

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Jiří Baborovský

Profesor František Wald [nekrolog]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 60 (1931), No. 3, 145--151

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123944>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1931

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Professor František Wald.

Napsal prof. dr. J. Baborovský.

Úmrtím profesora pražského Vysokého učení technického Františka Walda utrpěla česká věda chemická těžkou ztrátu jednoho ze svých nejvýznamnějších a nejrázovitějších představitelů.

Wald se narodil 9. ledna 1861 v Brandýsku u Slaného v Čechách, kde jeho otec, povoláním strojmistr, byl zaměstnán v dílnách „Společnosti státní dráhy“. V 10 letech ztratil otce, jsa nejmladší ze svých sourozenců a ze všech jediný syn. Když osiřel, poskytla mu „Společnost státní dráhy“ stipendium na dokončení jeho studií, které počal na České vyšší státní reálce v Praze v Ječné ulici, ve kterých pak pokračoval na Německé státní vyšší reálce v Praze v Mikulandské ulici a jež dokončil, absolvovav r. 1882, odbor technické chemie na německé technice v Praze. Téhož roku vstoupil do služeb „Pražské železářské společnosti“, a to do závodní laboratoře Kladenských železáren, jejímž šéchemikem byl jmenován již r. 1886. Ve službách jmenované společnosti zůstal Wald plných 26 let, byv teprve r. 1908 na doporučení W. Ostwalda, E. Macha a P. Duhema povolán za řádného profesora teoretické a fyzikální chemie a metalurgie na českou vysokou školu technickou v Praze, kde působil dalších 20 let. R. 1927 byla jeho učební povinnost zmenšena o metalurgii. Následujícího roku byl raněn mozkovou mrtvicí, z níž se však záhy zotavil. Přes to, nejza docela zdrav, přestal přednášet a odstěhoval se z Prahy do Vítkovic k svému nejmladšímu synovi, v jehož rodině od té doby žil a kde také v neděli dne 19. října o 1. hodině zrána zemřel slabostí srdce.

Vědecké práce Waldovy se dělí podle svého obsahu ve dvě hlavní skupiny: *První* z nich obsahuje práce z oboru technické analýzy a chemické technologie, *druhá* práce rázu teoretického.

Mezi práce první skupiny náležejí: hutnická metoda stanovení železa titrací KMnO_4 ; grafický výpočet chemických rozborů; sušení látek hygroskopických; metalurgická práce o redukcí železné rudy nučické; metoda stanovení manganu v ocelích; metoda volu-

metrického stanovení uhlíku v surovém železe a oceli atd.; mimo to konstruoval Wald přístroje k exaktní analýsě plynů, zvláště plynů důlních atd. Některé z těchto metod (jako na př. uvedenou metodu stanovení manganu) Wald ani sám neuveřejnil, spokojiv se jejím prováděním v závodní laboratoři.

Waldovy teoretické práce je možno lišiti zase dále a to: 1. v práce povahy termodynamické; 2. v práce pojednávající o základních zákonech chemického slučování a o t. zv. chemii fázi a 3. v práce týkající se teorie chemických operací.

Waldovy termodynamické práce se obírají hlavně obsahem, významem a odvozením druhé hlavní věty termodynamické a některými jejími důsledky. Mezi nimi vyniká zvláště spis „Die Energie u. ihre Entwertung“ (Lipsko, Engelmann 1889, 105 stránek), v němž Wald odvozuje mimo jiné tuto větu vlastním, přehledným a stručným způsobem tak úspěšně, že jej E. Mach pojal později do své známé knihy „Die Prinzipien der Wärmelehre“, v němž se i na několika jiných místech vyslovuje s uznáním o Waldovi, jeho názorech a snahách.

Hlavní význam Waldovy vědecké činnosti spočívá však v teoretických pracích, jež pojednávají o zákonech chemického slučování a o problémech s nimi souvisejících. Wald vychází v nich z kritiky základních pojmů chemických (jako jsou „složení“, „chemické součástky“, „prvky“, „sloučeniny“, „valence“, „struktura“, „isomerie“ atd.). Nekritisuje však jen tyto pojmy, nýbrž podrobuje kritice celý způsob chemického myšlení.

Wald vytýká, že chemikové sice s největší pílí, svědomitostí a pečlivostí experimentují, že však naprosto ledabyly a laxe myslí teoreticky. Zdá se mu podivným a nesprávným, že definice základních pojmů chemických nebývají vždy dosti přesné, že v nich bývá mnoho libovolného a především, že si při nich nebýváme zhusta ani vědomi předpokladů, z nichž jsme vyšli. Wald ukazuje na příkladu isomerie a katalýse, že chemie ve svém počátečním vývojovém stadiu popřela vůbec a priori možnost těchto zjevů a za předpokladu, že neexistují, koncipovala své základní pojmy. Tím si však sama zatarasila nebo aspoň ztížila cestu k jejich pochopení, když tyto zjevy později byly objeveny. Tuto neutěšenou skutečnost klade Wald za vinu vládnoucí chemické teorii, Daltonově teorii atomové, která vzniknuvši na samém počátku moderního badání chemického (1808), ztělesňuje podle něho přes veškeré své pozdější doplňky i nyní ještě ono primitivní vývojové stadium chemického nazírání, jež odpovídá době jejího vzniku. Mimo to jsou podle Walda některé její názory povahy *transcendentní*, *metafysické*, přesahují tedy zkušenost a jsou proto nepřístupné poznání čerpanému ze zkušenosti. Wald vytýká Daltonově atomové teorii vedle primitivnosti, neujasněnosti a metafysičnosti dále i to, že se její názor na chemické

děje značně vzdálil jejich skutečného průběhu, že znamená jinými slovy značnou abstrakci od skutečnosti a tedy její dalekosáhlou idealisací.

Podle toho by se mohlo zdáti a také se to u nás často mylně myslí, že cílem Waldových snah bylo vymýtiti z chemie úplně atomovou teorii. Tomu však není tak a Wald o tom sám říká asi toto: Nikdy nebylo mým *posledním* cílem odstraniti z chemie atomovou teorii. Moje vystoupení proti ní bylo toliko prostředkem k *vlastnímu* cíli, který je dvojího druhu: Nejprve mi šlo o to, aby byl z chemie vymýcen *laxní způsob myšlení*, který se v ní rozmohl za svrchovaného panství atomové teorie, a aby tím bylo umožněno ujasniti si noeticky základní chemické skutečnosti. Atomová teorie by mně nevadila a byla by mně zcela lhostejná, kdyby ji bylo možno uvésti v souhlas s teorií poznání, noetikou. Za druhé bylo mým vlastním cílem umožniti řešení tohoto problému: Každá homogenní část nějaké hmotné soustavy neboli její „fáze“, která se skládá z n součástí (na př. tedy z n prvků), měla by podle teorie jeviti $n - 1$ variací svého složení, své kvality. Ve skutečnosti je však počet těchto variací podstatně menší. Jde mi tedy o to, zjistiti jakého druhu jsou omezení, která působí tento zjev; jinými slovy chci *objasniti zákony, jež omezují kvalitativní variabilitu fází*.

Podle atomové teorie jsou prvky a sloučeniny hmotné útvary, které existují v přírodě hotově a od věčnosti. Sloučeniny se podle této teorie skládají z atomů jednotlivých prvků, které v nich existují tedy dále, latentně. Naproti tomu dokazuje Wald, že ve skutečnosti jsou prvky i sloučeniny produkty operací často obtížných a zdoluhavých, tedy umělé přípravky, preparáty. Všechny sloučeniny se vyznačují určitým, stálým složením. I prvky i sloučeniny jsou útvary homogenní. Naproti tomu mají homogenní směsi prvků a sloučenin, na př. jejich roztoky, složení plynule proměnné. Podle atomové teorie jsou příčinou vzniku chemických sloučenin, tedy útvarů stálého složení, síly působící mezi atomy, kdežto roztoky a jiné homogenní směsi proměnného složení vznikají podle této teorie působením sil mezi molekulami, které nejsou povahy chemické. Proto právě byly roztoky a jiné homogenní směsi látek dlouhou dobu z chemie vylučovány. Naproti tomu dokazuje Wald, že všechny homogenní útvary (prvky, sloučeniny, kapalné i tuhé roztoky, plynné směsi) jsou úplně rovnocenné a že jen okolnosti více nebo méně nahodilé a nepodstatné rozhodují o tom, vznikají-li v určitém, konkrétním případě útvary stálého či proměnného složení. Přihlížeje ke způsobu přípravy, pokládá Wald chemické sloučeniny za zvláštní případy „fází“, a to za fáze, které za daných vnějších okolností (teploty, tlaku atd.), a tedy z nahodilé příčiny, pozbyly (z největší části) proměnnosti svého složení. Chemické sloučeniny vznikají tedy jako fáze stálého složení vedle jiných fází

proměnného složení. Proto Wald definuje chemickou sloučeninu čili jak říkáme, „čistou látku“ neboli „chemické individuum“ *jako fází, která vznikla v nějaké fázové soustavě* aspoň s jednou nezávislou variací a která nemění svého složení při všech nezávislých variacích (na př. teploty, tlaku a jiných veličin), *jichž je tato fázová soustava schopna*. Dříve než byly tyto úvahy opřeny o Gibbsovu fázovou teorii, nemohlo býti vůbec s dostatečnou přesností definováno, co je chemické individuum. Wald proto soudí dále, že dnešní chemie je jen částí obecnější fázové nauky, která zahrnuje vedle celé dnešní chemie ještě také všechny homogenní směsi proměnného složení a snaží se z tohoto hlediska odvoditi ty zákony, kterými se řídí „chemie fází“. Snaží se mimo jiné zodpovědět také otázku, jakými obecnými vlastnostmi se musí vyznačovati fáze, bylo-li v chemii možno dospěti experimetováním s nimi (s fázemi) k učením o prvcích a sloučeninách.

Shledává nesprávným předpoklad dnešní chemické teorie, kterou nazývá „synthetickou“, že jsou prvky známy předem a že z nich teprve vznikají všechny ostatní čisté látky (sloučeniny) i jejich homogenní směsi. Wald upozorňuje, že tento názor je v rozporu se skutečným postupem dřívějších chemiků „prae-synthetických“, kteří neznajíce dnešních našich prvků, vycházeli z látek přirozených, čistých sice mechanicky, nikoli však chemicky. Vycházeli tedy z fází neznámého složení a dospívali krok za krokem k poznání fází čistých a od těchto teprve na konec k prvkům, tedy právě opačně, než si představuje synthetická chemie. Kdyby každá fáze, soudí Wald, obsahovala všechny existující čisté látky, prvky i sloučeniny, nebylo by nikdy (pro nekonečný počet pokusů, které by bývaly musely býti provedeny) bývalo možné připravit reakcemi kvalitativní chemické analýze z obecných, chemicky nečistých fází fáze (látky) chemicky čisté, chemická individua. Stalo-li se to přece, musíme souditi, že jakostná proměnnost (variabilita) fází musí býti podstatně menší, než by býti mohla.

V chemii se mluví ustavičně o „složení“ látek z jednodušších jejich součástí, event. z prvků. Chemie, chtějíc k nim dospěti, předpokládá mimo jiné, že se mnohé chemické reakce, ne-li všechny, dají bez součinnosti cizích látek obrátiti pouhou změnou fyzikálních podmínek. Slučují-li se na př. dva prvky A a B ve sloučeninu C , můžeme tvrditi, že tyto prvky jsou ve sloučenině obsaženy, ne-vzniká-li z nich kromě látky C žádná jiná látka a můžeme-li látku C zase rozložit v prvky A a B , jinými slovy probíhá-li reakce $A + B \rightarrow C$ i v opačném smyslu, dá-li se tedy obrátiti. Avšak předpoklad dnešní chemické teorie, jakoby se každá chemická reakce nebo aspoň mnohé z nich daly obrátiti pouhou změnou vnějších podmínek, bývá ve skutečnosti splněn jen zřídka kdy. Známe ovšem reakce, které se dají takto obrátiti; vedle toho však známe i velmi

mnohé reakce, jež se takto obrátiti nedají (na př. explosivní rozklad chlorodusíku, kys. pikrové atd.). Rozhodně neodpovídá tedy skutečnosti názor, že by se ze samotných a *pouhých* produktů určitých výchozích látek pouhou změnou fyzikálních okolností daly tyto výchozí látky připravit zase *zpět* v tomtéž množství, v němž jich bylo použito. Při všech chemických reakcích nastává podle Walda pozvolná spotřeba chemicky účinných látek a vzrůst množství látek chemicky neúčinných, které se z chemických laboratoří odstraňují jako odpadky. Z toho soudí Wald, že nemáme vlastně žádného práva tvrditi, že se látky z prvků *skládají*, a že v nich prvky jsou *obsaženy*, nýbrž toliko že *látky z prvků vznikají a se připravují*.

Chtějíc dospěti od fází chemicky nečistých k fázím chemicky čistým a k prvkům, postupujeme v chemii obyčejně tak, že necháváme na sebe působiti různé fáze, zpravidla toliko *dvě*, protože při větším počtu fází není možno dopracovati se jednoznačných a průhledných výsledků. Složitější reakce, při nichž se stýká větší počet fází, lze vždycky rozložití v díle reakce mezi dvěma fázemi. Vzájemným působením *dvou* fází vznikají *obecně dvě* zplodiny, které za žádných okolností nesplývají ve fázi jedinou. Úspěch praesynthetických chemiků byl umožněn jedině tím, že v četných případech stačil konečný počet dvojfázových reakcí, aby byly získány čisté látky i prvky. Wald pomáhá si polydimensionálními diagramy, jež znázorňují jakostnou rozmanitost fází. V těchto diagramech je důležitá poloha t. zv. „reakční sítě“, jež znázorňuje jednotlivé reakce mezi různými výchozími fázemi. Na základě těchto obrazců dospívá Wald k úsudku, že kdyby existovaly jen čtyřčlenné reakce (dvě výchozí fáze poskytují dvě fáze vznikající; $A + B \rightarrow C + D$), nebylo by nikdy možné utvořiti si jakoukoli odůvodněnou představu o složení látek z prvků. Tato představa se stává možnou teprve, když dospějeme k dostatečnému počtu rovnic tříčlenných ($A + B \rightarrow C$). Takových rovnic však nabýváme, až již neoperujeme s obecnými varietami fází (chemicky nečistými) nýbrž s varietami (v diagramech) krajními, vrcholovými — čistými látkami. Aby to však bylo možné, musí reakční síť ve fázovém simplexu zaujímati zvláštní polohu, dotýkajíc se na dostatečně četných místech jeho pevného ohraničení (jeho povrchu). Pak je možno představovati si, že se sloučeniny skládají z prvků podle zákona jednoduchých poměrů, jak to žádá podle Lavoisiera synthetická teorie chemická. Splývají-li dohromady dva vnitřní body reakční sítě (jinými slovy stávají-li se některé fáze identickými, t. j. přistupují-li *dodatečně* nové, neodvislé rovnice čili podmínky) nebo leží-li ony body na přímkách, rovinách atd. rovnoběžných s jednou hranou nebo stranou simplexu, lze dojíti touto cestou i k násobkům hmot prvků se slučujících a tedy k zákonu násobných (množných) poměrů. Pak nemusí platiti bez

výjimky pravidlo, že reakce vedou z nitra fáze na její povrch. Wald ukazuje dále, že jeho vhodně pozměněné polydimensionální obrazce vykládají i vliv pořadu, v němž necháváme na sebe působiti výchozí fáze, čímž lze jimi vykládati strukturu ve smyslu organické chemie strukturou (pořadem) operací. I k jiným důsledkům důležitým pro teoretickou chemii dospívá takto Wald. Na rozdíl od Gibbsa předstává si, že kterákoli látka nemusí býti součástí kteroukoli libovolné fáze, jinými slovy, že se některé látky nemohou státi součástkami určitých fází, jinak by nebyla možná kvalitativní chemická analýse.

Wald odvozuje stoechiometrické zákony cestou matematickou i několika jinými způsoby, opíraje se při tom o teorii lineárních rovnic.

Třetí skupinu teoretických prací Waldových tvoří práce věnované teorii chemických operací. Wald vychází v nich z názoru, že v každé experimentální vědě, která se obírá studiem neživých předmětů, je každý zjev následkem nějakého zásahu experimentátorova. Proto zdůrazňuje Wald v chemii význam činnosti a zásahů chemikových, jeho vůli a úmysly. Wald uvažuje, jaké nezávislé změny způsobují ve studovaných chemických soustavách rozmanité zásahy chemikovy (jež záleží vesměs ve vhodné volbě nezávisle proměnných veličin) a kolik takových změn je, a odvozuje takto pouhou úvahou beze vší termodynamiky *Gibbsův fázový zákon*.

Ve své poslední publikaci „Základy teorie chemických operací“, která byla uveřejněna nedlouho před jeho smrtí, ukazuje Wald, že se v chemii člověk dělí s přírodou o vládu nad chemickými ději; i příroda i člověk mají v ní jistý obor své působnosti. „Příroda může vykonati v dobře vedené laboratoři jen tolik, co připustí experimentující chemik v oboru své působnosti.“

Aby nějaký možný proces skutečně nastal, je třeba jistých chemikových zásahů neboli „operací“, jichž nebývá zpravidla mnoho. Tyto operace liší Wald v plynule působící „akce“ a v diskretní, neplynulé „podněty“. „Akce“ se dají vyjádřiti nezávisle proměnnými veličinami, jež určují stav reagujících látek, a Wald k nim čítá vedle vzájemného styku výchozích látek regulaci teploty a tlaku, odměřování množství látek i energií a pod. „Podněty“ jsou jednak povahy energetické (jako na př. elektrické jiskry, mechanické otřesy, ozařování světlem určité barvy atd.), jednak povahy látkové (katalysátory). Působí hlavně tam, kde výchozí látky jsou na jakémisi chemickém rozcestí, mohouce jednou poskytovatí jedny reakční produkty, jindy jiné. Při podnětech není žádná úměrnost mezi množstvím energie sdělované jimi reagujícím látkám a množstvím těchto látek, které podléhají reakci. — Konec každé reakce je sice podle Walda stavem chemického klidu, avšak každý stav chemicky klidný (kdy se *chemicky* nic neděje), nemusí býti proto ještě che-

mickým stavem rovnovážným. Rovnovážný stav chemický je speciálním případem stavu chemicky klidného. Chemický klid může být ještě doprovázen fyzikálními přeměnami (na př. změnami teploty), tedy fyzikálním neklidem, avšak fyzikální klid vylučuje neklid chemický. Jde-li o klid i chemický i fyzikální, mluvíme o „thermodynamické rovnováze“. — Touto publikací, v níž chtěl pokračovati, zamýšlel Wald navázati tam, kde přestal J. W. Gibbs, a budovati dále v jeho duchu thermodynamiku chemických dějů. Než Smrt zabránila mu provésti tento úkol, k němuž Wald byl zajisté kvalifikován jako nikdo jiný.

Wald vyšel z technické praxe a přes to, že v ní pracoval úspěšně po čtvrt století, tkví přece hlavní význam a těžiště jeho činnosti v pracích teoretických, hlavně v jeho chemii fází a teorii chemické stoechiometrie. Výtky, které Wald činí atomové teorii, nepozbyly ceny zcela ani dnes ještě, kdy se atomistika opírá o pádnější důvody než v době Waldova vystoupení. — Waldova teorie chemických dějů, jakkoli je zajímavá a originální, nestačí k výkladu a pochopení všech chemických zjevů, které dnes známe. Jeho teorie nepřihlíží k řadě zjevů, které jsou známy dnes, ale které nebyly známy v době, kdy Wald vystoupil se svými názory a kdy koncipoval základy své teorie, tedy v devadesátých letech minulého století. Tehdy jsme ještě neznali ani radioaktivity, ani zákonů Brownova pohybu, ani ohybu a interference Roentgenových paprsků a hlavně nebyly známy zjevy subatomární. Dnešní doba, kdy tyto subatomární a podobné zjevy neznáme ještě v celé jejich bohatosti a rozmanitosti, není zralá k tomu, aby již nyní byla budována nová chemická teorie, která by, vycházejíc ze zjevů subatomárních, obsáhla zjevy subatomární i atomární. Až však bude budována tato nová, budoucí a všeobsáhlá teorie chemických dějů, pak teprve budou Waldovy názory a jeho životní dílo náležitě oceněny. Neváhám proto tvrditi, že Wald náleží budoucnosti a budoucnost Waldovým názorům.