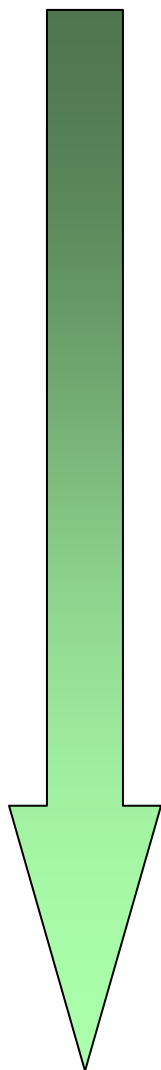


**POČÁTKY  
NOVODOBÉ  
CHEMIE**

**CHEMICKÁ REVOLUCE**



<b>Alchymie</b>		<b>300 - 1600</b>
<b>Iatrochemie</b>	<b>(Paracelsus)</b>	<b>~ 1510</b>
<b>Flogistonová teorie</b>	<b>(Stahl)</b>	<b>1697</b>
<b>Pneumatická chemie</b>	<b>(Black)</b>	<b>~ 1750</b>
<b>Oxidační teorie</b>	<b>(Lavoisier)</b>	<b>1777</b>
<b>Atomová teorie</b>	<b>(Dalton)</b>	<b>1807 ...</b>



# SPOLEČENSKÉ ZMĚNY

- selhání alchymistických teorií
  - transmutaci nelze provést
  - základní "elementy" nejsou nerozložitelné ("prvky" nejsou prvky)
- postupující vliv racionalismu a osvícenství (Descartes, Spinoza, atd.)
- přechod od empirie a spekulace ke kvantitativnímu pojmání chemických procesů

# OVLIVNĚNÍ VÝVOJE MODERNÍ CHEMIE

- **Výchozí stav**

- **dostatek empirických informací**

- chemická praxe a alchymické experimenty shromáždily množství informací, ovšem neuspořádaných

- **nevyhovující teoretický základ**

- flogistonová teorie je spekulativní a obsahující iracionální postuláty

- flogiston je sám iracionální povahy

- nebylo možné jej jakkoliv dokázat

- **neexistence formálního jazyka**

- alchymické názvosloví bylo nesystematické a matoucí

- **Jednotící přístupy**

- **boj proti flogistonové teorii**

- **kvantitativní přístup**

- přesné vážení a měření = nutný předpoklad  
všech experimentů**

# FLOGISTON

Flogistonici: hořlavá látka → "popel" + flogiston 



"popel" by měl být lehčí než původní látka

Experimenty: "popel" je těžší než původní látka

Nárůst hmotnosti při hoření/kalcinaci flogistonici vysvětlovali:

- nakypřením látky v důsledku sloučení s flogistonem (Stahl)
- negativní hmotností flogistonu (G. de Morveau)

## Joseph Black (1728-1799)

- jsou  $\text{MgCO}_3$  (*magnesia alba*) a  $\text{CaCO}_3$  totožné látky ?
- dokázal, že i přes některé shody jde o odlišné látky
- **podstatně důležitější** bylo zjištění, že při žíhání jedné i druhé látky uniká plyn, který se opět může vázat



- změna váhy látky je dána unikáním nebo  
pohlcením plynu,  
**NIKOLIV** existencí flogistonu

- Blackovy práce překročily meze flogistonové teorie -  
staly se východiskem Lavoisierovy "kyslíkové teorie",  
kterou nakonec sám přejal
- vyvolaly ovšem četné polemiky a spory



# KYSLÍK

## Carl William Scheele (1742-1786)

- "ohnivý vzduch" (1772-3, ale publikoval až v roce 1777)
- z  $\text{HgO}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$

## Joseph Priestley (1733-1804)

- "*dephlogisticated air*" (1774)
- páčil lupou *Mercurius rubeus calcinatus per se* ( $\text{HgO}$ )

# Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)

- 1774 zopakoval pokusy Priestleye

- referoval o nich v Královské akademii

*Mémoire sur la calcination de l'étain dans les vaisseaux fermés et sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquiert ce métal.*

(Pojednání o kalcinaci cínu v uzavřených nádobách a příčině zvětšení váhy, kterou přijímá tento kov.)

*Observations sur la physique.*

(Fyzikální pozorování)

## Rozdílné pozice

- ◆ Priestley - flogistonik (kyslík = deflogistovaný vzduch)
- ◆ Lavoisier - završení přípravné etapy, vedoucí k vyvrácení flogistonové teorie

# Lavoisierova teorie hoření

1777 *Mémoire sur le combustion général.*

(Všeobecné pojednání o hoření)

- při každém hoření se vyděluje ohňová hmota (*matière de feu*) a světlo
- hoření může nastat pouze v přítomnosti kyslíku
- při hoření se vzduch rozkládá a váha spálené hmoty se zvyšuje o množství rozloženého a pohlceného vzduchu
- při hoření se látky mění na kyselinu a to v důsledku té látky, která zvětšila váhu spaliny

chybná představa

odtud pocházejí názvy *oxygène*  
(tvořící ocet), *kyslík*, *kyselina*

## "dvanáctidenní pokus" - březen 1775

12 dní zahříval rtuť na vzduchu ve zvonovité nádobě při teplotě blízké bodu varu (357°C)

♦ objem vzduchu se zmenšil



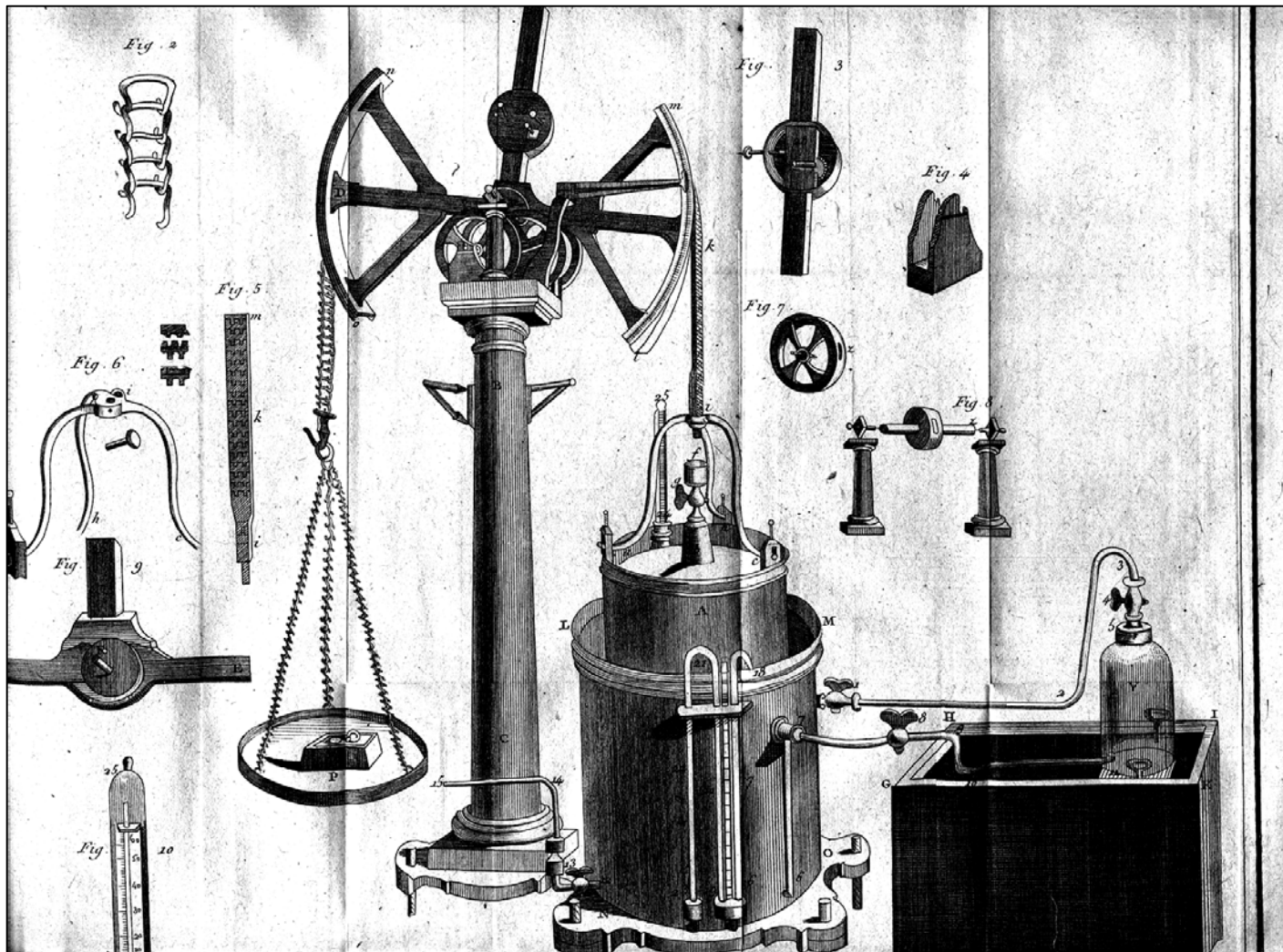
podle flogistonové teorie měl být uvolněn flogiston

záhřev v retortě (při teplotě lehce nad bodem varu Hg) přeměnil **calx** zpět na rtuť

♦ stejný objem "vzduchu" se uvolnil



podle flogistonové teorie to není možné



Lavoisierův "gasomètre (plynoměr)



Laboratoire de Lavoisier

Les paramètres de Lavoisier, 1784

# totální popření flogistonové teorie

28.6.1785 přednáška v *l'Academie Royale des Sciences*

- ***Réflexions sur le phlogistique pour servir de suite à la théorie de la combustion et de la calcination publiée en 1777.***

(Úvahy o flogistice, sloužící jako dodatek k teorii hoření a kalcinace, uveřejněné v roce 1777.)

**od formulování flogistonové teorie Stahlem v roce 1697 uplynulo 88 let**

## Lavoisierova oxidační teorie vedla k rozkolu na vědecké frontě

Novou teorii podpořili

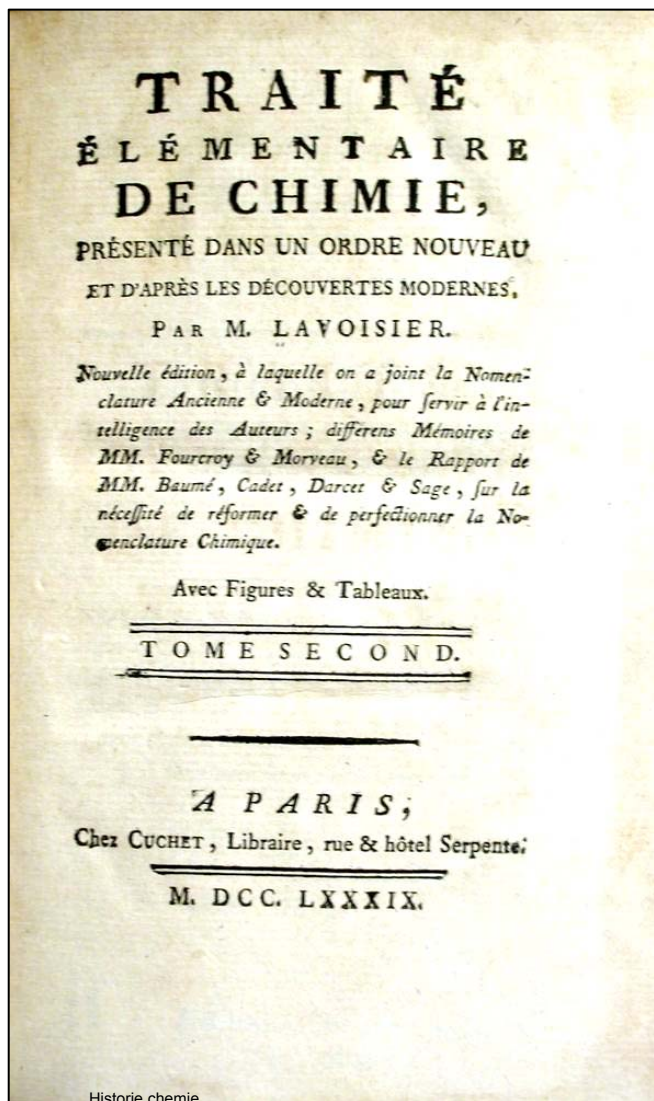
- ve Francii Fourcroy, Guyton de Morveau, Berthollet
- v Anglii Black, posléze Kirwan (1792)
- v Německu dlouho setrvali na nacionalistických stanoviscích a "francouzskou" teorii odmítali

**Postupně byla oxidační teorie přijata všemi chemiky**

**Oxidační teorie není ale obecným základem chemie (za níž ji považoval L.) - tím je ATOMOVÁ TEORIE**



# LAVOISIER



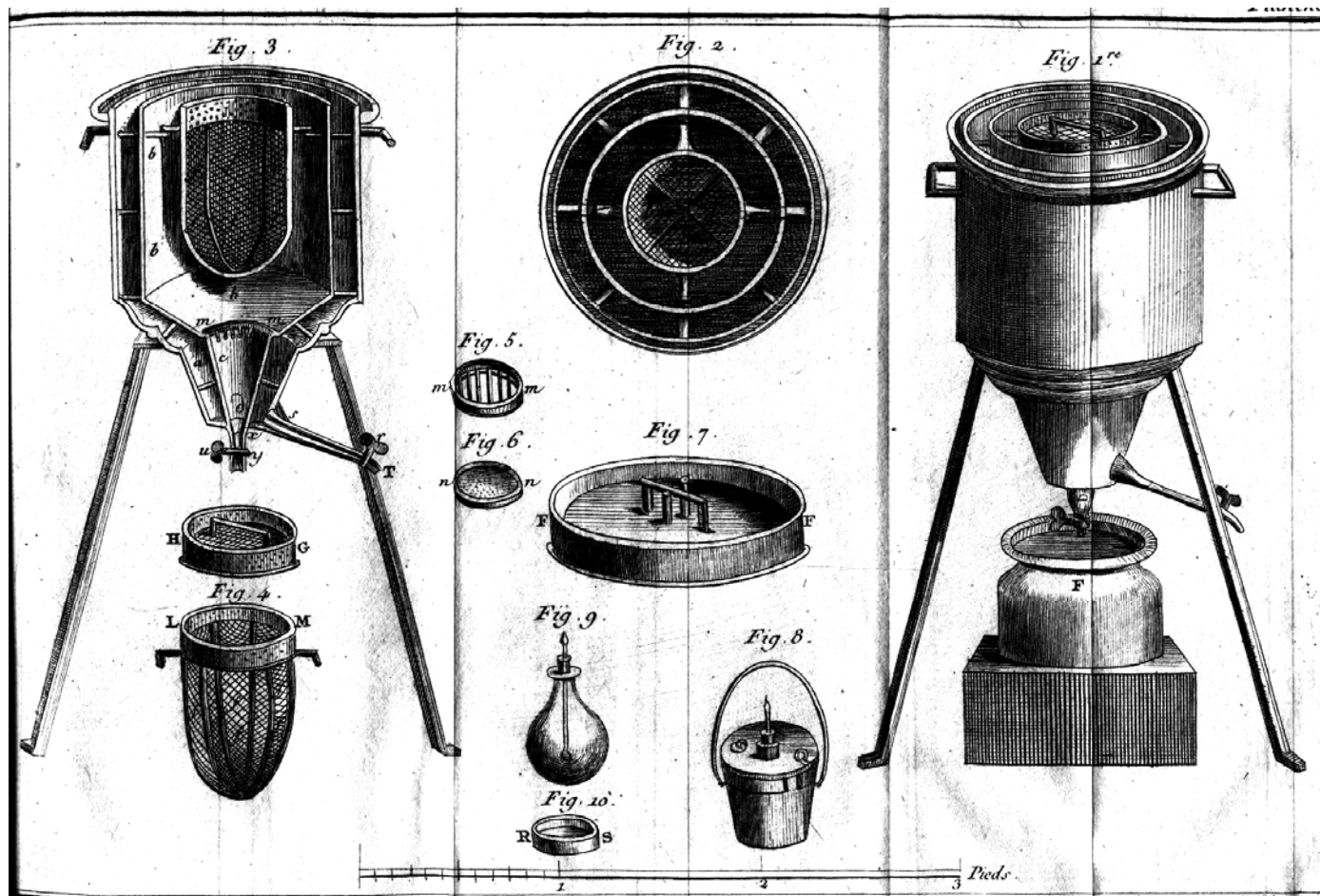
***Traité élémentaire de chimie.***  
(Elementární učebnice chemie), **1789**

**první moderní učebnice  
chemie**

**tři oddíly**

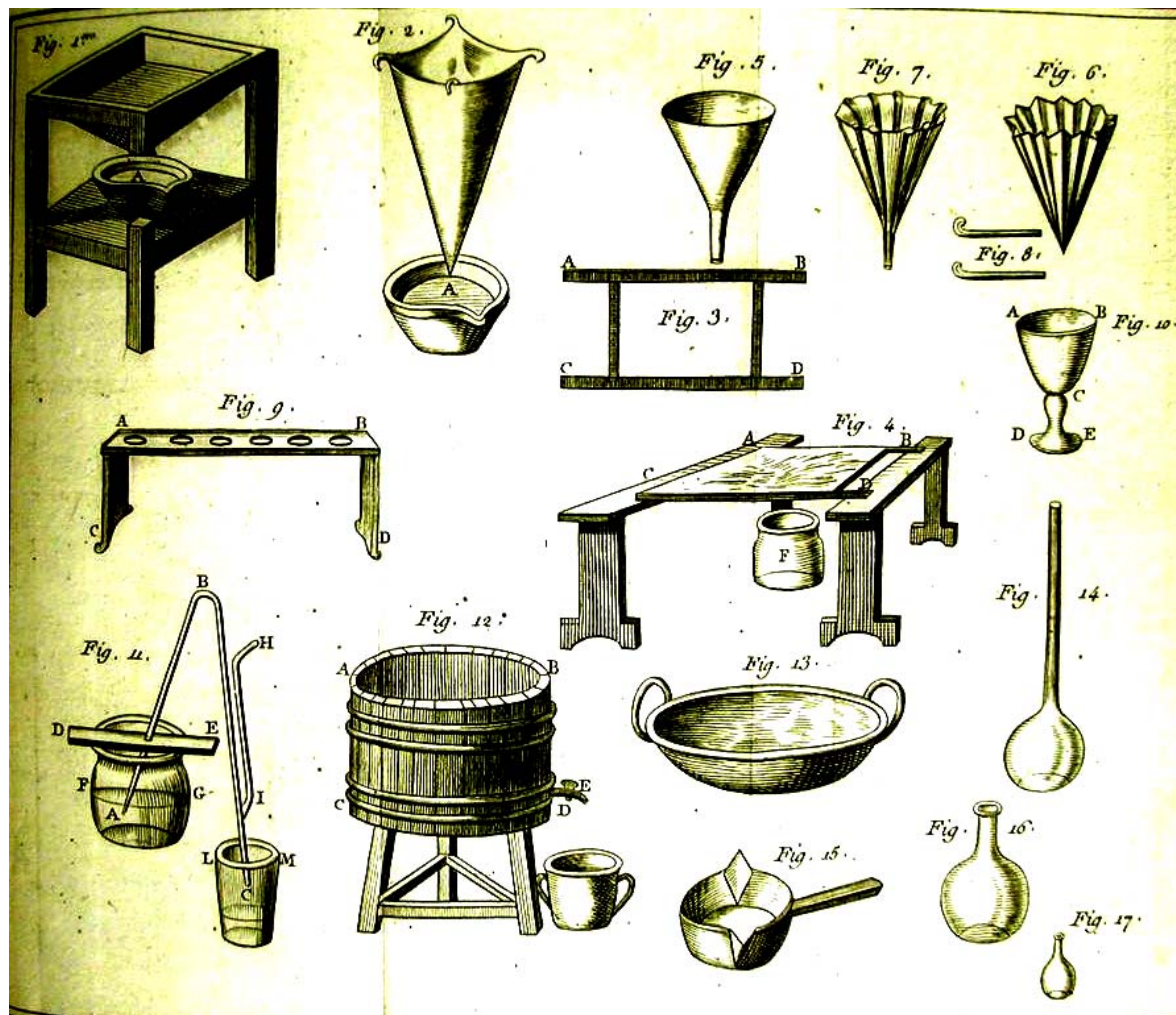
- výklad nové koncepce
- nomenklatura složených látek
- experimentální příručka

# LAVOISIER - Traité élémentaire de chimie

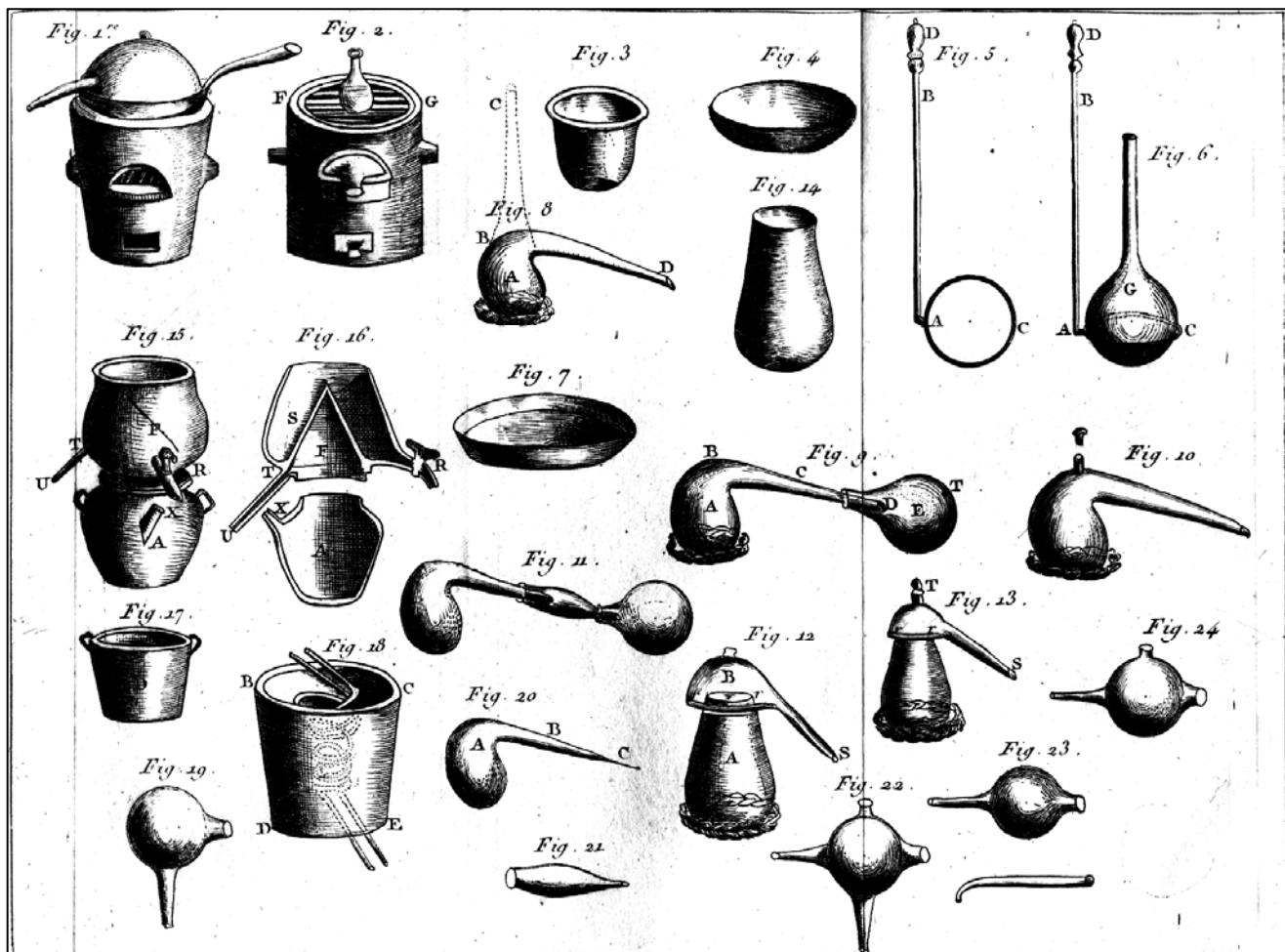


## Kalorimetr



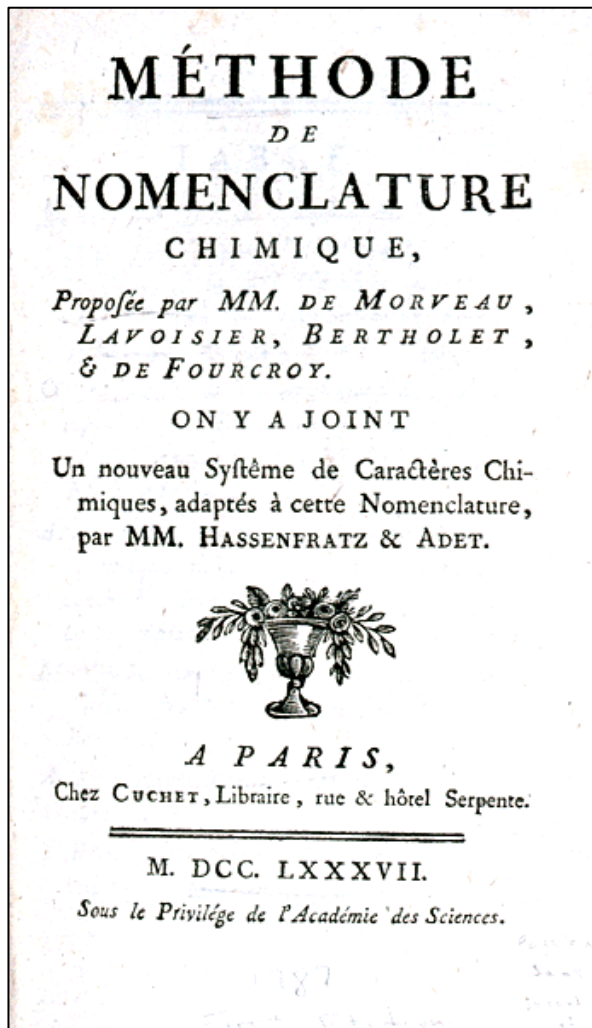


## Různé chemické nádobí a náčiní



## Různé chemické nádobí a náčiní

# LAVOISIER - nomenklatura



## ***Méthode de Nomenclature Chimique.***

(Metoda chemické nomenklatury), 1787

spoluautoři:

Louis Bernard Guyton de Morveau  
(1737-1816)

Claude Louis Berthollet  
(1748 - 1822)

Antoine Francois Fourcroy  
(1755-1809)

# TABLEAU DE LA NOMENCLATURE CHIMIQUE!

PROPOSÉE PAR MM. DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLET ET DE FOURCROY, en Mai 1787.

	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.	
	SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.		MISES À L'ÉTAT DE GAZ PAR LE CALORIQUE.		COMBINÉES AVEC L'OXYGÈNE.		OXYGÉNÉES GAZEUSES.		OXYGÉNÉES AVEC BASES.		COMBINÉES SANS ÊTRE PORTÉES À L'ÉTAT D'ACIDE.	
	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.	NOMS PROPRES, ou adjectifs.	NOMS ANCIENS.
1	Lumière.											
2	Chaleur.	Chaleur animale, ou matière de la chaleur.										
3	Origine.	Issue de l'air vital.	Issue de l'air, avec II parties de la lumière combinées à la moitié de l'air phlogistique.	Air phlogistique, ou air vital.								
4	Hydrogène.	Issue de gaz inflammable.	Gaz hydrogène.	Gaz inflammable.	Ess.	Ess.						
5	Azote, ou Radical azotique.	Issue de l'air phlogistique, ou de la moitié de l'air phlogistique.	Gaz azotique.	Air phlogistique, ou air vital atmosphérique.	Issue de gaz azotique. Acide azotique. Et avec trois d'oxygène. Acide azotique.	Ess. de gaz azotique. Acide azotique.	Gaz azotique. Gaz acide azotique.		Nitrate de potasse. De soude, &c. Nitrate de potasse.	Nitrate commun. Nitrate salpêtre.		
6	Carbone, ou Radical carbonique.	Charbon pur.			Acide carbonique.	De fer, ou acide carbonique.	Gaz acide carbonique.	De fer, ou acide carbonique.	Carbonate d'oxyde de fer, &c. Carbonate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Carbonate de fer. Carbonate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Carbonate de fer. Carbonate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	
7	Soufre, ou Radical sulfureux.				Acide sulfureux.	Acide sulfureux.			Sulfure de potasse, de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Sulfure commun. Sulfure salpêtre.		
8	Phosphore, ou Radical phosphorique.				Acide phosphorique.	Acide phosphorique.			Phosphate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Phosphate commun. Phosphate salpêtre.		
9	Radical manganésien.				Acide manganésien.	Acide manganésien.	Gaz acide manganésien.	Gaz acide manganésien.	Manganèse de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Manganèse commun. Manganèse salpêtre.		
10	Radical boracique.				Acide boracique.	De soude.			Matière cristalline de soude ou borax. Matière de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Borax de soude.		
11	Radical fluorique.				Acide fluorique.	Acide fluorique.	Gaz acide fluorique.	Gaz acide fluorique.	Fluorure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Fluorure commun. Fluorure salpêtre.		
12	Radical nitrique.				Acide nitrique.	Fauche nitrique.			Nitrate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Nitrate commun. Nitrate salpêtre.		
13	Radical tartreux.				Acide tartreux.	Fauche tartreux.			Tartrate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Tartrate commun. Tartrate salpêtre.		
14	Radical pyro-sulfurique.				Acide pyro-sulfurique.	Acide pyro-sulfurique.			Pyro-sulfure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Pyro-sulfure commun. Pyro-sulfure salpêtre.		
15	Radical selenique.				Acide selenique.	Acide selenique.			Sélénure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Sélénure commun. Sélénure salpêtre.		
16	Radical tellurique.				Acide tellurique.	Fauche tellurique.			Tellure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Tellure commun. Tellure salpêtre.		
17	Radical arsenique.				Acide arsenique.	Fauche arsenique.			Arsénure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Arsénure commun. Arsénure salpêtre.		
18	Radical stannique.				Acide stannique.	Fauche stannique.			Stannure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Stannure commun. Stannure salpêtre.		
19	Radical phosphoreux.				Acide phosphoreux.	Fauche phosphoreux.			Phosphore de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Phosphore commun. Phosphore salpêtre.		
20	Radical silicique.				Acide silicique.	Fauche silicique.			Silice de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Silice commun. Silice salpêtre.		
21	Radical boracique.				Acide boracique.	Fauche boracique.			Borax de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Borax commun. Borax salpêtre.		
22	Radical fluorique.				Acide fluorique.	Fauche fluorique.			Fluorure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Fluorure commun. Fluorure salpêtre.		
23	Radical nitrique.				Acide nitrique.	Fauche nitrique.			Nitrate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Nitrate commun. Nitrate salpêtre.		
24	Radical tartreux.				Acide tartreux.	Fauche tartreux.			Tartrate de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Tartrate commun. Tartrate salpêtre.		
25	Radical pyro-sulfurique.				Acide pyro-sulfurique.	Fauche pyro-sulfurique.			Pyro-sulfure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Pyro-sulfure commun. Pyro-sulfure salpêtre.		
26	Radical selenique.				Acide selenique.	Fauche selenique.			Sélénure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Sélénure commun. Sélénure salpêtre.		
27	Radical tellurique.				Acide tellurique.	Fauche tellurique.			Tellure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Tellure commun. Tellure salpêtre.		
28	Radical arsenique.				Acide arsenique.	Fauche arsenique.			Arsénure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Arsénure commun. Arsénure salpêtre.		
29	Radical stannique.				Acide stannique.	Fauche stannique.			Stannure de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Stannure commun. Stannure salpêtre.		
30	Radical phosphoreux.				Acide phosphoreux.	Fauche phosphoreux.			Phosphore de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Phosphore commun. Phosphore salpêtre.		
31	Radical silicique.				Acide silicique.	Fauche silicique.			Silice de soude, de chaux, de magnésie, de baryte, de strontine, de fer, &c.	Silice commun. Silice salpêtre.		

- nomenklatura založena na oxidační teorii
- látky jsou rozděleny na jednoduché a složité
- složité látky mají dvojslovný (binominální) název
  - první slovo - příslušnost do určité třídy
  - druhé slovo - vymezuje druh
  - druh je dále specifikován koncovkou  
(*-igne, -eux, apod.*)

**Carolus LINNAEUS (Linné) (1707-1778)**

Systema Naturae

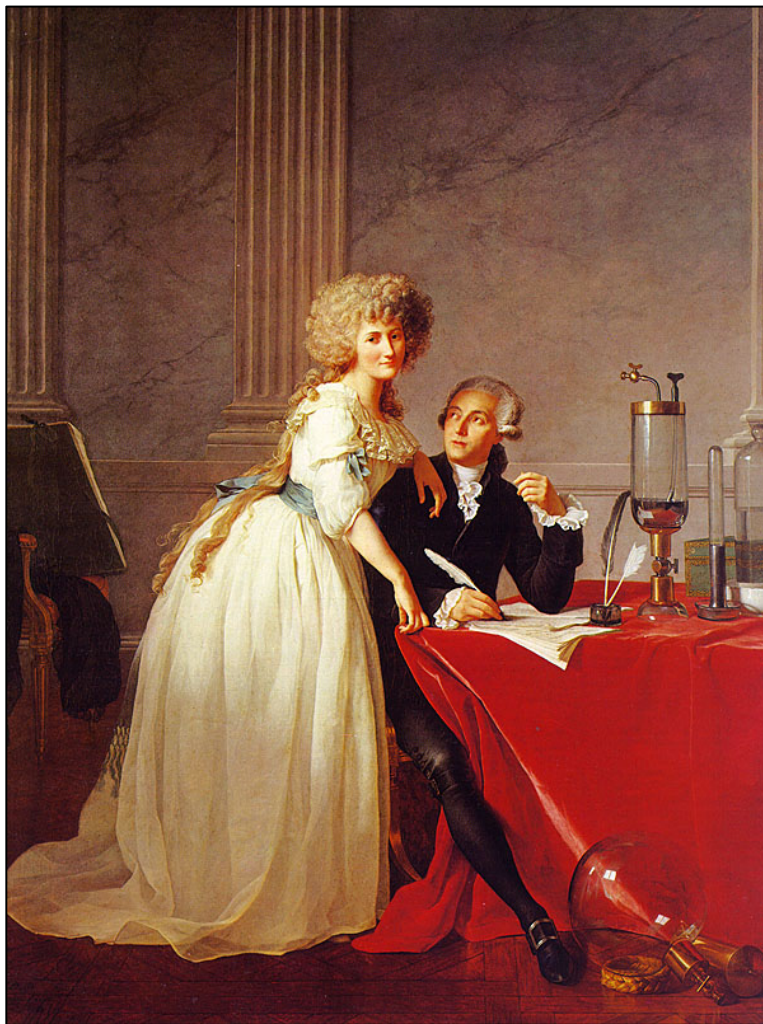
10. vydání 1758 → *genus a species*



## Příklady

	dnešní vzorec
<b>sulfate de potasse</b>	<b><math>K_2SO_4</math></b>
<b>phosphate de soude</b>	<b><math>Na_3PO_4</math></b>
<b>oxalate acidule de potasse</b>	<b><math>KHC_2O_4</math></b>
<b>acide carbonique</b>	<b><math>CO_2</math></b>
<b>acide sulfurique</b>	<b><math>H_2SO_4</math>, <math>SO_3</math></b>
<b>acide sulfureux</b>	<b><math>SO_2</math></b>

# LAVOISIER - životopis



Historie chemie **JACQUES LOUIS DAVID**  
(1748-1825)

## Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)



Miroslav Novák, VŠCHT

**\* 26. srpna 1743 v bohaté pařížské rodině**

**1754-1761 vystudoval práva na prestižní *Collège Mazarin*  
práva nikdy nepraktikoval**

**1764 (21) - začal studovat matematiku a přírodní vědy  
(botaniku, astronomii a geologii)**

**1768 (25) - člen Francouzské akademie věd  
(*Academie Royale des Sciences*)**

**1768 zakoupil se ve *Ferme Générale* (společnost pro nájem daní)**

**1771 (28) oženil se s třináctiletou Marie-Anne Pierette Paulze**

**1775 ředitel královské správy pro střelný prach a sanytr  
(*Régie des Poudres et Salpêtres*, Správa pracháren a sanytráren)**

**24. 11. 1793 rozkaz k zatčení**

**8. 5. 1794 (v 51 letech) - odsouzen spolu s dalšími 32 fermiery  
(nájemci daní) a guillotinován  
(datování podle republikánského kalendáře: 18. floréal III)**

## Odůvodnění rozsudku

- zpronevěra fondů
- nadměrný zisk
- nezákonné rozdělování dividend
- neoprávněné zpoždování plateb do státní pokladny
- zvyšování zisku přidavkem nadměrného množství vody do tabáku
- využití tohoto zisku *"k úkladům proti francouzskému lidu se záměrem podporovat všemi možnými prostředky úspěch nepřátel Francie"*

**Jean Baptiste Coffinhal** (předseda revolučního tribunálu):

***La république n'a pas besoin de savants. Il faut que la justice suive son cours.*** (Republika nepotřebuje učence. Necht' právo koná svoji povinnost.)

**Joseph Louis de Lagrange** (významný matematik):

***Stačila chvílka na odseknutí této hlavy a možná sto let bude potřeba, než se zrodí další, podobná téhle.***

6. 8. 1794 Coffinhal popraven

12.8.1796 tryzna za L., hlavní řečník Fourcroy

## Proč byl skutečně popraven ?

? *Ferme Générale*

? *Régie des Poudres et Salpêtres*

? odmítl Maratovo pojednání o ohni

(Marat: *L. je šarlatán, zcizuje myšlenky, mění soustavy jako střevíce*)

? byl prostě bohatý

# LAVOISIER - hodnocení

## Pracovní metoda L. byla založena na třech principech

- ◆ každá chemická reakce je rovnicí - tato rovnost je kvantitativní povahy a je verifikována vážením a měřením složek před a po reakci
- ◆ platnost chemické analýzy (rozkladu) je nutno potvrdit syntézou z prvků nalezených analýzou, která vede k přesně k stejné látce
- ◆ zákon zachování hmoty je matematický zákon s obecnou platností a nikoliv pouze filosofická koncepce
  - je aplikovatelný ve všech vědních oborech
  - v chemii je ověřován systematickým používáním vah



**dovršuje předcházející etapu vědy -  
odkrývá smysl nahromaděného, ale nesprávně  
interpretovaného materiálu**

- **vymýtil flogistonovou teorii, vybudoval oxidační teorii**
- **účastnil se zavádění metrické soustavy**
- **zavedl platný koncept chemického prvku**
- **položil základy platné chemické nomenklatury**
- **význačné osobní vlastnosti**
  - **přesná metodika práce**
  - **bystrý úsudek**
  - **ohromný rozsah vědecké činnosti**

**jeho práce byla - bohužel - násilně přerušena**

## DALŠÍ VÝZNAMNÍ FRANCOUZŠTÍ CHEMIKOVÉ

**Louis Bernard Guyton de Morveau** (gitón d morvó; 1737-1816)  
spoluautor *Méthode de nomenclature chimique*. (1787)

**Antoine Francois Fourcroy** (furkroá; 1755-1809)  
*Système des connaissances chimiques*. (1800)  
(Soustava chemických znalostí)

**Claude Louis Berthollet** (bertolé; 1748-1822)  
*Recherches sur les lois des affinités chimiques*. (1803)  
(Zkoumání zákonitostí chemických vztahů)

**Louis Nicholas Vauquelin** (voklén; 1763-1829)

- objev **Cr, Be**
- **nikotin** (1810), **pektin**, **kyselina asparagová**

Wurz (vyrc; 1868): "**Chemie je francouzskou vědou,  
vytvořenou nesmrtelným Lavoisierem.**"  
= **Disciplina (franco)gallica** - to se nelíbilo německým chemikům

# ZÁKON ZACHOVÁNÍ HMOTY

**Anaxagorás**, 450 př.n.l.: *"Nic se nezrodí nebo nezhyne, ale již existující věci se spojují a opět oddělují."*

**Jean Rey** (1583-1645), 1630: *Essais sur la recherche de la cause pour laquelle l'étain et le plomb augmentent de poids quand on les calcine.* (Eseje o zkoumání příčin pro které cín a olovo zvětšují váhu, jsou-li žíhány)

*"Tíže je natolik vázána na základní materii elementů, že pokud se mění jeden ve druhý vždy si podrží stejnou váhu."*

**Edme Mariotte** (1620-1684), 1678: *Essai de logique*. (Esej o logice)

**"Je všeobecnou pravdou nebo přírodním pravidlem, že příroda nedělá nic z ničeho, a že tato matérie se nikdy neztratí."**

**Issac Newton** (1642-1727), 1704: *Optics*

**"...hmota je formována do pevných, celistvých, tvrdých, neprostupných a pohyblivých částic, takové velikosti a tvaru a v takovém množství a proporcích, které je činí nejvhodnější k účelům, ke kterým byly určeny."**

**Michail Vasijevič Lomonosov** (1711-1765)

1748 - v korespondenci s matematikem Leonhardem Eulerem popsal princip zákona zachování hmoty

1760 - publikoval

**Lavoisier** (1743-1794)

není autorem zákona ani se nikdy nesnažil demonstrovat jeho platnost, ale je u něj příkladem, který plně definuje jeho vědecké metody: všechno může být zváženo a spočteno, celkový výstup musí být vždy roven celkovému vstupu.

*Traité élémentaire de chimie*, Paris, Cuchet, 1789:

***Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme.***

(Nic se neztrácí, nic se netvoří, vše se transformuje = Anaxagorás: Nic se nezrodí nebo nezhyne, ale již existující věci se spojují a opět oddělují.)