

PŘECHODNÉ OBDOBÍ

SPOLEČENSKÉ ZMĚNY

Přelidnění v 11. - 13. století

Klimatické změny ve 15. století - "miniledová doba"

**Hlad a podvýživa
Nízká hygiena**



rachitis, beri-beri, kurděje

**neštovice, tyfus, skvrnitý tyfus,
cholera, záškrť, příušnice, obrna,
hepatitidy, úplavice, TBC**

1346 - dýmějový mor

Rolnická povstání

Války

**(např. stoletá válka 1337-1453 mezi Anglií a Francií,
křížácké války 1096 - 1228)**

Změny vlastnictví půdy

Rozvoj měst a podnikatelství

Objev Ameriky - import drahých kovů

Renesance 1350 - 1600

navázání na antické umění a literaturu

příklon k pozemskému oproti spiritualitě
středověku

rozvoj přírodních věd, astronomie, objevitelské
cesty

◆ konec středověké scholastiky

(podřízení filosofické teologii, shoda rozumu
s vírou, církevní autority)

◆ zrod humanismu a individualismu

pozornost se přesunula od Boha a náboženství
na člověka a společnost

HLAVNÍ SMĚRY V CHEMII V TOMTO OBDOBÍ

Iatrochemie

Pneumatická chemie

Flogistonová chemie

**Tehdejší chemici řešili dvě
základní pochybnosti:**

- **jak je to se 4 (2) "prvky" ?**
- **Ize provést transmutaci ?**

1400

1500

1600

1700

1800

1900

Rudolf II.
1552-1612

iatrochemie
1510 Paracelsus bakalářem lékařství

pneumatická chemie
1620 J.B. van Helmont - *gas sylvestre*

flogistonová teorie
1746 G.E.Stahl - *Fundamenta chymiae*

Lavoisier
1783 *Reflexions sur le Phlogistique*

IATROCHEMIE

Paracelsus

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim - *Paracelsus*

**"*para-Celsus*" = po Celsovi
(Celsus - slavný římský lékař, 1. st.n.l.)**

***1493, Einsiedeln, Švýcarsko -
†1541, Salzburg**

Paracelsus



- mládí - Villach - navštěvoval Bergschule (horní školu) → znalosti z metalurgie a chemie**
- 1507 studoval na řadě universit (Basilej, Vídeň, Wittenberg, Lipsko, Heidelberg, Kolín n.R.)**
- 1510 bakalář lékařství - Vídeň (v 17 letech)**
- 1516 doktor lékařství - Ferrara**

cestoval Evropou, válečný chirurg v Holandsku, zajat Tatary, navštívil Egypt, Arabii

- 1524 návrat do Villachu**
- 1526 přednáší medicínu na universitě v Basileji**
- 23. června 1527 - pálí knihy Avicenny a Galéna**

kolem 1537 - Moravský Krumlov - Jan z Lipé

1531 Buch Paragranum

"Nikoli jak oni říkají, alchymie dělej zlato, dělej stříbro: zde je určení - dělej léky a obracej je proti nemocem."

alchymie nemá zušlechtovat kovy, ale člověka, zbavovat jej nemocí

"Každá živá bytost - člověk, zvíře nebo rostlina - má svého alchymistu."

= životní síla , *archaeus*

známé látky + známé metody → nové látky = léky

léčebné prostředky - *arcana*

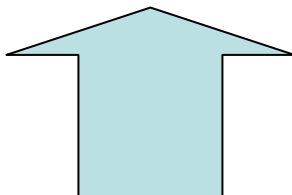
umění připravovat arkana - *ars spagyrica*

(z řeckého *σπαω* - odděluji, *αγειρω* - spojuji)

Medicina spočívá na 4 oporách

- filosofii
- astronomii
- chemii
- ctnosti (!)

**Chemie musí postupovat v souladu s medicínou -
takovéto spojení vede k pokroku obou nauk**



základní princip iatrochemie

1536 Der grossen Wundartzney

("Velká kniha ranhojičství") -

"Zabrání-li se infekci, Příroda vyhojí rány sama."

"hornická nemoc" = **silikóza**

- není to trest permoníků

homeopatické principy

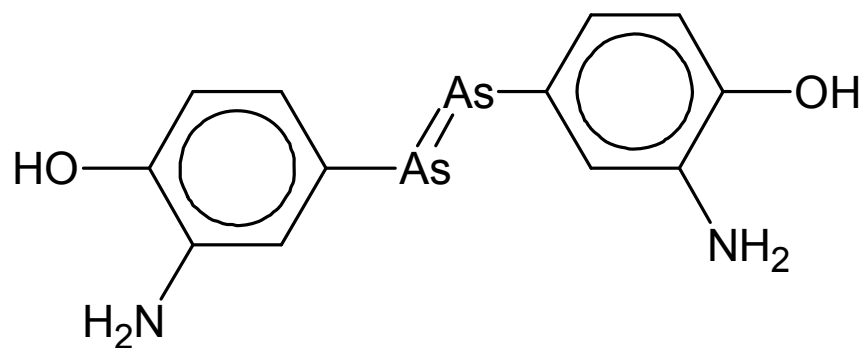
**všechny látky jsou jedy, záleží pouze na
dávce**

Zavedl do medicíny řadu nových látek

- Arsenicum fixum - K_3AsO_3
- Laudanum - opium
- Tinctura Martis - $FeCl_3$
- Oleum vitrioli dulce verum - éter
- Sal febrifugum Sylvii - KCl
- Sal mirabilis - Na_2SO_4
- Spiritus Mindereri - $AcONH_4$
- Turpethum minerale - $HgSO_4 \cdot 2HgO$
- preparáty As, Sb, Hg, Ag
- oppodeldoch

1530 - klinický popis syfilidy - interní léčba rtutí

teprve 1909 Salvarsan (Paul Ehrlich)



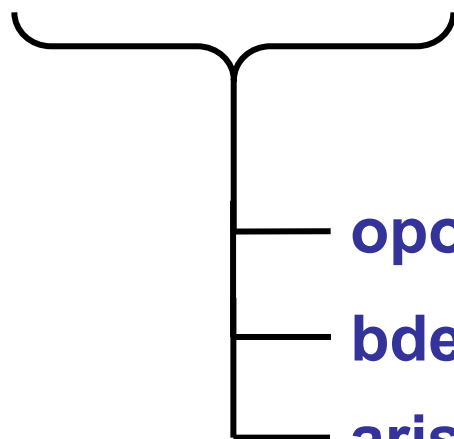
3,3'-diamino-4,4'-dihydroxyarsenobenzen

Švejk, an si maže revmatická kolena opodeldokem



OPODELDOK - *Linimentum saponato-camphoratum*
roztok mýdla v lihu
kafr
levandulová a rozmarýnová silice
čpavek

OPPODELDOCH - náplast na rány



opoponax (oppoponax)

bdelium

aristolochia

Paracelsův oppodeloch

opoponax - "sladká myrha" - vonná pryskyřice

bdelium - "falešná myrha" - klejopryskyřice - Indie, Afrika

Gen 2:10 Z Edenu vycházela řeka, aby zavlažovala zahradu, a odtud se rozdělovala do čtyř hlavních toků.

Gen 2:11 První se jmenuje Píšon. Obtéká celou zemi Chavílu, kde je zlato, Gen 2:12 a zlato té země je výborné. Je tam i vonná pryskyřice **bdelium** a kámen onyx.

Aristolochia spp.- prudce působící byliny s hojivými, ale toxickými účinky

A. clematitis - podražec křovištní

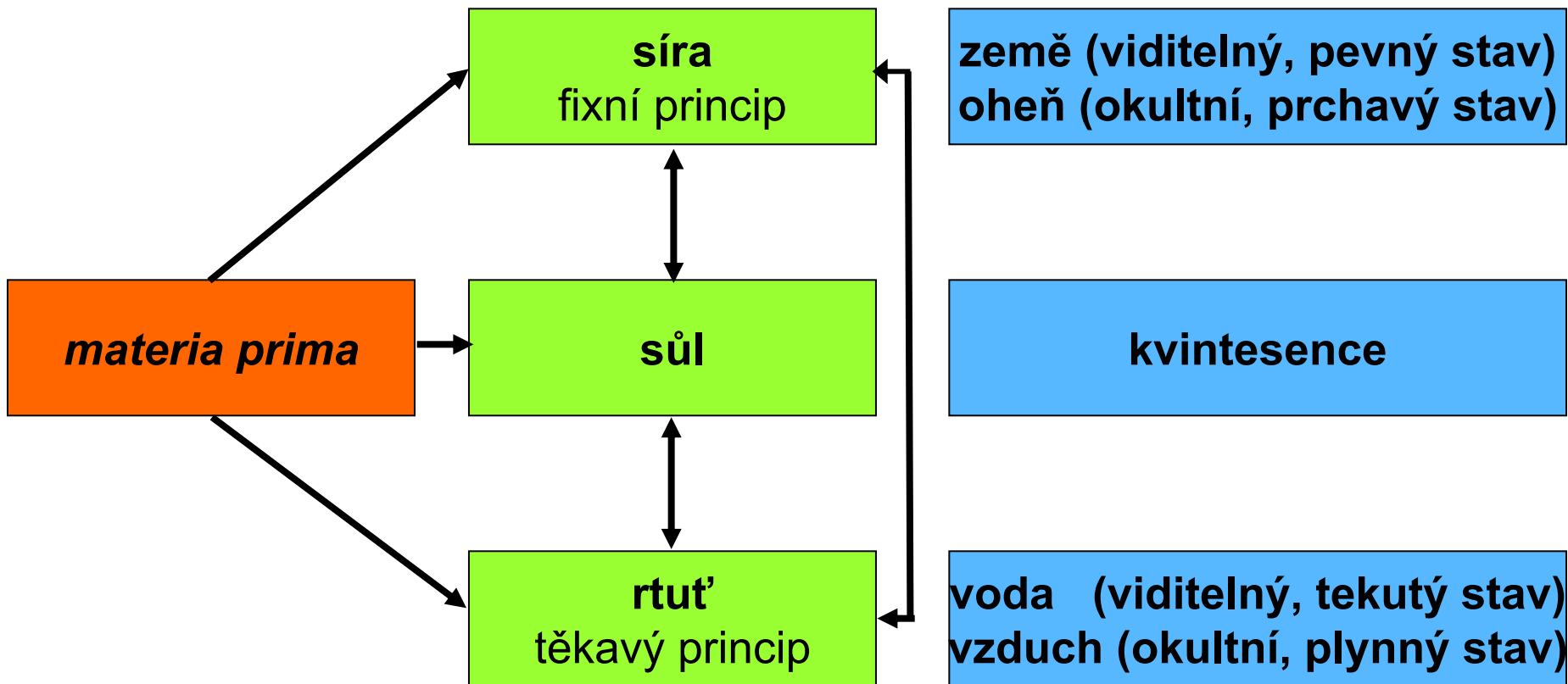
A. macrophylla - podražec velkokvětý/velkolistý

kyselina aristolochová a její soli, i samotná *Aristolochia* spp.
= silné karcinogeny (směrnice EEC)



Aristolochia

PARACELSOVA TROJLÁTKOVÁ SOUSTAVA



DALŠÍ IATROCHEMICI

Otto Tachenius (?) - lékař a lékárník
***Hippocrates chimicus ...*, (1678)**
Saccharologia, Tartarologia

**používal postupy chemické analýzy
(právě se začala utvářet)**

sůl = produkt reakce kyseliny a zásady

zvětšení váhy při žíhání Pb

Andreas Libavius (kolem 1540-1616) - lékař

Alchemia (1597)

Syntagma selectorum ... (1611)

- ***Spiritus fumans Libavii - SnCl₄***

Comentarii (1606)

(mj. popis nádob a zařízení)

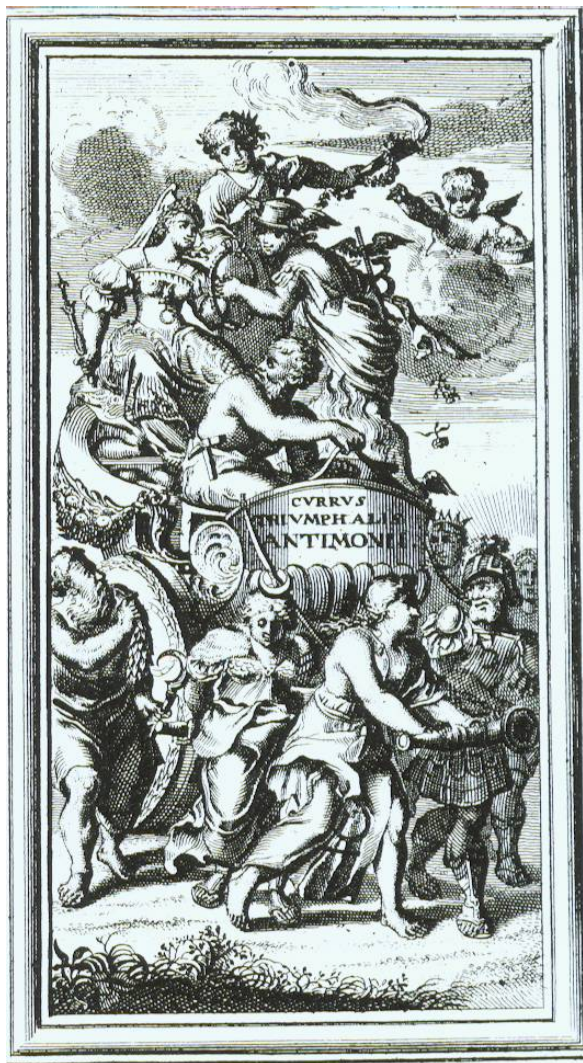
Angelo Sala (1576-1637) - chemik a lékař

Angeli Salae ... opera chymico-medica ...

H₃PO₄ z kostí

AgNO₃

zkoumal amonné soli, oxaláty, kvašení aj.



pseudo-Basilus Valentinus
(konec 16. stol. ?)

Triumphwagen des Antimonii

**různé sloučeniny Sb proti lepře,
vředům, moru, nemocem plic,
bolestem žaludku ...**

sloučeniny Sb jsou akutně toxické,
reprodukčně toxické, karcinogenní,
neurotoxické

VÝZNAM IATROCHEMIE

IATROCHEMIE



**zbavila chemii mýticko-
alegorického alchymického
nánosu**

**rozšířila znalosti o biologicky
aktivních látkách**



zúžila pole zkoumání

**alchymie
lékařství**



iatrochemie



farmakologie

PNEUMATICKÁ CHEMIE

- ◆ 17. a 18. století
- ◆ plyny (=duchové) odedávna zajímaly alchymisty
- ◆ bylo je možné získat v relativně čistém stavu
- ◆ zákonitosti chování plynů jsou relativně jednoduché

VAN HELMONT

Johann Baptista van Helmont



1577(1579,1580),Brusel -
1644, Malines u Bruselu

filosof, lékař, alchymista, fysiolog

representuje přechod od alchymie k chemii

- ◆ věřil v magii
 - tvrdil, že se mu podařilo kamenem mudrců transmutovat rtuť ve zlato
- ◆ jako jeden z prvních používal váhy
 - věřil v nezničitelnost hmoty
- ◆ odmítal Aristotelovu teorii čtyř prvků
 - ◆ základním prvkem je voda

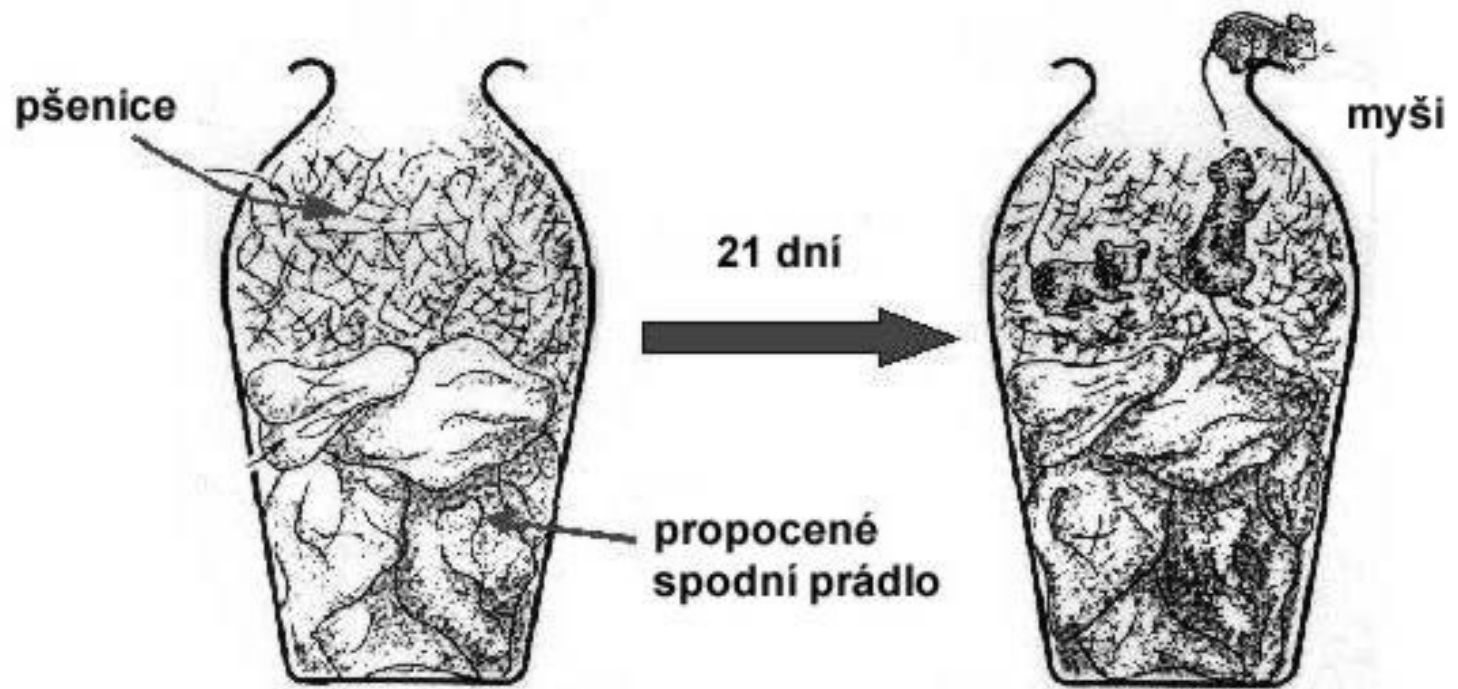
VAN HELMONT - pokus s vrbou

- měl dokázat, že základním (a jediným) elementem je voda
- ◆ publikován posmrtně v *Ortus Medicinae* (1648)
- ◆ jeden z prvních příkladů "vědecké metody"
- ◆ nebyl první - zmínky u Řeků, Leonardo da Vinci prováděl pokusy s okurkami (ale nepublikoval)

"Vzal jsem hliněný hrnec a do něj vložil 200 liber zeminy, která byla vysušena v peci. Tu jsem navlhčil dešťovou vodou a zasadil do ní odnož vrby, vážící 5 liber. Po uplynutí pěti let strom, který z odnože vyrostl, vážil 169 liber a asi 3 unce. Hrnec s vrbou byl zvlhčován, kdykoliv to bylo třeba, pouze dešťovou nebo destilovanou vodou. Hrnec byl velmi veliký, zapuštěný do země a opatřený pocínovaným železným víkem s mnoha otvory, které pokrývalo okraj hrnce a zabraňovalo, aby se vzduchem přenášený prach mísil se zeminou. Neměl jsem přehled o váze listů které opadávaly každý podzim. Nakonec jsem vysušil znovu zeminu v hrnci, a našel váhu 200 liber bez asi 2 uncí. Znamená to tedy, že 164 liber dřeva, kůry a kořenů vzniklo ze samotné vody."

VAN HELMONT - pokus se samoplozením

"Natlačíme-li kus propoceného spodního prádla s trochou pšenice do otevřené nádoby, po zhruba 21 dnech se zápach změní a ferment, vycházející z prádla a pronikající slupkami pšeničných zrn, změní pšenici na myši. Ale co je ještě zajímavější, že z pšenice vznikají myši obojího pohlaví a tyto myši se úspěšně rozmnožují s myšmi, narozenými přirozenou cestou z rodičů. ... Ale co je ještě více zajímavé, že myši které vylézají nejsou mlád'ata, ale dospělé myši."



extensivní studium plynů - "otec pneumatické chemie"

- ◆ plyn uvolňující se z minerálních vod (CO_2)
- ◆ plyn z hořícího dřevěného uhlí (CO_2 a CO)
- ◆ plyn ve sklepích, kde kvasí víno (CO_2)
- ◆ plyn říhání (CO_2)
- ◆ jedovatý plyn, hromadící se v dolech (CO_2)

oxid uhličitý - *gas sylvestre*

- ◆ jedovatý červený plyn (NO_2), vznikající působením *aqua fortis* (HNO_3) na stříbro
- ◆ plyn (Cl_2) uvolňovaný působením *aqua fortis* na *sal ammoniac* (NH_4Cl) za chladu
- ◆ sirnatý plyn, který prchá při spalování síry (SO_2)
- ◆ plyn z hořícího střelného prachu, který trhá uzavřenou nádobu (CO_2 , H_2O a SO_2)
- ◆ střevní plyn, který je hořlavý (H_2 , CH_4 , H_2S , merkaptany a další)
- ◆ plyn, uvolňující se při hnití (H_2 , CH_4 , H_2S , aminy a mnoho dalších)

ROBERT BOYLE



Robert Boyle (1627 - 1691)

anglický fyzik a chemik

***The sceptical chymist ...*, 1661**
vysmívá se alchymii

***Experimenta et consideratione de coloribus*, 1663**

***Origin of forms and qualities according
to the Corpuscular Philosophy*, 1666**

***De specificorum remediorum cum corpuscolari
phylosophia*, 1685**

korpuskulární teorie

- korpuskule = dnešní atomy a molekuly

- byl značně ovlivněn pracemi van Helmonta

- objasnil chemické reakce na základě představy prvku
prvek = dále nerozložitelná část látek
prvků je velký počet

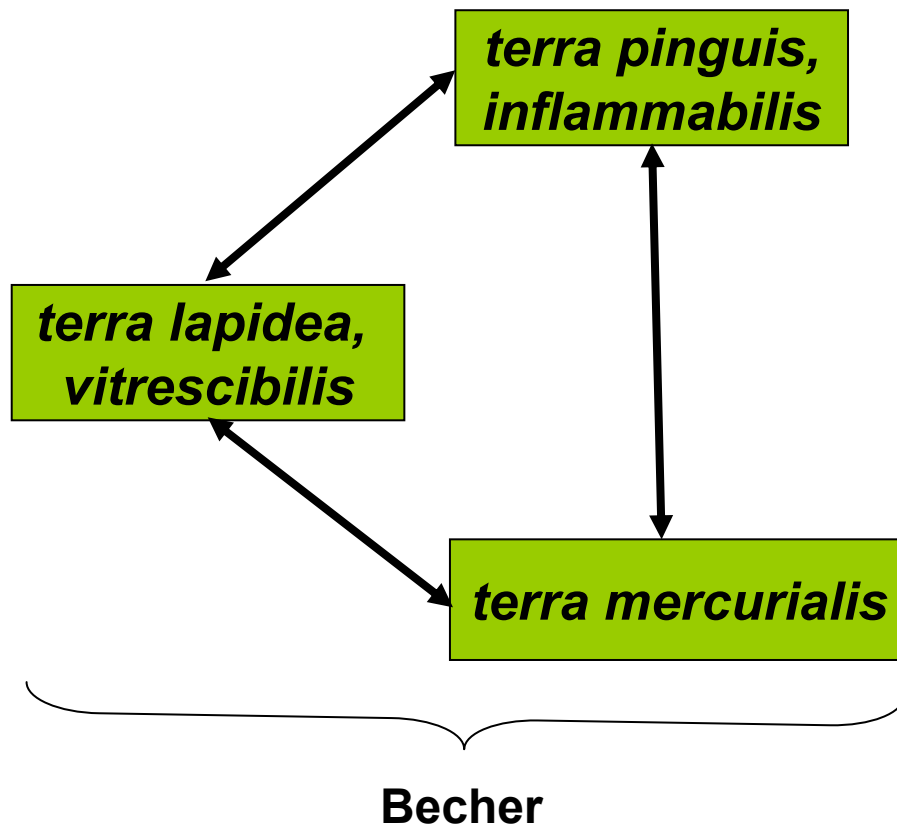
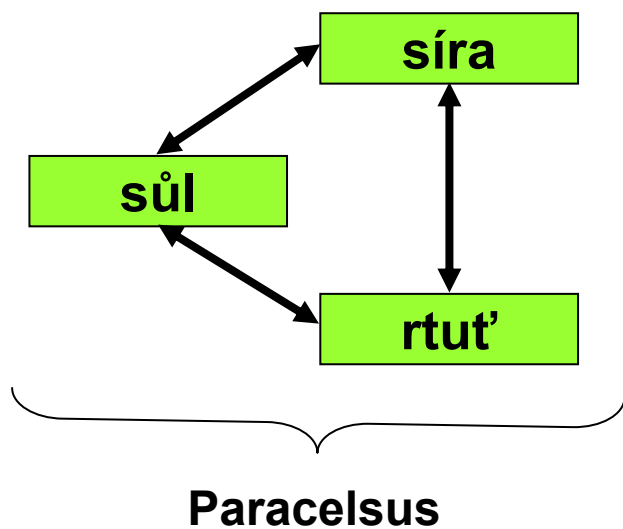
- zákon Boyle - Mariotteův (1662/1667)

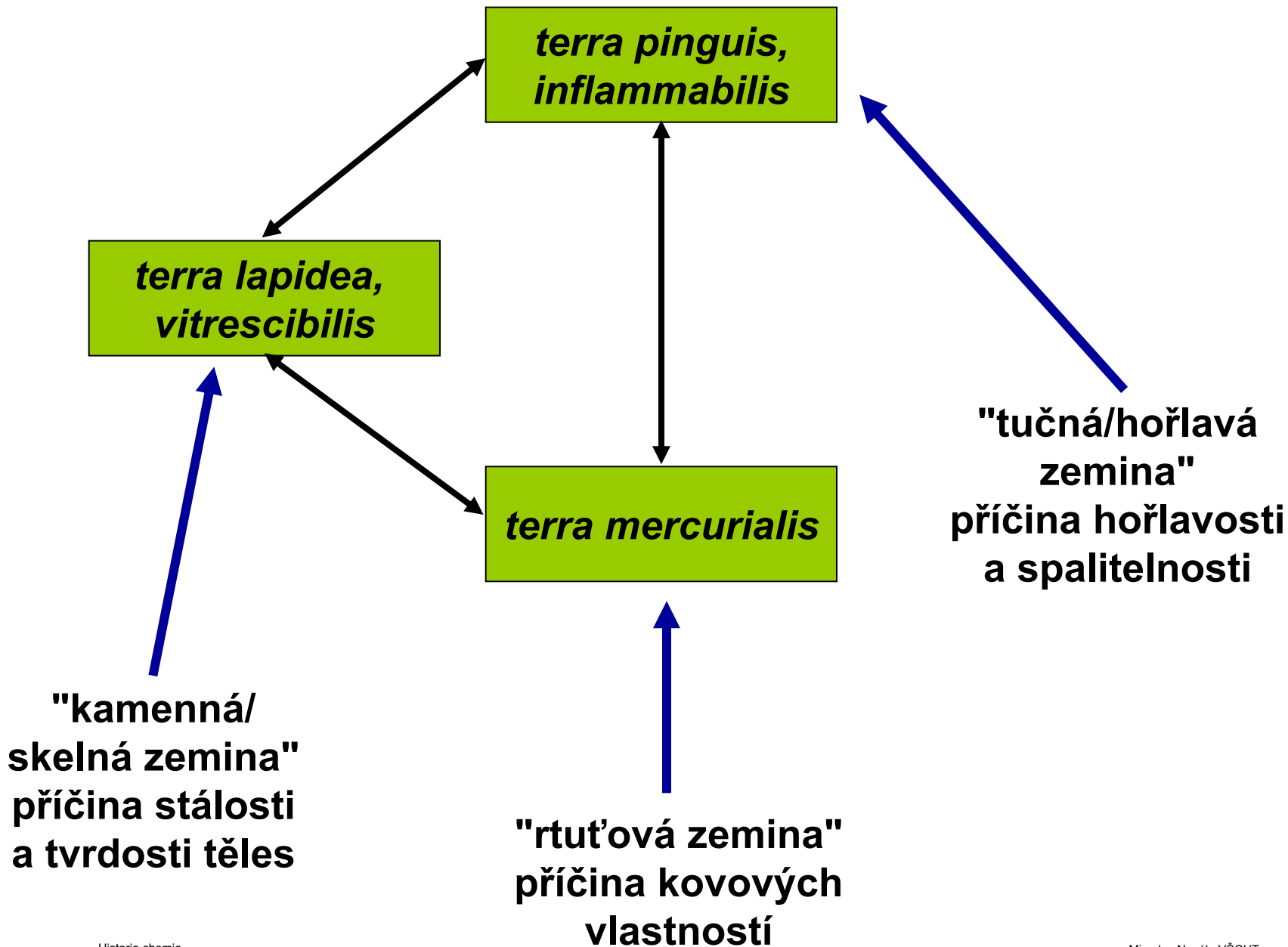
$$p \cdot V = konst.$$

- provedl suchou destilaci dřeva → methylokohol
- používal barevné indikátory (extrakty z rostlin)

FLOGISTONOVÁ TEORIE

Johann Joachim Becher (1635-1682)
Physica subteranea





*„Chemikové jsou prazvláštní třída smrtelníků,
kteréž jakýsi nesmrtelný pud pohání
ku vyhledávání rozkoší v dýmu a parách,
plamenech a mouru, mezi jedy a ve skromnosti.
A přece, zdá se mi, vedu život utěšený
a nechť zemru, kdybych se odhodlal vyměnit
své místo s králem perským.“*

JOHANN JOACHIM BECHER, 1662

ovšem dožil se pouze 47 let

VÝCHODISKA FLOGISTONOVÉ TEORIE

syrové maso \longrightarrow pečené maso + tuk

↑
analogie "tučné zeminy"
- *terra pinguis*

dřevo $\xrightarrow{\text{hoření}}$ popel + *terra pinguis* ↗

dřevo = *terra pinguis* + popel
terra pinguis se při hoření uvolňuje

terra pinguis = předobraz flogistonu

FLOGISTONOVÁ TEORIE - G. E. Stahl



Georg(ius) Ernestus Stahl
(1659-1734)

německý chemik a lékař

1683 promován lékařem - Jenská universita

**osobní lékař vévody Johanna Ernsta Saského
osobní lékař krále Friedricha Wilhelma I**

***1697 Zymotechnia fundamentalis sive
fermentationis theoria generalis***



**vyložena flogistonová
teorie**

Původní teorie:

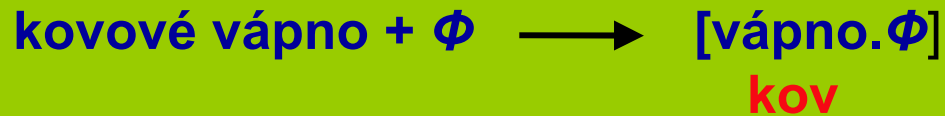
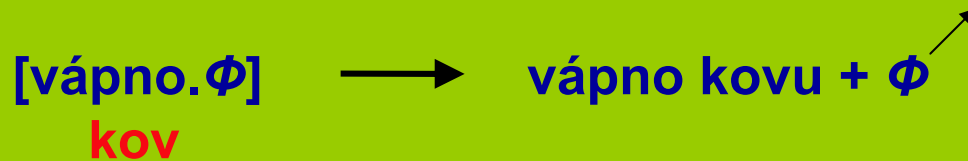
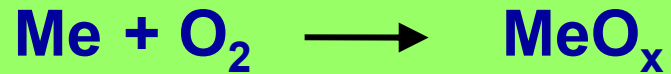
- všechny hořlavé látky obsahují flogiston
- při hoření látek se flogiston uvolňuje

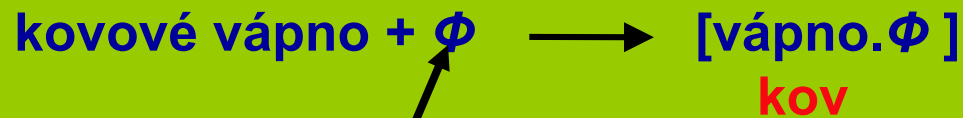
Stahl postupně rozšířil o další postuláty:

- kovy se skládají z vápna (*calx*) a flogistonu
- zahříváním kovu se flogiston uvolňuje a zbývá vápno
- proces lze obrátit zahříváním vápna s dřevěným uhlím

(uhlí je bohaté flogistonem - vápno absorbuje flogiston, unikající z hořícího uhlí a mění se na kov)

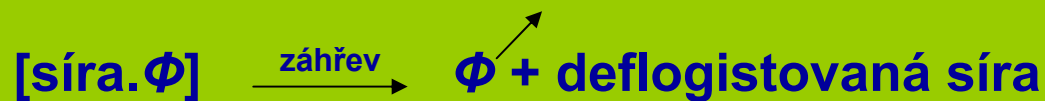
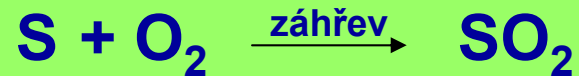
FLOGISTONOVÁ TEORIE S DNEŠNÍHO POHLEDU





dřevěné uhlí





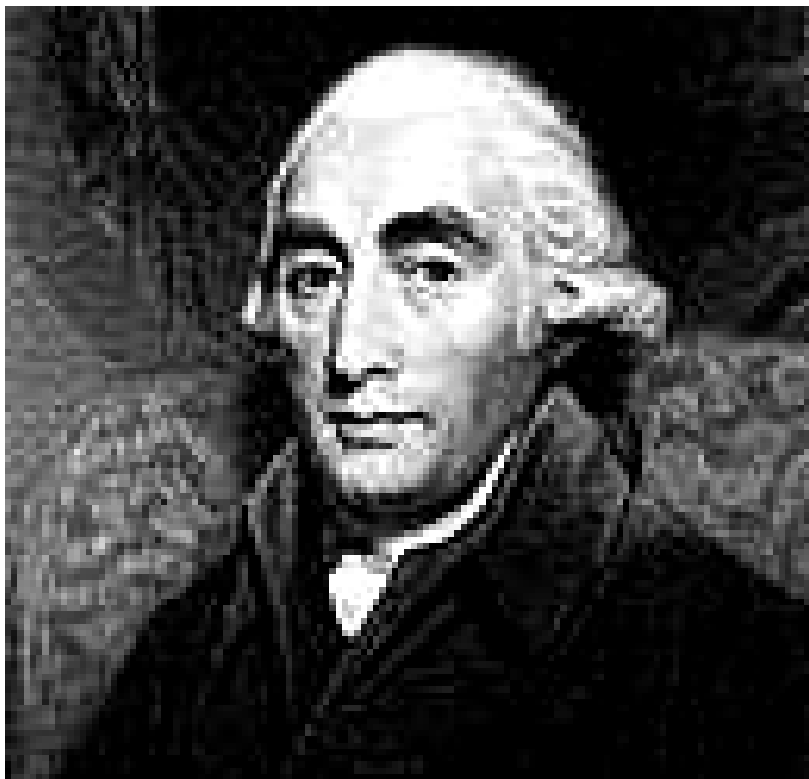
FLOGISTONOVÁ TEORIE

- ◆ flogistované látky - obsahují flogiston
- ◆ deflogistované látky - vznikají spálením flogistovaných látek
- ◆ flogistovaný vzduch - zbytkový plyn po spálení látky (CO_2 a N_2)
(surovaný flogistonem, proto nepodporuje hoření)
- ◆ deflogistovaný vzduch - kyslík
(dokáže se spojovat s dalším flogistonem a tím podporuje hoření)

oxidace - odnímání flogistonu

redukce - přijímání flogistonu

JOSEPH BLACK



Joseph Black
(1728, Bordeaux
- 1799, Edinburgh)

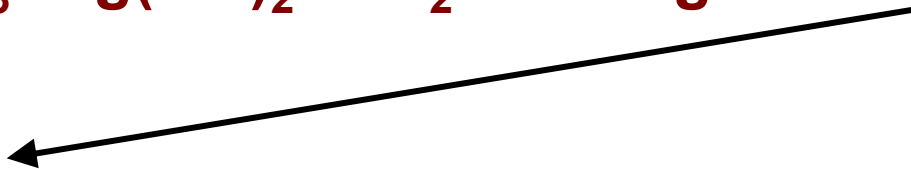
anglický lékař a chemik

**1756 - profesor anatomie a botaniky,
lektor chemie v Glasgowě**

1766 - katedra chemie a lékařství, Edinburgh

1750-52 - zkoumal bílou magnesii (*magnesia alba*, hydroxouhličitan hořečnatý)

→ doktorská práce

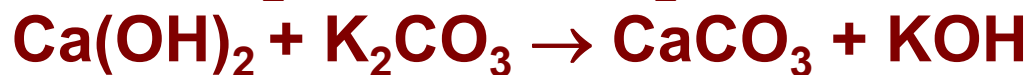


"Fixed air"

(byl "fixován" ve sloučeninách)

(van Helmont - *gas sylvestre*)

analogicky



**protože práce byla podána pro získání doktorátu lékařství,
 uvedl rovněž účinky magnésie jako projímadla a antacida**

- prováděl pečlivé gravimetrické analýzy



- objevil, že se plyn může slučovat s pevnou látkou a opět se z ní uvolnit

- je považován za zakladatele kalorimetrie
 - definoval **latentní a specifické teplo**
- jeho práce překročily meze flogistonové teorie - staly se východiskem Lavoisierovy "**kyslíkové teorie**", kterou nakonec sám přejal

JOSEPH BLACK - Zásadní přínos

Rozsáhlým a důsledným použitím chemické bilance Black ukázal, že se "**prvek (element) vzduch**" s určitými vlastnostmi může slučovat s pevnými látkami a může z nich být opět uvolněn. Díky tomuto objevu se soustředila pozornost na vlastnosti "**vzduchu**", o kterém bylo brzy zjištěno, že jde o směs, nikoliv o prvek.

HENRY CAVENDISH



Henry Cavendish
(1731–1810)

anglický chemik a fyzik

- všechny své objevy učinil na základě pečlivých a přesných měření
- určil specifická tepla řady látek
- objevil vodík - "*inflammable air* - hořlavý vzduch"

(Lavoisier → hydrogéne)

1766 "Three papers containing experiments on Factitious Airs" (... o umělých plynech)

- vodík vzniká působením minerálních kyselin na kovy
- odlišuje se hustotou od dalších plynů

- voda vzniká hořením vodíku ve vzduchu
- působením elektrické jiskry na vlhký vzduch
→ HNO_3

- zkoumal složení zemské atmosféry

- ~ 79 % - flogistovaný vzduch (= dusík)

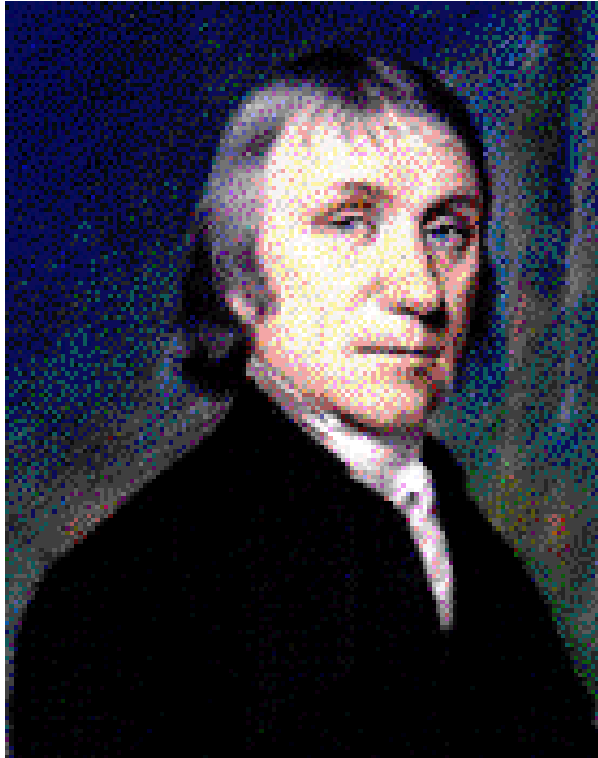
- ~ 21 % - deflogistovaný vzduch (= kyslík)

- 1/120 zemské atmosféry - třetí plyn

- (= argon, Ramsay a Rayleigh, 1894)

zásluhy za objevy, které učinil Cavendish, si připsali jiní vědci - Ohmův zákon, Daltonův zákon parciálních tlaků, podstata elektrické vodivosti aj.

JOSEPH PRISTLEY



Joseph Priestley
(1733 Fieldhead u Leedsu
-1804, Northumberland)

anglický kazatel a chemik

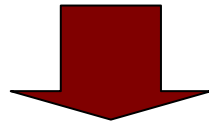
- **1765- doktorát práv na University of Edinburgh**
- **1767 - *The History and Present State of Electricity***
→ člen Royal Society
- **1767 - žil v Leedsu v blízkosti pivovaru**
→ experimenty s "*fixed air*"
- **1772 - oznámil vynález sodovky - "*mephitic julep*" - měla chránit před kurdějemi na zámořských cestách**
- **1772 - *Experiments and observations on different kinds of air (1772-1777)***
- předložil Royal Society

- **1772 - členem Francouzské akademie věd**
(*Royal Académie des Sciences*)
- **1780 - členem Petrohradské akademie**
- **1791 - kvůli politickým názorům dům a laboratoř P. v Birminghamu vypleněny a zapáleny**
- **1794 - vystěhoval se do Northumberlandu, Pennsylvania**
- **1804 - umírá**

Experiments and observations on different kinds of air (1772)

- **"nitrous air - sanytrový vzduch" (NO)**
- působením Cu na HNO_3
- **"alkaline air" (NH_3)**
- **"marine acid air" (HCl)**
- **"vitriolic air" (SO_2)**
- **"phlogisticated nitrous air"**
- flogistovaný sanytrový vzduch" (N_2O)

- "*dephlogisticated air*" (O_2) (1.8.1774)
- páčil *Mercurius rubeus calcinatus per se* (HgO) lupou



vzduch není prvek

Pristley kyslík isoloval a zjistil jeho význam pro hoření

Teoretický význam kyslíku rozpoznal až Lavoisier

CARL WILLIAM SCHEELE



Carl William Scheele
(1742, Stralsund - 1786, Köping)

švédský chemik

- **1775 - zvolen do Švédské královské akademie věd**
 - **jediný lékárník, který byl až dosud takto vyznamenán**
- **zemřel v necelých 43 letech otravou v důsledku svých experimentů**
(např. zkoušel chuť HCN)

- **lékárník v Stockholmu, Uppsale a Köpingu**
- **přesvědčený zastánce flogistonové teorie**
- **objevil kyslík - "ohnivý vzduch" (1772-3, ale publikoval až v roce 1777) (Pristley 1774)**
- **kyslík vyráběl různými způsoby, mj. z oxidu rtuťnatého, nitrátů K a Mg, ze směsi MnO_2 s kyselinou sírovou**
- **zjistil, že atmosférický vzduch obsahuje ca 1/4 kyslíku**

- **s primitivním vybavením izoloval a určil mnoho látek**

kyselinu fluorovodíkovou, jablečnou, vinnou, citronovou, šťavelovou; glycerol, acetaldehyd, oxid barnatý, molybden, wolfram

objevil bělicí účinky chloru, oxidační vlastnosti manganistanu draselného, navrhl výrobu sody a fosforu

DALŠÍ VÝZNAMNÉ OSOBNOSTI TOHOTO OBDOBÍ

Caspar Neumann (1683-1737)

Andreas Sigismund Margraff (1709-1782)

Michail Vasiljevič Lomonosov (1711-1765)

HODNOCENÍ FLOGISTONOVÉ TEORIE

- ◆ Po více než století představovala jedinou ucelenou chemickou teorii
- ◆ Byla impulsem pro rozsáhlé experimentování, na jehož výsledcích mohli stavět další badatelé
- ◆ Flogistonová teorie vysvětlovala (ovšem **chybně**):
 - hoření, kalcinaci, redukci *calces* (kovových oxidů)
 - rozpouštění kovů v kyselinách
 - dýchání živých bytostí
- ◆ Nevysvětlila kvantitativní průběh reakcí
flogiston má "negativní váhu"

Flogistonová teorie, ačkoliv nesprávná, sehrála významnou roli ve vývoji chemie. Umožnila do jisté míry systematizovat existující chemické koncepce a nahlížet na různé pochody v přírodě i v laboratoři ze společného, byť chybného, hlediska.

PŘEHLED TEHDY ZNÁMÝCH PLYNŮ

		CO	CO ₂	N ₂ O	NO	NO ₂	H ₂	SO ₂	Cl ₂	HCl	NH ₃	O ₂
Helmont	~1600	x	x		x	x		x	x			
Black	1750		x									
Cavendish	1766						x					
Scheele	(1772)											x
Pristley	1774			x	x					x	x	x

	van Helmont	Stahl	Black	Cavendish	Scheele	Pristley
CO ₂	gas sylvestre		fixed air			fixed air
N ₂		Phlogistische Luft				
N ₂ O						phlogisticated nitrous air
NO						nitrous air
SO ₂		Dephlogistische Schwefel				vitriolic air
HCl						marine acid air
NH ₃						alkaline air
H ₂				inflammable air		
O ₂		Dephlogistische Luft			fire air	dephlogisticated air