařilo i chlór připravit elektrolyticky v Griesheimu v Německu.

Dehet a barvy

Darmstatský drogist Liebig měl syna Justa. Ten našel zalíbení v pouťových chemických pokusech, dostal se do učení do apotéky, odtud pro výbuch vyhozen, posléze se dostává na univerzitu. Přednášky však byly pouze papírové. Střediskem chemie byla Paříž. Tam se vydal Liebig, a na přímluvu Humboldta byl přijat do Gay-Lussacovy laboratoře. Tam ukázal co dovede, takže byl opět na Humboldtovu přímluvu jako 21 letý ustanoven mimořádným profesorem chemie v Giessenu a za půldruhého roku se stal profesorem řádným. Prosadil laboratoř, i když musel zlomit představu univerzity jako líhně úředníků. 1825 dostal přidělenou místnost ve strážnici bývalých kasáren. Jeden Liebigův žák zavedl 1843 v Offenbachu první destilaci kamenouhelného dehtu. Ten byl považován za bezcenný odpad. První porci dehtového destilátu dostal Liebig a dal ji prozkoumat žákovi A.W.Hofmannovi. Ten oznámil vědeckému světu, 1843, že v dehtovém oleji objevil látku, zvanou anilin, praotec moderního barvířského a farmaceutického průmyslu. Hofmann byl povolán do Londýna za ředitele Královské chemické koleje. Jeden z jeho žáků, 18 letý W.H.Perkin se pokoušel

vyrobit z anilinu umělý chinin, nedařilo se, vznikla špinavá tekutina, kterou se chystal vylít, ale v poslední chvíli si všimnul, že barví krásně fialově. Zjistil, že barva je stálá zejména na hedvábí. Jako praktický angličan poslal vzorek do barvírny a po dobrozdání zažádal o patent. Zřídil dvě továrny na barvivo, které nazval **mauvein**. Ten se stal módou a všude se rojili napodobitelé – Zejména ve Francii, kde chemik verguin v Lyonu objevil 1859 fuchsin – v Německu pak Graebe a Lieberman objevili umělý alizarin. Tím nadobro zabili mořenu barvířskou, jejíž výrobou se živily tisíce lidí, i v Čechách. Ještě větší katastrofa postihla přírodní indigo, neboť indol, jeho základní látka, byla objevena 1880. Na cestě za syntetickým indigem byla Knietsem 1898 objevena levná kontaktní (za pomoci katalyzátoru) výroba kyseliny sírové. Pro držitele světového monopolu na indigo, dovážené z Indie a Persie, Anglii, to byla rána. Snažili se zvýšit výtěžek indigových rostlin, ale byl to marný boj. Indigo byla první syntetická látka, vyrobená zcela záměrně, podle vědeckého plánu, promyšlenou metodou. Indigo bylo prvním vítězstvím znamenité chemické teorie Augusta Kekulého ze Stradonic, potomka českého rodu, vystěhovavšího se do Německa.

Vše ovšem začalo již 1804, kdy manchesterský učitel John Dalton vyslovil smělou hypotézu, že se všechny látky skládají z nedělitelných atomů. Na to přišel objevem určitých periodických zákonů při slučování. Později se objevily i jiné nápadné zvláštnosti – sloučeniny, vyjádřené úplně stejnými vzorci, měly odlišné vlastnosti. Uhlovodík $C_{13}H_{28}$ je přes 800. Kekulé se ptal, co za tím vězí. Snad různé uspořádání atomů v molekule? Bylo to fantastické jako Daltonova domněnka. Cyklická stavba benzolu je východiskem nekonečné řady nových látek. Na to vše přišel August Kekulé.

August Kekulé se narodil 1829 v Darmstadtu, jeho předkové pocházeli ze Stradonic na Slánsku, odkud po bitvě na Bílé hoře emigrovali do Německa. Jako chlapec měl rád geometrii a začal studovat architekturu, jedna vyslechnutá přednáška velkého chemika Justuse Liebiga však stačila k tomu, aby celou svou životní dráhu obrátil novým směrem – k chemii. Jeho vstup do chemie se odehrál v době velkých objevů a ještě větších otazníků, které každý objev přinesl. Při Faradayově pokusu o zkapalnění svítíplynu r. 1825 se objevila zvláště vonící kapalina. Faraday zjistil, že se skládá z rovného dílu atomů uhlíku a vodíku a nazval tuto kapalinu proto „karbuovaný vodík“. Protože bylo tuto látku možno připravit z benzoové kyseliny, začalo se jí říkat benzol. Dnes je známa pod názvem benzen. Tato látka se však stala brzo postrachem chemiků. Reagovala zcela nevyzpytatelně. Experimenty vyznívaly tak, že se tato látka všem známým teoriím o chemické struktuře podobných sloučenin. Jediné jisté bylo to, co se objevilo v názvu této a jí podobných látek – aromatické. Roku 1854 zavinil benzen smrtelný úraz chemika Mansfielda. Právě v roce Mansfieldovy smrti vrcholily výzkumné práce Augusta Kekulé, a jejich plodem byl objev čtyřvaznosti uhlíkových atomů a schopnost jejich řetězení v molekulách organických sloučenin. Příznačný je způsob, jak Kekulé na tento objev přišel, i samo jeho líčení této události: „Za svého pobytu v Londýně jsem se vracel jednoho večera opět posledním omnibusem pustými ulicemi. Ponořil jsem se do snění. Náhle se před mýma očima roztančily atomy. Viděl jsem, jak se často dvě maličké postavičky tak jako při tanci sdružovaly v páry, jak velké objaly dvě maličké, jak se ještě větší tři ba i čtyři vzaly do náruče a jak se všechny rozvířily v divokém reji. Viděl jsem pak, jak velké tvoří řetěz a vedou za sebou ty maličké.“ V jiném podobném snění viděl opět divoký rej, kdy postavičky vytvoří hada, který sám sebe uchopil za ocas. Zbytek noci jsem pak strávil tím, že jsem si tyto vidiny letmo načrtl na papír a udělal k tomu několik poznámek. U Kekulého se setkala tato slovanská snivost s německou přesností a vědeckou důsledností. Jeho sny nezůstaly sny, ale objevil schopnost řetězení atomů uhlíku v kruzích. Pro postižení této struktury zvolil rovinné uspořádání, kdy se mezi atomy uhlíku střídají v molekule jednoduché a dvojné vazby. Předpokládal také, že se vazby v kruhu neustále vyměňují. Tím vysvětlil

chemickou rovnocennost uhlíků benzenového kruhu. Proto se dnes za nejvýstižnější považuje vzorec s kruhem uprostřed, odvozený ve 20. Stol. z kvantově mechanických úvah. Později byly nalezeny i sloučeniny s dvěma a více přilehlými benzenovými jádry. Ke třem základním kamenům organické chemie – metanu, etylenu a acetylenu – přibyl tak další: benzenový kruh. Světem aromatických sloučenin se otevřela cesta k syntetickým barvám, lékům a třaskavinám. Strukturu benzenu zveřejnil Kekulé r. 1865.

Další cesta chemie naším světem je stále výraznější. Zda přináší lidstvu více štěstí nebo neštěstí nelze dosud s konečnou platností říci.

Syntetické materiály	
1855	Angličan Alexander Parkes vyvinul látku parkesin, pozdější celuloid
1869	Američan John W. Hyatt vyvinul nezávesle na Parkesovi za tepla tvárný celuloid
1897	V Německu byl vyroben z kaseinu z kravského mléka galalit
1900	Frederick S. Kipping vyrobil umělé hedvábí
1909	Americký chemik Leo Baekeland vyrobil bakelit
1913	Němečtí chemikové vyrobili polyvinylchlorid - PVC
1926	Herman Staudinger se zabývá studiem řetězení molekul od molekulových řetězců po polymery
1927	V Německu vyroben syntetický kaučuk z butadienu a sodíku (Buna)
1928	Německý chemik Diels dospěl k organickým molekulám, které jsou východiskem pro výrobu umělé pryže a mnoha dalších látek.
1929	Vyvinut nehořlavý celuloid z acetylcelulózy
1930	Na několika místech vyroben polymethylmetakrylát - plexisklo
1930	W.L.Semon vyrobil PVC polymerací vinylchloridu
1931	Americký chemik Wallace H. Carothers vyrobil syntetický kaučuk Neoprén
1933	V Anglii vyroben polyethylen polymerací nenasyceného uhlovodíku etylenu
1935	Wallace H. Carothers vyrobil syntetickou náhradu hedvábí Nylon
1937	Německý chemik Otto Bayer dospěl k důležité skupině sloučenin, zvaných polyuretany
1938	Firma Dupont z USA vyvinula polytetrafluoretylen - Teflon
1939	Firma Dupont uvedla na trh nylon, který se v 50. A 60. letech stal masovým artiklem.
1941	John R. Whinfield aj.T. Dickson syntetizovali umělé vlákno terylen - Dacron
1942	Zahájena průmyslová produkce tekutých, plastických a pevných silikonů
1943	V Německu se začíná vyrábět měkčené PVC, tvarovatelné do nejrůznějších podob.

A několik kontrolních otázek na závěr:

1. Který chemický proces přinesl člověku první velký pomocný prostředek a zbraň?
 - a) destilace
 - b) oxidace
 - c) redukce
2. Který filosof spatřoval v ohni základ i obraz všeho jsoucna?
 - a) Thales z Milétu
 - b) Václav Bělohradský
 - c) Herakleitos z Fezu
3. Čím se zabývala iatrochemie?
 - a) výrobou léků
 - b) výrobou čistících prostředků
 - c) výrobou zlata
4. Co je „flogiston“?
 - a) domnělá látka, způsobující hoření
 - b) alchymistická pomůcka pro kalcinaci
 - c) přístroj na tovární výrobu kyseliny sírové