

tem efformant, natura ejusdem minerosam fertilitatem indicare potest, ac solet. Lapidem graniticum, generatim loquendo, minerarum matricem non constituere satis constat: contra vero Schistus, Marmor, s. Sphatum calcareum, ac ponderosum, metallorum matrix sæpissime deveniunt.

4.º Exhalationes: ex his enim quarundam minerarum decompositio, destructioque concluditur.

5.º Productiones: constat enim montem metallicas substantias sinu suo foventem, vegetationi minus aptum esse, cum vegetantia cuncta ibi maxime languescant.

6.º Aquæ: cum enim hæ per subterraneas montium metalliferorum rimas, & canales fluant, fieri nequit, quin minerarum particulis imprægnentur.

Hinc ex aquarum gustu, cæterisque proprietatibus minerarum existentia proditur; Reagentia vero corpora, earumdemque evaporatio, ad substantiæ metallicæ naturam detegendam nos tutissime ducunt.

Horum

Horum tamen omnium signorum nullo, quamvis alia aliis sint tutiora, fidentum; siquidem aut pauperrimam explorarique nullatenus dignam produnt sæpe venam, aut etiam omnino circa minerarum ibi existentiam decipere possunt Metallurgum. Tutissimam igitur ibit viam, cui *terebrâ metallurgicâ* (*Sonda*) uti placuerit.

### §. II.

Interna montis metalliferi consideratio docet Metallurgum, quotuplici modo mineræ metallicæ in sinu telluris dispositæ reperiantur. Offenduntur itaque potissimum vel 1.º cummulatæ; vel 2.º in venis plus minus extensis.

#### *Definitio.*

Venæ metallicæ dicuntur quidam tractus, s. fissuræ quædam subterraneæ, quæ substantia metallica a terris, s. lapidibus involventibus distincta replentur.

### §. III.

Venæ tum majores, cum minores, s.

venulæ, five ramuli metallici, pro diversa quam sequuntur directione, esse possunt,

- A. Rectæ,
- B. Obliquæ,
- C. Flexuosæ.

Ratione vero crassitiei sunt, vel

- A. Venæ majores, seu simpliciter venæ;
- B. Venæ minores, s. venulæ, ramuli, s. *fibræ venosæ*.

Quoad continuitatem spectat, sunt vel

- A. Continuæ,
- B. Abcissæ, s. turbatæ.

#### §. IV.

Tria circa venas metallicas quascumque præcipue animadvertenda: scilicet,

- 1.º Earum directio, & ad horizontem inclinatio;
- 2.º Earum vis;
- 3.º Substantia involvens.

A.

A. Venarum metallicarum directionem, multiplicesque inclinationis gradus (proxime saltem) mensurare (sequent. Art.) edocebimus.

B. Venarum vis ex earumdem longitudine, latitudine, ac profunditate determinatur. Hæc non in diversis tantum venis, sed non raro quoque in eadem summopere variant. Siquidem dantur venæ notabilis adeo longitudinis, ut, vel si vallis, fluviisque interjaceat, ad unius pluriumve leucarum distantiam protendantur nobiliores nonnunquam, s. ditiores, postquam abscissæ fuerant, quam in origine evadentes.

Contra vero, aliæ offenduntur, quæ vix a loco natali distant; ac cito pereunt.

Venarum latitudo etiam variationi subjacet; cum eadem plerumque vena quibusdam in locis vix pollicem æquet; in aliis pedum, ac tandem in aliis hexapedarum gaudeat latitudine.

Idem circa profunditatem tenendum est.

- C. Substantia venam metallicam obvolvens dicitur a Metallicolis *Matrix*, f. *Lapis venæ*: quæ iterum vel *Tectum*, vel *Lectum*, f. *Fundus* pendens, ac jacens, Wallerio, aliisque audiunt; quorum definitiones dedimus *P. I. Cap. I. Art. III. §. 2. 3.*

§. V.

Venarum ubertas trinæ ipsarum dimensionis rationem, longitudinis videlicet, latitudinis, ac profunditatis, non semper, imo raro sequitur. Dantur enim venæ solidæ satis atque compactæ, metalloque ditissimæ; dum alias reperire licet, in quibus substantia metallica maxima aut terrarum aut lapidum mole obvolvitur: aliarum pars extima, velut quadam chrySTALLIZATIONE metallica, vix obducitur; dum intus substantia metallica omnino destituitur. Quædam tandem colore metallico vix per totam suam substantiam tinguntur, pro vario, a quo originem duxerunt, oxydo.

ART.

## A R T. II.

*De Geometria subterranea.*

## §. I.

**S**CIENTIA illa, quæ fodinarum extensionem sibi proponit determinandam, Geometria audit subterranea; lineis maxime, angulisque dimetiendis accommodata.

## §. II.

Instrumenta quibus utitur sunt eadem, quæ in Geometriæ vulgaris, ac Trigonometriæ Rectilineæ praxi adhibentur; suntque præcipue

1.º Acus magnetica cum circulo in bis duodecim æquales partes, quæ horæ nominantur, diviso, quæque iterum in minores partes, octavas dictas, dividi solent. Adhibetur ad venarum directionem quamlibet relate ad Mundi plagas determinandam.

- 2.<sup>o</sup> Semicirculus in gradus, atque minuta distributus. Adhibetur ad venarum inclinationis gradus dimetiendos.
- 3.<sup>o</sup> Catena: instrumentum, quo distantiae mensurantur.

## §. III.

Quæ nobis passim Scientia, de qua agimus, proponit resolvenda problemata, haud quidem difficilia illis esse debent, qui Geometriæ, ac Trigonometriæ principiis instructi sunt. Logarithmicis enim sinuum, numerorumque tabulis calculos atque operationes multo evadent breviores. Qui vero plura huc spectantia desideraverint, adeant *Cl. Jars Itinera Metallurgica*.

## §. IV.

Ut quædam resolvantur, quæ in praxi & obvia magis, & utilia existunt, fit (Fig. 30) ABC planum verticale cujusdam fodinæ, in qua scilicet A venæ AD ad telluris superficiem detectæ originem refert: BG puteum exhibet verticalem viam hori-

horizontali GF, quæ AB est parallela, cujusque auxilio vena ipsa FHC, cujus origo ponitur esse in A, detecta fuit, communicantem. Ejus autem inclinatio per angulum GFH, quem ponimus =  $54^{\circ}$  = BAF, mensurata fuit.

Si deinde vena ipsa juxta eandem, five huic proximam directionem cum superius, tum inferius protendatur, tria sequentia solvi poterunt problemata.

PROBLEMA I.<sup>um</sup>

Sit, per actualem scilicet dimensionem, BG = 76, ac GF = 74 pedib. perquiritur horizontalis AB.

Ducatur recta FE BG parallela, eritque in triangulo AEF, AE : EF :: 1 : tg. A (posito nempe radio = 1.)

Igitur  $AE = \frac{EF}{tg. A} = \frac{BG}{tg. 54^{\circ}} = \frac{76}{tg. 54^{\circ}}$ . Jam

L.	76	- - - - -	1, 8808135
C L.	tg. $54^{\circ}$	- - - - -	9. 8612610
L.	AE	- - - - -	1, 7420745

Idcirco  $AE = 55, 22$  pedib. Adjectaque  $EB = FG = 74$  pedib. erit  $AB = 129, 22$  pedib.

PROBLEMA 2.<sup>um</sup>

Data nunc & horizontali  $AB$ , & angulo  $A$ , quæritur, quænam sit venæ longitudo, ab origine scilicet ad locum, ubi cum puteo verticali  $BG$  producto concurrat, supputando.

In triangulo rectangulo  $ABC$ , erit

$$i : \text{cos. } A :: AC : AB ; \text{ igitur } AC = \frac{AB}{\text{cos. } A} \\ = \frac{129, 22}{\text{cos. } 54^\circ}$$

$$L. 129, 22 - - - - 2, 1113297$$

$$C L. \text{cos. } 54^\circ - - - - 0, 2307813$$

$$L. AC - - - - - 2, 3421110$$

Hinc  $AC = 219, 84$  pedib.

PROBLEMA 3.<sup>um</sup>

Tandem data horizontali  $AB$ , una cum angulo  $A$ , putei verticalis  $BG$  altitudinem, f. profunditatem, ut ad venam  $AC$  perveniat, determinare.

In triangulo ABC erit  $1 : \text{tg. } A :: AB : BC = AB \times \text{tg. } A = 129,22 \times \text{tg. } 54^\circ$

L. 129,22 ----- 2,1113297

L.  $\text{tg. } 54^\circ$  ----- 0,1387390

L. BC ----- 2,2500687

Idcirco BC = 177,85 pedib.

### ART. III.

#### *De aeris innovatione in fodinis.*

##### §. I.

**N**OTISSIMA sunt, quæ ex aeris quomodocunque infecti inspiratione Metallicolis proveniunt incommoda: maximi igitur erit momenti aerem in metallifodinas introducere, ejusque circulationem ibi liberam reddere. Operæ pretium igitur nos esse facturos existimavimus, si media, quibus aer respirationi maxime conveniens in cavitatibus ad minerarum extractionem institutis conservari possit, indicaverimus.

##### §. II.

## §. II.

Observationibus constat thermometricis aeris atmosphaerici temperaturam hieme esse = 0 : sed iisdem tamen compertum est, quod si in modo dicta anni tempestate thermometrum in fodinae cujusvis aperturam introduxeris, eandem quidem temperaturam = 0 in ingressu exhibet; ad interiora tamen, ac profundiora loca progrediendo, ad gradum 10.<sup>um</sup> usque 12.<sup>um</sup> ascendit.

Æstate vero temperaturam aeris externi esse = + 20 gr. ejusdem generis observationes docuerunt; intromisso tamen thermometro, 9 usque 10 grad. infra zerum descendisse constat. (a)

Aer igitur atmosphaericus hiemali tempore 10<sup>es</sup> 12<sup>es</sup>ve densior, quam qui intra fodinarum cavitates reperitur, existit; contra vero, æstate 9<sup>es</sup> 10<sup>es</sup>ve rarior deprehenditur.

## §. III.

Posita itaque fodina qualibet duplici aper-

---

(a) *Jars. liinera Metallurg.* Tom. 1. pag. 340.

apertura instructa, altera quidem inferiori multo, altera vero sublimiori, necessario sequitur:

- 1.º Aerem atmosphæricum circulationem suam hiemali tempore ita esse peracturum, ut per inferiorem introductus aperturam, per superiorem egrediatur.
- 2.º Æstate autem per superiorem ingressum, per inferiorem exiturum.

*Propositio I.*

Detur via, s. campus subterraneus fodiendæ AB (*Fig. 31*), cujus in extremo altero sit apertura A; in altero vero puteus CB existat 10 aut 12 perticas aperturam A elevatione superans.

Cum sit ABC cavitas subterranea, aeris ibi contenti calor erit hieme = + 10 gr. dum atmosphære calor eadem tempestate = 0 reperitur (§. II.) Jam punctum B columna premit ejusdem cum atmosphæra altitudinis, cujus calor usque ad

ad  $C = 0$ , ex  $C$  vero ad  $B = + 10$  gr. reperitur.

Cum tamen supra punctum  $A$  prementis columnæ calor sit  $= 0$ , hinc graviolem esse eâ quæ in  $B$  premit fit manifestum: cum igitur in  $A$  gravitatem suam exerceat, aerem in  $AB$  contentum egredi per aperturam  $C$  compellat necesse est.

*Propositio II.*

Æstivo tempore aeris fodinam inhabitantis calor, scilicet in  $ABC$ , est  $= + 10$  gr.; cum atmosphæræ calor sit  $= + 20$  gr. (§. II.) Totius igitur columnæ supra  $A$  prementis temperatura est  $= + 20$  gr., cum illa quæ premit in  $B$  temperaturam habeat usque in  $C = + 20$ , ex  $C$  vero in  $B = + 10$  gr.: gravius igitur premens columna  $CB$  aerem in  $CA$  contentum per aperturam  $A$  illum egredi coget.

Hinc quoties in metallifodinis duplex instituta fuerit apertura, dummodo inæqualis sit utriusque altitudo, aer intra cavitates ipsas circulabitur.

## §. IV.

Observatum jam dudum fuit , aerem in mineris difficulter cum verno , tum quoque autumnali tempore circulationem suam absolvere ; hinc debilis admodum candelarum flamma , ob combustionem nimis debilem ac tardam , opera ipsa intermittere ut plurimum cogit Metallurgum. Phænomeni causa in eo posita est , quod aeris temperies intra minerarum cavitates eadem pene sit ac in atmosphæra: eadem igitur in columnis superincumbentibus densitas, aut ferme eadem , aeris circulationem impedit , eumque potius quasi in æquilibrio retinet.

## §. V.

Quoties igitur adest æqualis externi , internique aeris temperies , quæcunque demum causa fuerit , aerem combustionis ope instaurabimus , ad libereque circulandum determinabimus.

Sit puteus A B ( *Fig. 32* ) , cujus in ima parte canalis B C ad venam metalliferam prosequendam ducendus sit : aerem  
in

in C *ex gr.* deficientem quo pacto innovabimus?

Extruatur prope putei modo dicti orificium A furnus GE, camino EF satis elevato instructus: lateri vero ipsius putei canalis insit, cujus extrema pars altera G furno communicet; altera vero, prout opus ipsum progressum fuerit, producat veluti ex G in H; ex H in I. Admoto igne, aereque ex E usque ad F illico rarefacto, columna atmosphaerica in A gravior erit, aeremque in AB, ac BC contentum premens, illum per canalem IH EF egredi compellet: unde in spatio ABC continua fiet aeris circulatio.

Eadem omnino circa latus BD intelligenda veniunt, idque sive mons, aut fodina ipsa horisonti fiant parallela, sive diverso modo inclinentur; puteique directio perpendicularis sit, sive obliqua.

#### §. VI.

Hinc concluditur, quam turpiter errasset Metallurgus aperturas aeris innovandi obtentu multiplicando. Siquidem

- 1.° Si plures sint , omnesque ejusdem prorsus altitudinis aperturæ , omnes ab æqualibus atmosphæræ columnis æqualiter prementur : erit igitur æquilibrium , nullusque aeris motus stabiliri poterit.
- 2.° Operariorum impensæ multum quidem increverent ; nullo interim ipsius operis emolumento.
- 3.° Datis plurimis in fodina quavis aperturis , aquarum receptacula multiplicarentur , auctis in eadem ratione pro ipsius extrahendis & labore & impensis.

## §. VII.

Nonnunquam tamen accidit , ut multiplices institui præstet aperturas ; si nempe vena plurimis in locis simul extrahenda sit. Id autem locum habet :

- 1.° Quoties mons ipse metalliferus

ex-

excavationibus agendis facilem se præbet;

2.º Cum haud magna est illius elevatio, venaque metallica superficialis deprehenditur.

#### A R T. IV.

*De iis, quæ pro fodinarum natura, situque consulenda sunt.*

##### §. I.

**C**VM multiplex minerarum indoles, situsque diversus opera metallurgica variare nunquam non cogat Metallurgum, quasdam necesse est regulas indicare, ad quas ipse debet animum intendere.

*Regula I. Clima perpendendum est.*

Talis cognitio operationibus quibuslibet metallurgicis rite ordinandis, ac dirigendis inservit. Sunt namque regiones, ubi ardentior, sicciorque autumnus, quam canicula: sunt aliæ, in quibus nivium liquefactionis tempus magnopere variat, ita ut inundanda-

dationes, ruinæque prævideri certo nequeant. Dantur quoque, ubi impetuosisimi venti, ubi imbres, glacies, nix maxima anni parte persistunt, ac dominantur. Quæ omnia sedulo ad examen revocanda: quamvis enim venæ extractionem omnino non impediunt; lotionem tamen, exportationem, cæterasque operationes, quæ absque detrimento suspendi nequeunt, impedire apta nata sunt.

*Regula II.* Viarum distantia, conditioque considerentur.

Plurimæ existunt mineræ, in quibus permagnas opus est materiei massas, ut laventur, vel fusioni subjiciantur, alio transferre, fusaque metalla exportare. Præterea viarum ipsarum ratio habenda est, ut exportationum impensis, cæterisque quasi ad trutinam reductis; omne quod ex mineris capi poterit emolumentum æstimari valeat.

*Regula III.* Aquarum scaturiginis distantia, quantitas, ac soli natura, quod pertranseunt, inspicienda sunt.

Ex horum namque trium consideratione tempus, quo caloris actione in vapores abire poterunt, æstimare licebit. Perpendatur etiam, utrum in usus agrarios distrahi ipsæ soleant: ac tandem dies festos, quantum licuerit, perfectos habere oportet; ita enim profecti dies, ac in minerarum labores impendendi innotescunt.

*Regula IV.* Combustibilitium & quantitas, & natura consulantur.

§. II.

Aperturarum pro mineralium substantiarum extractione institutarum directio triplicem ob causam variare potest. Scilicet, vel 1.º pro montis figura; vel 2.º pro venæ profunditate; ac denique 3.º pro substantiarum montem constituentium indole.

§. III.

Methodus, qua via, loca, fauces, campi in fodinis aperienda sunt, atque ducenda, pro montium diversitate diversa quoque esse debet. Ita in monte, qui sa-

ro tantum, rupeve componitur, alia; alia vero in iis, qui vel terra tantum, vel terrarum simul ac rupium stratis constant, adhibenda est operandi ratio.

#### §. IV.

Aquæ in fodinis coacervatæ ipsarum laboribus, extractionique impedimento sunt. Extrahi idcirco debent: quod fit 1.º, si vasis ligneis, s. capsulis clausis ad superficiem, eadem omnino via, eademque machina, quibus minera ipsa educitur, eleventur: 2.º antliarum auxilio.

#### §. V.

Adhibitis licet aerem in fodinis instaurandi mediis superius (*Art. III.*) indicatis, fieri tamen potest, ut acidum carbonicum, (*aer mephiticus*) maxima copia evolutum, incommodum pariat operariis haud sane exiguum. Caveri idcirco quam diligentissime debet. Id autem duplici modo obtinebimus;

1.º Adhibitis ventilatoribus;

2.º Causticæ, s. potassæ, s. calcis solutionis ope.

## §. VI.

Hydrogenium tandem, haud exigua dum ex mineris extricatur copia, si ad candelarum flammæ contactum pervenerit, cum maximo operariorum vitæ discrimine inflammatum displodetur. Succensis igitur iteratis vicibus, ac per brevía satis temporis intervalla, combustibilibus corporibus, gas illud, si quod evolutum fuerit, destruetur.

## C A P. II.

## A R T. I.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Aurum.*

## §. I.

*Aurum arenis, terrisve immistum.*

**P**RIMA circa hanc mineram operatio lotione constat. Quæ ut recte fiat,

Construatur canalís A A ( *Fig. 34* ) ad quem perpetuo aqua decurrat. Com-  
mu-

municent cum eo parvuli canales B B, quibus aqua ad capsas C C defluat. Iam vero capsæ superimponi debent planis inclinatis D D, quæ & labris instructa, & intrinsecus pellibus arietinis, textile laneo, crasso, ac villoso obducta sint, oportet. Ipsamet denique plana D D versus extremitates E E angustiora sint, ibique cum horizontali capsâ F F communicent.

Sumatur minera, & in capsas C C injiciatur, quo statim canalibus B B aqua defluat. Capsis impletis, aqua exundans ad plana, imbricesve D D sponte decidet.

Iam vero manifestum est, aquam e capsis ad plana defluentem grandiusculas, graviorefque auri particulas secum non ferre, sed tenuiores tantum, & eas quidem terris adhuc, arenisque immistas.

Aqua delapsa per plana, seu imbrices D D, in capsam F F recipitur. Quum autem plana ipsa extremitatem versus angustiora sint, aquæ profecto fluxus aliquanto ibi retardatur, metallicæque tum particulæ ad fundum subsident, lanæ, aut villo plana obducenti adhærentes.

Quæ

Quæ autem simul cum aqua ad capsam FF delabuntur, cum ea iterum in capsas CC injicienda: operatioque toties iteranda, donec particulæ metallicæ penitus evolvantur, se seque a cæteris explicent corporibus.

Iam vero eadem machina, eademque operatio omnium minerarum lotioni aptissima est.

### §. II.

Quod si forte eveniat, ut tum terreæ, tum metallicæ particulæ nimium exiles sint, aut aquæ operationi perficiendæ non sufficiant; tum vero minera in ligneis alveolis lavanda, qui proinde varias in fundo rimas tribus, quatuorve lineis latas habeant necesse est; eoque modo doliis aqua repletis agitentur.

### §. III.

Si lotionis operatio auro e cæteris substantiis evolvendo satis non fit;

Amalgametur: prematur deinde per corium, ac tandem destilletur.

Et

Ea amalgamatio magnis vasis ferreis facienda: destillatio vero fictilibus retortis, aut etiam vitreis balneo arenæ impositis. Fornaces autem depressæ, adcurateque fabricatæ sint oportet: tum etiam variis desuper foraminibus instructæ, quibus retortæ & recipi & sustineri valeant, ut scilicet eodem temporis spatio plures simul destillationes fieri possint.

§. IV.

*Aurum matrici coagmentatum.*

Extrahatur, & a matrice maxima parte segregetur triturationis auxilio. Id autem ut perficiatur;

Duæ sint ligneæ columnæ AA & AA ( Fig. 33 ) ad perpendiculum collocatæ, ac solo infixæ. Iis vero in transversum adfigantur duæ aliæ BB, & BB, locis *c c c* &c. perforatæ, ita ut tamen inferioris foramina foraminibus superioris columnæ adcurate respondeant.

Prædictis foraminibus lignei mallei D D D introducantur, qui non solum  
suf-

suspensi maneant, verum etiam libere moveri possint. Ii vero mallei & prominentiis *EE* instructi, & inferne ferreo calceo *FF* armati sint necesse est.

Extet præterea rota *G* cum arbore *HH*, quæ variis prominentiis *iii* sub planorum inclinatorum forma, & in eadem cum malleorum prominentiis directione circuminstructa fit.

Sub malleis capsula *K* collocetur.

In eam igitur immittatur minera: rotæ *G* cum arbore *HH* aquæ, aut animalium vi circumvertatur. Tum vero arboris prominentiæ, prominentiis malleorum intricatæ, malleos ipsos sursum attolent, iterum super mineram alternis vicibus casuros, donec eam in pulverem contundant.

Et ea quidem machina, operatioque minerarum quarumlibet triturationi inferre potest.

Minera vero in pulverem comminuta lavetur (§. I.) Tum aurum lotionem obtin-

obtentum separetur, amalgamationisque tandem, expressionis, ac destillationis processus instituat, ut §. III.

§. V.

*Aurum mineralisatum.*

*Species II.*

Trituretur (§. IV), laveturque (§. I.)

Ustuletur deinde, repōsita quidem minera inter alterna lignea strata ( *Fig. 35* ), aut intra eam muri speciem ( *Fig. 36* ) descriptam, eoque modo ustulatio fiat, ut quidquam adhuc sulphuris mineræ coagmentatum remaneat.

Iam vero aurum facilius, quam ferrum liquatur; sulphur autem fusione ferrum, non vero aurum, mineralisatum reddit.

Ergo si minera ita ustulata propriis suæ matricis fundentibus immisceatur, ac reverberii fornace liquetur, cujus planum versus centrum, ubi ejus extat capsula, inclinatum sit; habebitur profecto in capsula aurum liquatum, ferri vero maxima pars sulphure scorificata. Ad

Ad fundentia quod adinet, diversa quidem ea esse debent pro matricis diversitate: unde,

A.. Si matrix sit calcarea, argillam pro fundente adhibebimus;

B.. Si argillofa, lapidem calcareum;

C.. Si denique siliciofa, tum vero argilla simul cum lapide calcareo adhibenda; quibus anteriorum processuum scoriæ addendæ sunt.

Aurum fusione obtentum, ferro adhuc immistum est. Ut igitur purum habeatur,

Wismutho, hujusque defectu plumbo immiscendum.

Extet deinde fornax, in eaque cupella ex cineribus fabrefacta, in cujus labris aliqui existant canaliculi, quibus scorificatæ substantiæ delabantur. Cupella autem ejus sit magnitudinis, ut cum massa cupellanda proportionem habeat.

In

In eam igitur prædicta injiciatur mi-  
stio : cæteraque fiant , ut diximus ( *P. II.*  
*Seç. I. Cap. III.* )

*Species III.*

In ea minera iidem instituendi labo-  
res , ac *Spec. II.* Enim vero arsenico ustu-  
latione segregato eadem omnino remanent  
contenta. ( *Spec. II.* )

*Species IV.*

Trituretur , lavetur , ustuleturque , ut  
*Spec. II.*

Sulphur prius ferrum , quam aurum ,  
argentum , plumbumve mineralisatum  
reddit.

Caloris præterea gradus , qui auro ,  
argento , ac plumbo liquando satis est ,  
magnesium oxydare vix aptus , ac par est.

Si ergo minera , in prædicta fornace ,  
( *Spec. II.* ) propriis fundentibus liquetur ,  
sequentes obtinebimus effectus ,

1. Ferrum in scorias redactum ;  
ab ea nimirum sulphuris  
por-

portione, quæ post ustulationem superfuit;

2. Magnesium oxydatum;

3. Aurum, argentum, ac plumbum in fornacis capsâ liquatum.

Separantur scoriæ, oxydumque magnesi. Massa deinde liquata, in supraddictâ fornace cupelletur. Obtinebitur quidem aurum, & argentum, eaque separata tum a plumbo, tum a quibusdam ferri, magnesiique residuis, quæ fusionem forte subierunt.

Duplex tamen ea substantia, aurum scilicet, atque argentum, inter se adhuc manent conjuncta. Ut igitur ab invicem separantur, processus eodem modo instituendus, quo diximus ( *P. II. Sect. I. C. III. Art. II.* )

*Species V.*

Trituretur : lavetur ; ustuleturque, majori tamen caloris gradu adhibito, ut nempe cinnabaris e minera evolvatur.

S

Ustu-

Ustulatione peracta, aurum remanet; quod quidem purum obtinebitur, si, nulla adhibita substantia, liquetur in fusionis fornace (*Spec. II.*), cujus planum pulvere carbonum fit adpersum.

*Species VI.*

In ea minera tum instituendi labores, tum quæ observantur phænomena cum *Spec. IV* ad fusionis usque statum plane conveniunt. Deinceps vero aliter res habeat necesse est;

1.º enim minera plumbum non continet.

Ergo si aurum cupellatione evolendum fuerit; plumbum profecto adhiberi debet, & in ea quidem proportione, quam indicavimus (*P. II. Sect. I. C. III. Art. I.*)

2.º Massa liquata auro, cupro, quibusdam residui ferri atomis, magnesioque constat, ut *Spec. IV.*

Labores ergo circa hanc mineram instituti cupellatione finiendi: quum enim nul-

nullum ibi extet argentum, *separationis* processu minime opus est.

*Species VII.*

Trituretur: lavetur: ac tandem ustuletur.

Habebitur quidem sulphur, & zincum separatum.

Etsi autem zincum, dum sublimatur, quamdam auri portionem secum auferat; ea tamen, quum parva admodum sit, pro nihilo æstimanda est.

Post ustulationem liquetur minera in fornace reverberii (*Spec. II.*)

Ignis, qui auro liquando satis est, cobaltum oxydat tantummodo.

Ergo post fusionem scorias ferri habebimus, oxydumque cobalti.

Iis ergo separatis, cupelletur massa liquata (*Spec. II.*)

## §. VI.

*De magnis Metallurgiae laboribus  
circa Platinum.*

**M**INERA in primis trituranda, & ab omnibus lapideis, terreisve particulis lotionibus explicanda. (*Fig. 33, 34.*)

Substantiæ metallicæ, quibus platinum copulatum inveniri solet, sunt

{	1. Aurum,
	2. Ferrum,
	3. Mercurius.

Minera adcuratissime comminuta igni exponatur. Habebitur mercurius sublimateus. Ferrum autem magnete extrahatur.

His peractis cupelletur minera, & quidem wismuthi ope: quod duplici ratione adhibendum;

1.º Quia, quum sit platinum præ cæteris omnibus metallicis substantiis infusibilis, wismuthum, tanquam fusioni determinandæ efficacissimum, potius quam plumbum adhibendum.

2.º

2.º Quia platinum intimam cum ferro adfinitatem habet: unde, ut separentur, wismuthum adhibere oportet, a quo quidem ferrum vehementius quam a plumbo trahitur, in scorias abiturum.

§. VII.

Si peracta cupellatione platinum purum non obtineatur, sed auro adhuc copulatum; tum vero *amalgamationis* processus instituendus.

Quod si neque amalgamatio satis sit, tunc *separatio* peragenda, soluta nempe mistione acido nitro-muriatico, præcipitatoque auro ferri sulphate, platinoque tandem muriate ammoniacali. ( *P. II. Sect. I. Cap. II. §. II. Variet. I.* )

Si post cupellationem platinum ferro adhuc conjunctum remaneat, nova instituenda est cupellatio, novâ itidem wismuthi quantitate adhibitâ. Quod si autem parva sit platini portio, tum vero solutiones acido nitrico sæpe sæpius iterandæ. ( *P. II. Sect. I. Cap. II. §. II. Variet. II.* )

## §. VIII.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Argentum.*

*Argentum nativum.*

*Species I.*

**L**ABORES circa mineras, in quibus argentum terris, aut matrici involutum exstat, suscepti, operationibus triturationis, lotionis, & amalgamationis constant, non secus ac de laboribus circa aurum instituendis diximus.

Quum autem nativum argentum auro, aliisque metallicis substantiis coagmentatum reperitur, fusio adhibenda, & quidem plumbi ope facta; deinde *cupellatio*; tandem *separatio*.

## §. IX.

*Argentum mineralisatum.*

*Spec. II. III. & IV.*

Mineræ, quæ triplicem hanc speciem constituunt, trituranæ primum  
(*Fig.*

( *Fig. 33* ) ; ac lavandæ ( *Fig. 34* ) ; deinde vero ustulandæ ( *Fig. 35* .)

Et ustulatione quidem obtinetur in secunda specie sulphuris, in tertia arsenici, in quarta denique sulphuris simul arsenicique extractio.

His operationibus peractis, tum minera igni exponatur fusoria reverberii fornace, cujus planum inclinatum carbonum pulvere sit inspersum : habebitur quidem fusio, & exoxydationis interventu argentum fornacis capsula receptum.

*Spec. V. VI. VII. & VIII.*

Quadruplicis hujusmodi speciei reductio trituratione primum, deinde ustulatione inchoanda.

Tum vero igni fusorio exponatur minera, adhibito, pro faciliore liquatione obtinenda, plumbo : & præterlapso tempore optimæ fusioni requisito habebuntur

- 1.º In fornacis plano quædam ferri scorix ;
- 2.º

2.° In ejus capsâ massa quædam liquata, quæ quidem constabit

A. *Spec. V. & VI.* argento, ferro, ac plumbo;

B. *Spec. VII. & VIII.* argento, ferro, cupro, & plumbo.

Massa ita obtenta in frustra (panes vocant liquationis) dividatur eæ magnitudinis, ut intra fornacem commodissime, ratione mox indicanda, ordinentur.

Tum vero exstet fornax reverberii, intra quam variæ sint ferræ laminæ plana inclinata efformantes, quæ versus fornacis capsam dirigantur. Horum autem planorum medio frustra superius dicta imponantur. Iam vero

A. Plumbum facilius liquatur, quam cuprum, ac ferrum,

B. Plumbum præterea vehementius ab argento, quam a cupro, & ferro trahitur.

Ergo, continuato igne, observabitur

1.°

1.° Plumbum liquatum per plana inclinata ad capsam defluere, ibique recipi, manentibus adhuc cupro & ferro in eodem soliditatis statu.

2.° Plumbum, relictis ferro & cupro, argentum tantummodo secum ferre.

Argentum itaque a plumbo cupellatione separabitur, fornace nimirum ejusmodi operationi adcommodata, jamque a nobis alibi descripta.

*Spec. IX.*

Triturata, ustulataque minera, zincum, & sulphur maxima ex parte volatilisata habebuntur.

Tum vero plumbi ope liquetur, tandemque cupelletur.

*Spec. X.*

Labores circa hanc mineram instituendi iidem plane sunt cum iis, quos paulo ante descripsimus: ea solum differentia, quod post plumbi in planis inclinatis li-  
qua-

quationem in fornacis capsâ residua sint argentum, antimonium, ac plumbum simul liquata.

Cupellatione igitur separabitur argentum.

*Spec. XI.*

Trituretur, ustuleturque minera: fusoria deinde fornace liquetur, adhibito nimirum lapide calcareo, argillave, aut utroque simul pro matricis natura. Tum vero in fornacis plano ferri scorias, oxydumque cobalti, in ejus vero capsâ argentum, & quasdam ferri, cobaltique particulas obtinebimus.

Extrahatur tandem massa liquata, & cupelletur.

*Spec. XII. & XIII.*

Triturentur: ustulentur: & plumbi ope fundantur. Habebimus argentum, antimonium, ac plumbum in liquationis statu.

Cupellatis ergo; purum obtinebimus argentum.

## §. X.

*Argentum in statu salino.**Spec. XIV.*

Exponatur igni fuforia fornace, cujus planum inclinatum carbonum pulvere fit infperfum. Habebitur in capfa argentum liquatum, exoxydatumque.

*Spec. XV.*

In ea pertractanda minera, illud in primis curandum eft, ut acidum muriaticum inde extrahatur: cui fini

Attenuata minera, magnefii oxydo mifceatur: igni deinde in aperta fornace exponatur: quo fit, ut acidum muriaticum majori oxygenatione volatile reddatur, & abeat.

Iam vero præterlapfo tempore huic operationi requifito, e fornace duplex extrahatur oxydum, permifceaturque lapidi calcareo, aut argillæ: igni tandem fuforia fornace exponatur. Tum vero habebitur in fornacis quidem plano magnefium in ftatu oxydi; in capfa autem argentum liquatum, exoxydatumque.

## ART. II.

*De magnis Metallurgiae laboribus  
circa Cuprum.*

## §. I.

*Cuprum nativum.**Spec. I.*

**I**N hujus mineræ analysi instituenda triturationis maxime, lotionisque operationes adhibendæ sunt.

## §. II.

*Cuprum mineralisatum.**Spec. II. & III.*

Trituratione primum, ac lotionem a matrice separentur. Deinde ustulentur, ac tandem plumbo fundantur.

Quum autem plumbum vehementius a cupro, quam a ferro trahatur, quumque præterea præ ferro fusibilius sit: idemque tandem substantiis, quibus copulatur, fusibilitatem præstet; consequens inde est, ut hujusmodi encheiresi obtineamus

1.º Cuprum , plumbumque in fornacis capsâ liquata.

2.º Ferrum in ejusdem fornacis plano partim scorificatum ; partim vero oxydatum.

Ex massa vero liquata varia efformentur frustra , (panes liquationis) quæ in fuforia fornace planis inclinatis superimponantur. Cætera autem fiant , ut diximus de argento pertractantes ( §. VIII. )

Ita autem purissimum obtinebimus cuprum , & ab omni prorsus mistione segregatum.

Quum autem eveniat sæpe sæpius , ut unica liquatione cuprum purum non obtineatur , ea profecto pluries , longiorique temporis spatio , ac vehementiori igne adhibito iteranda. In iis vero , ut recte , apteque ad finem consequendum procedat Metallurgus , processus observatio diligenter instituenda est.

*Spec. IV.*

Ustulatione in primis mineralisantia  
ex-

extrahantur. Tum vero minera plumbi ope liquetur. Liquefactione autem perfecta, antimonium separabitur (§. II.)

*Spec. V.*

Ustuletur: habebiturque non solum sulphur, & arsenicum, verum etiam zincum quoad maximam partem extractum.

Liquetur deinde plumbi ope: eadem profecto obtinebimus, quæ §. II.; prætereaque, in massa liquata, quædam zinci portio.

Liquefactione deinde purum cuprum obtinebimus.

§. III.

*Cuprum in statu salino.*

*Spec. VI.*

Trituretur: carbonumque pulvere in fusoria fornace immisceatur: habebitur quidem cuprum exoxydatum, ac fufum.

*Spec. VII.*

Cupri sulphates (*vitriola cupri*) valde Societatis commodis inserviunt. Quamobrem

obrem, ubi eæ repertæ fuerint mineræ, præcipuus is esse debet Metallurgi labor, ut eas & a matrice, & a cæteris heterogeneis corporibus separet.

Si tamen cuprum ex his mineris obtinere velis, præparandæ tibi sunt aquæ cæmentatoriæ artificiales: cui fini

Cupri sulphates magnis cupreis ahenis, stanno interne obductis, & aqua repletis solvantur: præcipitetur deinde cuprum ferri ope: habebitur cuprum purum.

Id tamen quamdam ferri portionem secum ferre solet; quæ ut extrahatur,

Cupri sulphureto immisceatur, ustulatione præcedente: ita enim residua sulphuris portio, ferro majori adfinitate adhærescens, scorias efformabit. Eoque modo cuprum obtinebimus.

*Spec. VIII.*

Ea minera in parva adeo quantitate reperitur, ut nullum plane magnis metallurgicis laboribus locum præbeat.

Id

Id tamen si quando forte contingat, tum vero acidum muriaticum magnesi oxydo oxygenetur: exoxydetur deinde cuprum carbonis ope; ac tandem liquetur.

## §. IV.

*De magnis Metallurgiae laboribus circa Ferrum.*

*Ferrum nativum.*

**E** MATRICE, cæterisque heterogeneis corporibus trituratione, lotionequè evolvatur.

## §. V.

*Ferrum mineralisatum.*

*Spec. II. III. & IV.*

Triturentur, ustulenturque. Habebitur minerarum quælibet mineralisante, mineralisantibusve destituta.

Tunc vero ferrum oxydatum remanet, quibusdam tamen particulis immistis.

Iam vero tanta est quandoque ferri  
CO-

copia, isque ejus status, ut simplex carbonum mistio eo exoxydando, ignis autem applicatio fundendo sufficiat.

Aliquando tamen ad nimiam ferri infusibilitatem, diversumque ejus statum, & matricem attendere oportet: hinc enim pendet non solum fundentium adhibendorum cognitio, verum etiam caloris graduum, quibus exponi debet minera, justa æstimatio, ac tandem fornacis optimæ fusioni adcommodatissimæ constructio.

Quamobrem trita prædictarum minerarum qualibet, longoque tempore ustulata, lapidi calcareo, argillæ, aut utriusque simul pro matricis natura immisceatur. Vehementissimo deinde igni exponatur reverberii fornace, quæ 12 aut 18 pedes alta sit: conserveturque ignis, dum liquatum ferrum ad fornacis capsam defluere observabitur.

Processu absoluto, liquatum extrahatur ferrum, quod quidem fragile plerumque, nec ea ductilitate, quæ illi propria est, donatum apparet. Ea autem ut obtineatur,

T

Fe-

Ferrum in massas dividatur: quæ ubi incandescentiæ gradum attigerint, malleo fortiter iteratis ictibus contundantur: tum vero ferrum ipsum obtinebimus propria sua malleabilitate, ac ductilitate donatum.

## §. VI.

*Ferrum in statu salino.**Spec. V.*

Diximus alibi quadruplici sub statu eam mineram reperiri posse, immistam scilicet

{	1. Magnesio,
	2. Carbonati calcareo,
	3. Argillæ,
	4. Silici.

## Igitur

*In Primo:* Trituretur, propriumque fundens adhibeatur. Habebimus ferrum liquatum, magnesiumque oxydatum.

*Altero:* In ea minera, quum & ipsamet matrix fundentis substantiæ vices agat, nihil aliud agendum restat, nisi ut eadem trituretur, eique argilla adhibeatur: tunc enim vero fusionem obtinebimus.

*Tertio:* Huic mineræ argilla exstat copu-

copulata: adhibeatur ergo lapis calcareus.

*Quarto*: Quum terra siliciofa naturâ fit refractariâ; ut optima obtineatur fusio, lapsis calcareus argillaque simul adhibenda, ut diximus, quum de auro sermonem instituimus. ( *Sec7. II. Cap. II. Art. I. §. V.* )

*Spec. VI.*

Ferri sulphates ( *Vitriola ferri* ) quum maximum usum habeant, Metallurgiæ objectum ingrediuntur duntaxat, quatenus e mineris propriis extrahendi, ut diximus de cupri sulphatibus (§. III. *Spec. VII.*)

*Spec. VII. VIII.*

Eæ mineræ quum rarissimæ sint, laborum in iis instituendorum regulas præscribere operæ pretium non esse judicamus.

*Spec. IX.*

Triturata minera, vehementissimo igni resecta fornace exponatur. Tunc enim vero carbonicum aeris oxygenio, calorigue combustionem unitum, in gas oxydum carbonicum convertitur, & volatilifatur, oxydo tamen ferri in fornace remanente.

Istud vero oxydum ut exoxydetur, ac fundatur, processus ut §. V. instituendus.

§. VII.

*De magnis Metallurgiae laboribus  
circa Stannum.*

*Stannum nativum.*

**H**VIVS mineræ labores adcuratissima trituratione, & lotionem constant.

Quum autem stannum sit metallorum omnium levissimum, ejusque particulae admodum tenues, eodem proinde modo lavari debet, atque aurum; imbricibus nimirum lana, pannove villosa intus obductis, quibus tenuissimæ stanni particulae adhæreant, nec aquarum impetu ferantur.

§. VIII.

*Stannum mineralisatum.*

In crassiora usque frustra trituretur hæc minera: deinde vero ustuletur.

Et

Et trituration quidem in tenuissimas particulas fieri non debet: quum enim ejusmodi stanni particulæ parva admodum specifica gravitate donentur; fieri certe poterit, ut magna metallicæ substantiæ portio a sulphure ustulatione auferatur: eundem vero effectum arsenicum producere potest, quod (ex quamplurimum Mineralogistarum sententia) stanni mineris adventitium plerumque reperitur.

Ustulatio autem reverberii fornace peragenda, in cujus summitate tubus exflet, infumibulumve horizontale 40, aut 50 haxapedas longum; ut scilicet sulphur, & arsenicum illius parietibus adhærescens minime deperdatur.

Minera eo modo ustulata, carbonibus, ac fundenti, (si opus sit) matricis naturæ proprio, per strata immisceatur.

Fusioni deinde exponatur reverberii fornace, cujus planum versus latera inclinatum, canalem ejus circumferentiam ambientem habeat, qui cum capsula extra fornacem existente communicet. In ea ergo capsula stannum post fusionem collectum habebimus. Quan-

Quandoquidem vero in stanni mine-  
ris ob indicatas rationes perfecta ustulatio  
fieri non potest ; inde est , quod stannum  
fufum non omnimodam , quæ ei propria  
est , puritatem obtineat.

**A. - -** Strata superiora stanno pu-  
riore , malleabili , & molli  
constant.

Quod quidem ut æconomi-  
cis usibus infervire valeat ,  
majori duritie donari debet ,  
cuilibet nimirum illius cen-  
tumpondio tres cupri libras  
immiscendo.

**B. - -** Strata media fragiliori stan-  
no constant.

Ut autem illud malleabilita-  
te donetur ; quodlibet cen-  
tumpondium cum 5 plum-  
bi libris immiscendum.

**C. - -** Inferiora strata impurissimum  
stannum continent.

Quo

Quo tamen ad usus quosdam adhiberi possit, cuilibet illius centumpondio 9 plumbi libræ immiscendæ.

## §. IX.

*Stannum in statu salino.*

Trita minera, e matriceque separata, exoxydetur in eadem fornace (§. VIII.) carbonum ope, propriisque fundentibus tandem liquetur.

## §. X.

*De magnis Metallurgiæ laboribus circa Plumbum.**Plumbum mineralisatum.*

**P**LUMBVM { 1. Sulphuri, & arsenico;  
 mineralisatum }  
 plerumque co- } 2. Sulphuri, argento, ac  
 pulatum reperi- } ferro;  
 ri solet } 3. Argento, & cupro.

*Primo casu:* Trituretur, ustuleturque ita, ut mineralisantia penitus extra-

trahantur : tum carbonibus ,  
 propriisque fundentibus li-  
 quetur eadem fornace mi-  
 neris stanni inserviente , &  
 §. VIII. descripta.

*Secundo :* Trituretur, ustuleturque : &  
 propriis fundentibus , ante-  
 riorumque laborum scoriis  
 liquetur. Jam vero quum fit  
 plumbum maxime fusibile ,  
 illud profecto in fornacis ca-  
 psa liquatum obtinebimus ,  
 remanente ferro in ejusdem  
 fornacis plano.

Præterea , quum ipsummet  
 plumbum vehementer nimis  
 argentum trahat , eique pro-  
 priam fusibilitatem commu-  
 nicare soleat , argentum pro-  
 inde plumbo copulatum ob-  
 tinebimus.

Cupellatione ergo separentur.

Quod si & plumbum obti-  
 nere velis , colligatur totum  
 lytar-

lytargyrum, ac plumbi vitrum in cupellatione efformatum: tritureturque, ac tandem carbonis ope reducatur.

*Tertio casu*: Trita, ustulataque minera, reverberii fornace liquetur: habebitur trium substantiarum fusio.

Separetur deinde a cupro plumbum atque argentum, liquationis nimirum processu. (*SeEt. II. Cap. II. Art. I. §. IX.*)

Argentum quoque a plumbo cupellatione separetur. (*cas. 2.º*)

Tandem lytargyrum carbonum ope reducatur. (*cas. 2.º*)

### §. XI.

*Plumbum in statu salino.*

Ouæ mineræ in eo statu reperiuntur,

ma-

magnisque Metallurgiæ laboribus objectum præbent, sunt duntaxat plumbi carbonates.

Triturentur ergo, matrice, quoad fieri possit, extracta: tum vero carbonum ope exoxydentur; ac tandem in eadem fornace ad mineras stanni jam supra descripta liquentur.

### A R T. III.

#### §. I.

*De magnis Metallurgiæ laboribus circa Niccolum.*

**N**ICCOLI mineræ primum omnium tritulari, deinde ustulari debent.

Arsenicum, ac ferrum ita niccolo adhærent, ut primum quidem difficulter nimis, alterum nunquam plane, omnino ab eo separetur: quamobrem

Ustulata minera, fornacis reverberii plano propriis fundentibus exponatur, carbonis, & sulphuris pulvere involuta, itaque liquetur.

Ea autem fusio sæpe sæpius iteretur, adhibitis tamen, pro singulis fusionibus, novis tum carbonis, tum sulphuris portionibus: eoque modo niccolum fere purum obtinebimus.

Carbonis auxilio iteratis fusionibus, magis magisque niccolum exoxydatur: substantiæ autem metallicæ, dum exoxydantur, minus aptæ redduntur, quo arsenico uniantur. Carbonis ergo ope non solum niccolum exoxydamus, sed etiam illud ab arsenico separamus.

Sulphur ferrum in scorias vertit: si ergo niccoli minera sæpe sæpius addito sulphure fundatur; ita ferrum a niccolo separabitur pene omne.

## §. II.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Zincum.*

**Z**INCI mineræ postquam tritæ, e matrice separatæ fuerint, diutissime ustulandæ mitiori igne, qui nimirum & sulphur elevare, & zincum minime inflam-

mare

mare valeat; alioquin & sulphur & zincum sublimatum haberemus.

Ustulata minera, carbo, aliquantumque picis ei immisceatur, exponaturque deinde fornace stanni mineris propria (*Secf. II. Cap. II. Art. II. §. VIII.*) mitissimo igni. Tum vero zincum, quum facile exoxydetur & fundatur, tubo laterali defluit, & in exteriori fornacis capsula colligitur.

Jam vero paries tubo laterali proximus tenuis esse debet, ut aqua madefactus frigiditatem zinco fuso communicet, illudque condensari potius cogat, quam inflammari finat.

Durante processu, quaedam zinci portio proculdubio sublimanda, parietibus, caminoque fornacis adhærere debet.

Hoc vero zinci oxydum & suos quoque usus habet: quod si illud in statu reguli obtinere velis, tum vero colligendum, atque eidem processui subjiciendum.

Zinci carbonatibus iidem applicari debent labores: at zinci sulphates ita servandi

vandi sunt, pro magnis quos in Societate habere possunt usibus.

§. III.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Arsenicum.*

**A**RSENICVM laboribus propriis suis-  
met mineris institutis non obtinetur; sed  
ustulationibus quidem variarum minera-  
rum; cobalti maxime, quæ cum illo simul  
mineralisatæ reperiuntur. Arsenicum enim  
vero in statu oxydi sublimatum parietis-  
bus adhæret horisontalis camini fornacis  
*Art. II. §. VIII.* descriptæ, quæ ejusmodi  
quidem operationibus aptissima est.

Hoc arsenici oxydum suos quidem  
usus habet: attamen si in statu reguli illud  
obtinere velis, tum profecto pulvere car-  
bonis, ac pice exoxydandum, mitiorisque  
ignis ope liquandum.

§. IV.

## §. IV.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Wismuthum.*

**N**IMIA wismuthi fusibilitas metallurgicos labores simpliciores reddit : quamobrem

Trituretur ; ustuleturque ejus minera : misceatur deinde propriis fundentibus ; ignique exponatur in ea fornace , cujus planum versus centrum , extremitatesve inclinatum sit. Tum wismuthum exoxydatum , ac fustum , a cæteris corporibus separatur , imumque locum occupat : quo fit , ut in fornacis capsula colligatur.

## §. V.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Cobaltum.*

**C**OBALTVM ad eas metallicas substantias spectat , quæ diversis caloris gradibus adhibitis , magis magisque oxydatur , difficillimeque funditur. Quam tamen præcipui cobalti usus illud in statu oxydi non reguli requirant , idcirco metallurgici circa

ca cobaltum labores optimam illius oxydationem , non vero fusionem spectare debent.

Trita minera , igni exponatur plano fornacis reverberii , horifontali camino instructæ , quo arsenicum , in iis mineris copiosum , recipiatur. Adhibeatur ignis vehemens , massaque non semel agitetur : eo enim modo non solum ignis ultima mineralisantium residua sublimabit ; sed etiam aliquam liquabit metallicæ substantiæ portionem , quæ mineræ immista reperiri possit , dum tamen cobaltum oxydatum remanet.

Istud cobalti oxydum , quod vulgo *Saffra* appellamus , eximios in Artibus usus habet.

Idipsum vero si 3 quartzi , 1 vero potassæ partibus immisceatur , fusionique exponatur , vitrum quoddam cæruleum constituit , quod vocant *Esmalte* , in Artibus quoque longe utilissimum.

## §. VI.

*De magnis Metallurgiae laboribus  
circa Magnesium.*

**M**AGNESIVM in statu oxydi maxime usum habet, eoque tantum statu in natura reperitur ( *P. I. C. I. Art. IV.* )

Labores ergo circa magnesium instituendi eo spectare debent, ut oxydum a matrice trituratione separetur, vehementique igni reverberii fornace exponatur.

## §. VII.

*De magnis Metallurgiae laboribus  
circa Molybdænum.*

**T**RITVRETVR : lavetur : ustuleturque.

Minera vero evoluto sulphure, propriis fundentibus, carbonum pulveri, ac pici immisceatur : tum vero vehementiori igni fornace reverberii exponatur : habebitur molybdænum exoxydatum, liquidumque.

## §. VIII.

## §. VIII.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Stibium.*

**T**RITVRETVR, matrixque, quoad fieri possit, extrahatur.

Tum vero varia exstent fictilia vasa, ita constructa, ut unius os alterius fundum recipere valeat, habeatque illorum quilibet, inferiori excepto, fundum variis foraminibus instructum.

Trita minera, superioribus vasis immittatur, quæ igni exponantur.

Tum stibium, quum facile fundatur, per foramina superiorum vasorum defluens, simul cum sulphure ad inferiora descendet.

Quod si & stibii regulum obtinere opus sit, tum quidem trituretur minera, nitroque immisceatur. Ex ea autem mitione in cujuslibet fornacis plano cumulus efformetur, detonationeque peracta, habebitur stibii oxydum a sulphure separatum.

U

Jam

Jam vero oxydum istud fundentibus, carbonisque pulvere liquetur : habebitur stibii regulus.

§. IX.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Tunstenum.*

**T**UNSTENVM oxydatum reperitur (P. I. C. I. Art. IV.) Quamobrem si ejus regulum obtinere velimus,

Trituretur ; carbonisque pulveri ac picci immisceatur ; tum deinde exoxydetur mitiorisque ignis ope liquetur.

§. X.

*De magnis Metallurgiæ laboribus  
circa Hydrargyrum.*

**H**YDRARGYRVM nativum purum nullam præparationem requirit ; bene vero illud, quod matrici, terris, arenisve copulatum reperitur.

Trituretur itaque, hydrargyrumque lo-

tione præcipitetur : tum destillatione ab heterogeneis substantiis separetur : destillationis autem methodum dabimus paulo infra.

§. XI.

*Hydrargyrum mineralisatum.*

Si hydrargyrum a cinnabari extrahere velimus, trituretur in primis minera: deinde cribro incernatur: calcisque vivæ sub triplo immisceatur, & in ferreas retortas introducatur. Tum vero exstet depressior fornax adcurate fabrefacta, superneque iis foraminibus instructa, quibus varias retortas recipere valeat ( *Seç. II. Cap. II. Art. I. §. III.* )

Uniuscujusque retortæ collo excipula, aduratissime adplicata, & aqua semiplena adaptentur.

Admoto igitur igne, calx viva sulphuri adunata, calcareum sulphuris hepar efformat, tumque hydrargyrum evolutum in prædicta vasa destillatione defluit.

Eadem vero operatio perfici potest,

si nimirum prædicta mistio fornace exponatur, cujus planum versus latera inclinatum extremitatem habeat tubis exstantibus, & cum fictilibus vasis communicantibus instructam: ita enim hydrargyrum ob propriam fluiditatem decidens in magna vasa recipietur.

#### §. XII.

Et ii quidem generales sunt processus, quamlibet ex metallicis substantiis hucusque cognitis spectantes. Illud tamen animadvertendum, prædictas substantias multis variisque modis inter se copulatas a natura plerumque propalari. Unde variæ quoque, ac diversæ laboribus instituendis formulæ derivari debent.

Quum tamen mineræ pro diversa substantiarum conjunctione, pro vario illarum situ, ac matrice variæ esse soleant, infinitum esset propemodum, ac plane impossibile, singulis circumstantiis proprias leges decernere.

Præterquamquod ea est Elementorum cujuslibet Scientiæ tradendorum methodus,

dus, ut generalioribus, præcipuisque theoria legibus statutis, præcipuis etiam experientiae factis confirmetur. Nos igitur, ea ratione ducti, generales formulas descripsimus: peculiare vero, sicut & earum variis circumstantiis adplicationem Philosophi observatoris studio, ac solertiae relinquimus.

F I N I S .

De Auro . . . . .	31
--- Platinæ . . . . .	33
--- Argentæ . . . . .	35
--- Cupræ . . . . .	39
--- Ferræ . . . . .	41
--- Stannæ . . . . .	45
--- Plumbæ . . . . .	46
--- Nicotæ . . . . .	50
--- Zincæ . . . . .	51
--- Arsenicæ . . . . .	53

IN-

M E N D A.

Pag. x	lin. 10	Egyptios	lege Ægyptios
—	— 14	Egyptiis	— Ægyptiis
— xi	— 3	fecibus	— fæcibus
— 12	— 22	Phogisti	— Phlogisti
— 43	— 6	Fulvus	— Fulvum
— 68	— 15	reberverii	— reverberii
— 73	— 7	is enim	— id enim
— 102	— 23	Quislibet	— Quilibet
— 133	— 4	decrepitatum	— decrepitatus
— 149	— 10	præcipitatum	— præcipitatus
— 153	— 1	ammoniacale	— ammoniacalis
— 173	— 15	matris	— matrix
— 183	— 6	carbonatæ	— carbonate
— 184	— 21	hebebitur	— habebitur
— 190	— 17	matris	— matrix
— 207	— 10	duplicitur	— dupliciter
— 209	— 16	Cinnabarim	— Cinnabaris
— 221	— 11	(n.º 2.)	— (n.º 4.)
— 281	— 14	haxapedas	— hexapedas
— 295	— 17	aduratissime	— adcuratissime

Quum tamen minere pro diversa substantiarum conjunctione, pro vario illarum situ, ac matrice variæ esse soleant, infinitum esset propemodum, ac plane impossibile, singulis circumstantiis proprias leges decernere.

Præterquamquod ea sit Elementorum cujuslibet Scientiæ tractandorum methodus.

## I N D E X.

*Metallurgiæ Prolegomena.* -- pag. ix

## P A R S P R I M A.

CAP. I.	<i>De Substantiis Metallicis in genere.</i> - - - - -	1
ART. I.	<i>De ipsarum attributis, atque proprietatibus physicis.</i> - - ibid.	
ART. II.	<i>De Substantiarum metallicarum attributis chemicis.</i> -	9
ART. III.	<i>De diverso statu, in quo substantiæ metallicæ occurrunt.</i>	18
ART. IV.	<i>De Naturali substantiarum metallicarum Historia.</i> - -	25
	<i>De Auro.</i> - - - - -	31
	— <i>Platino.</i> - - - - -	33
	— <i>Argento.</i> - - - - -	35
	— <i>Cupro.</i> - - - - -	39
	— <i>Ferro.</i> - - - - -	42
	— <i>Stanno.</i> - - - - -	45
	— <i>Plumbo.</i> - - - - -	46
	— <i>Niccolo.</i> - - - - -	50
	— <i>Zinco.</i> - - - - -	51
	— <i>Arsenico.</i> - - - - -	53

IVI-

—	<i>Wismutho.</i>	54
—	<i>Cobalto.</i>	55
—	<i>Magnesio.</i>	57
—	<i>Molybdæno.</i>	58
—	<i>Stibio.</i>	59
—	<i>Tungsteno.</i>	60
—	<i>Hydrargyro.</i>	62

CAP. II. *De rebus, quæ ad praxim docimasticam ac metallurgicam proxime requiruntur.* - 65

ART. I. *De Operationibus.* - 66

ART. II. *De Fundentibus.* - 76

ART. III. *De Instrumentis.* - 80

— *Tubo ferruminatorio.* ibid.

— *Libra.* - 84

— *Fistulis ponderibus in minerarum tentamine adhibendis.* - 90

— *Cupella.* - 95

— *Tegula Docimastica.* - 98

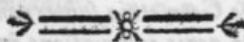
— *Fornacibus.* - 100

CAP. III. *De nonnullis veritatibus ad theoriam illustrandam accommodatis.* - 105

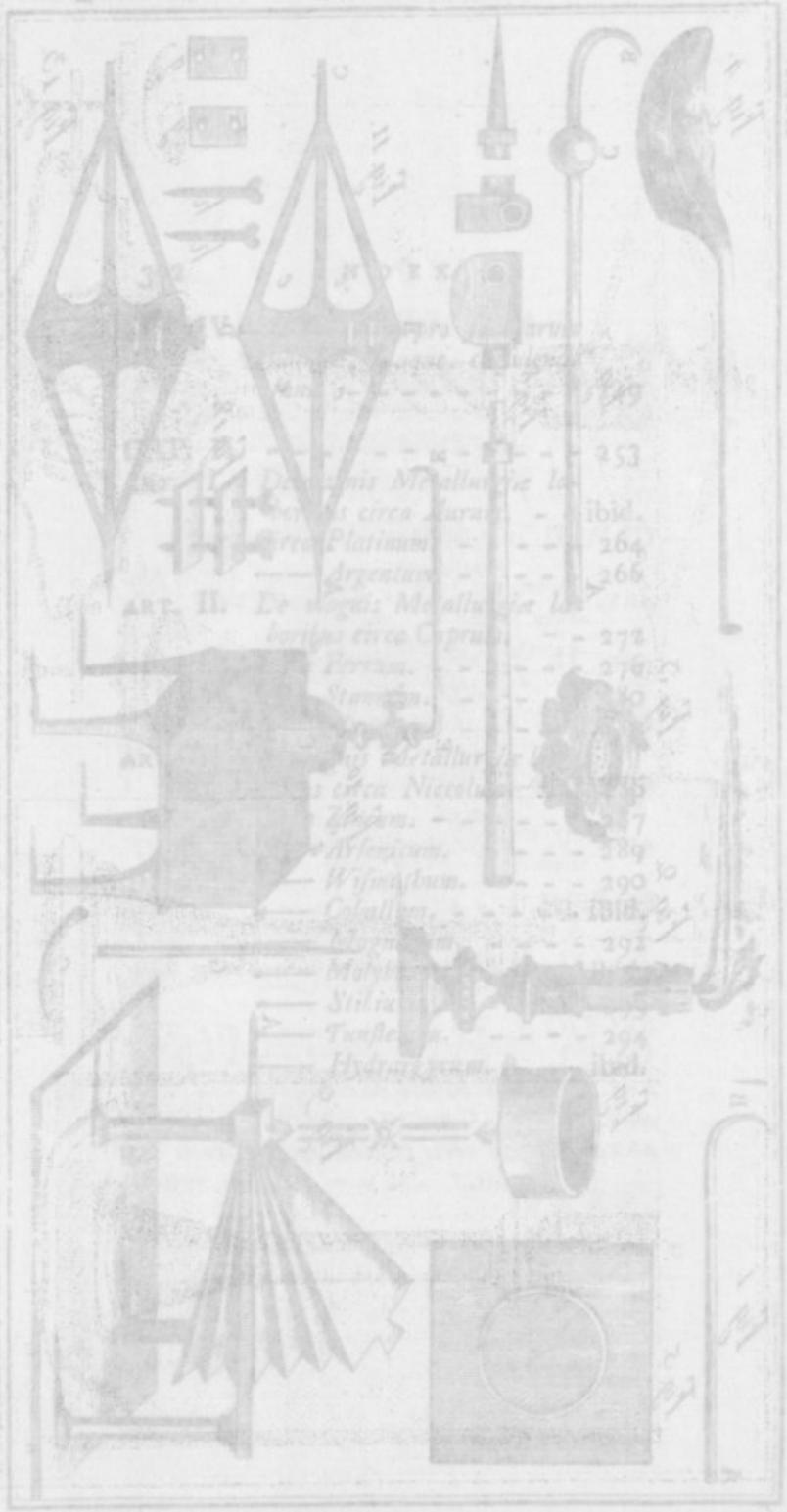
## P A R S S E C U N D A.

SECTIO I. <i>De Docimasia.</i>	119
CAP. I.	ibid.
<i>De Docimasia Sicca.</i>	123
<i>Docimasia Humida.</i>	140
CAP. II. <i>De substantiarum metallicarum analysi.</i>	145
ART. I. <i>De nobilium metallorum analysi.</i>	ibi.
ART. II. <i>De metallorum imperfectorum analysi.</i>	167
ART. III. <i>De semimetallorum tenacium, durorumque analysi.</i>	183
ART. IV. <i>De fragilium semimetallorum analysi.</i>	190
ART. V. <i>De semimetalli fluidi analysi.</i>	207
CAP. III.	211
ART. I. <i>De Cupellatione.</i>	212
ART. II. <i>De Separatione.</i>	226
SECTIO II.	230
CAP. I.	ibid.
ART. I. <i>De Monte Metallifero.</i>	232
ART. II. <i>De Geometria subterranea.</i>	238
ART. III. <i>De aeris innovatione in fodinis.</i>	242

ART. IV.	<i>De iis quæ pro fodinarum natura, situque consulenda sunt.</i>	249
CAP. II.	-----	253
ART. I.	<i>De magnis Metallurgiæ la- boribus circa Aurum.</i>	ibid.
	<i>Circa Platinum.</i>	264
	<i>— Argentum.</i>	266
ART. II.	<i>De magnis Metallurgiæ la- boribus circa Cuprum.</i>	272
	<i>Circa Ferrum.</i>	276
	<i>— Stannum.</i>	280
	<i>— Plumbum.</i>	283
ART. III.	<i>De magnis Metallurgiæ labo- ribus circa Niccolum.</i>	286
	<i>Circa Zincum.</i>	287
	<i>— Arsenicum.</i>	289
	<i>— Wismuthum.</i>	290
	<i>— Cobaltum.</i>	ibid.
	<i>— Magnesium.</i>	292
	<i>— Molybdænum.</i>	ibid.
	<i>— Stibium.</i>	293
	<i>— Tungstenum.</i>	294
	<i>— Hydrargyrum.</i>	ibid.

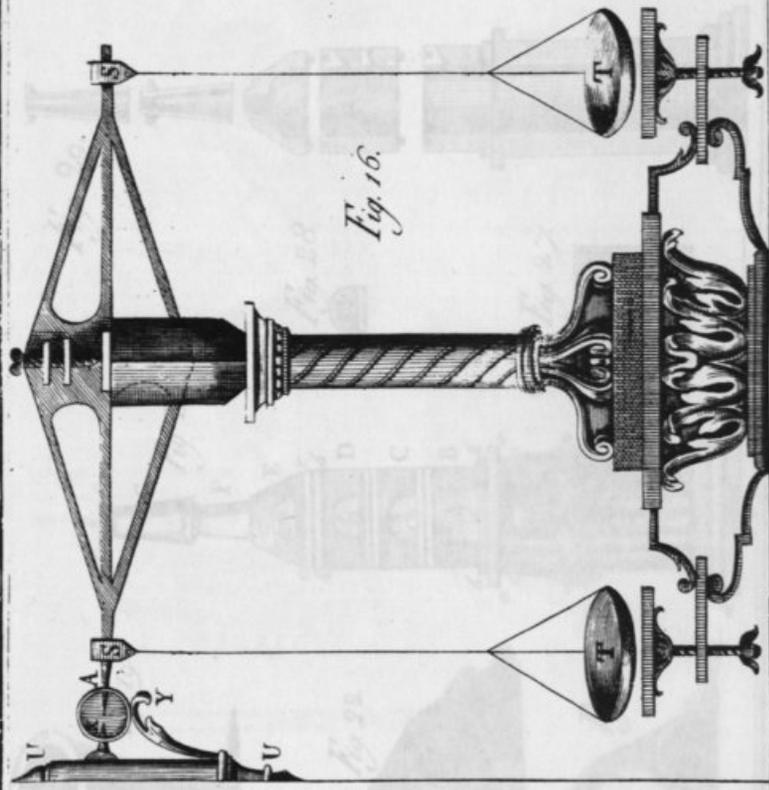
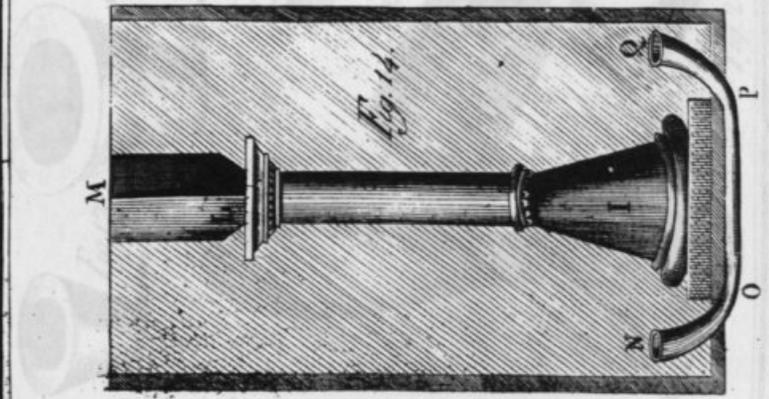


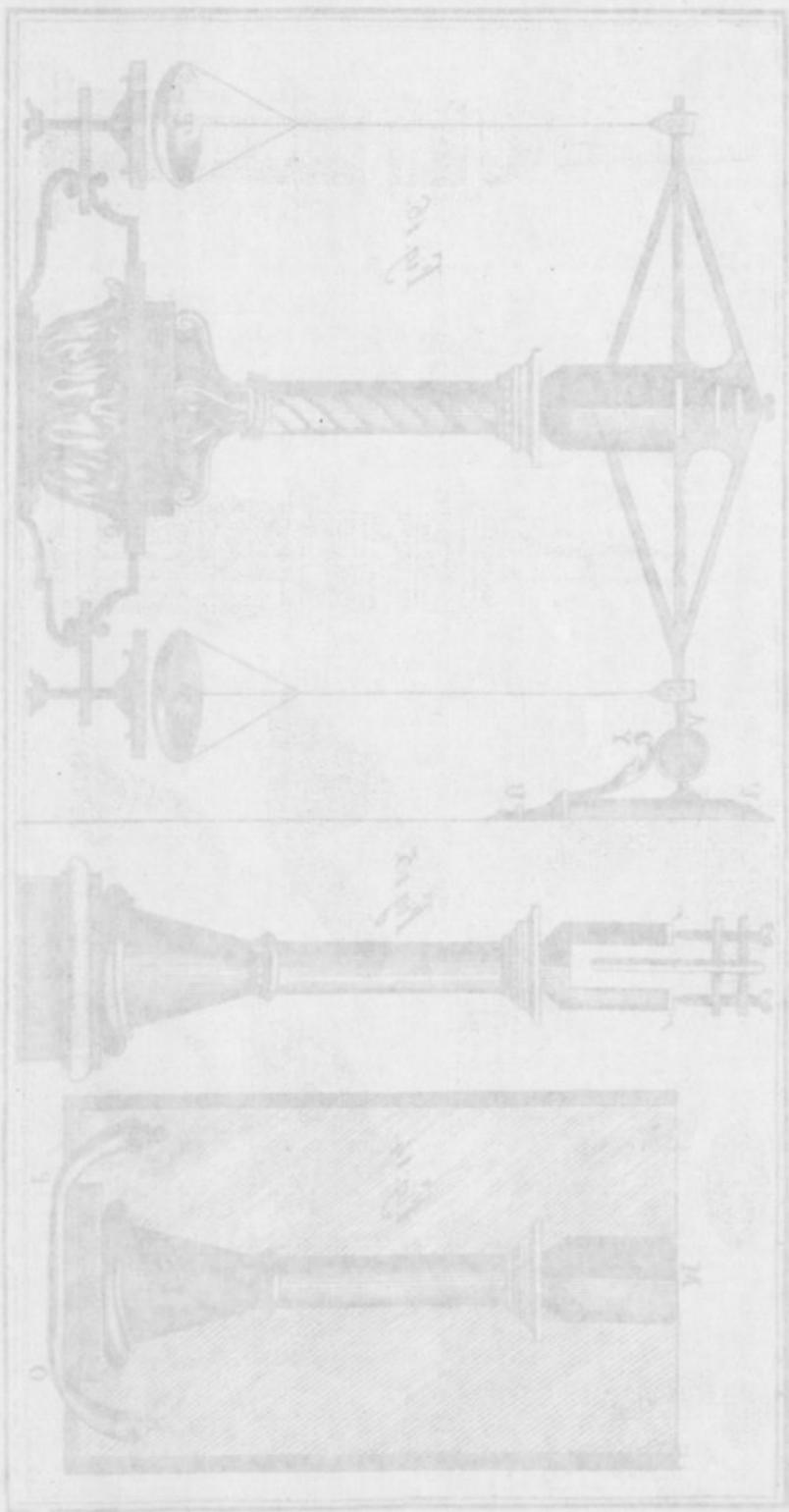


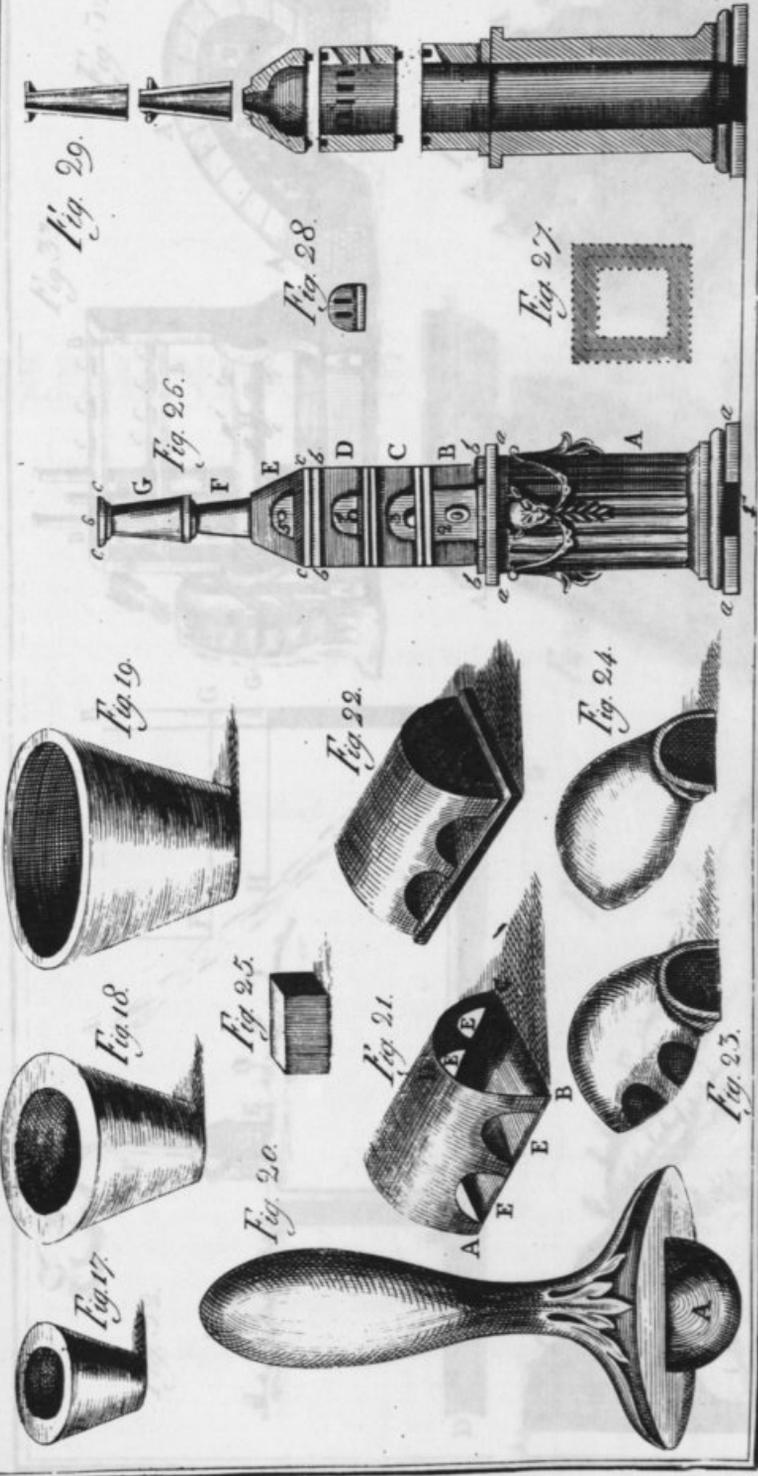


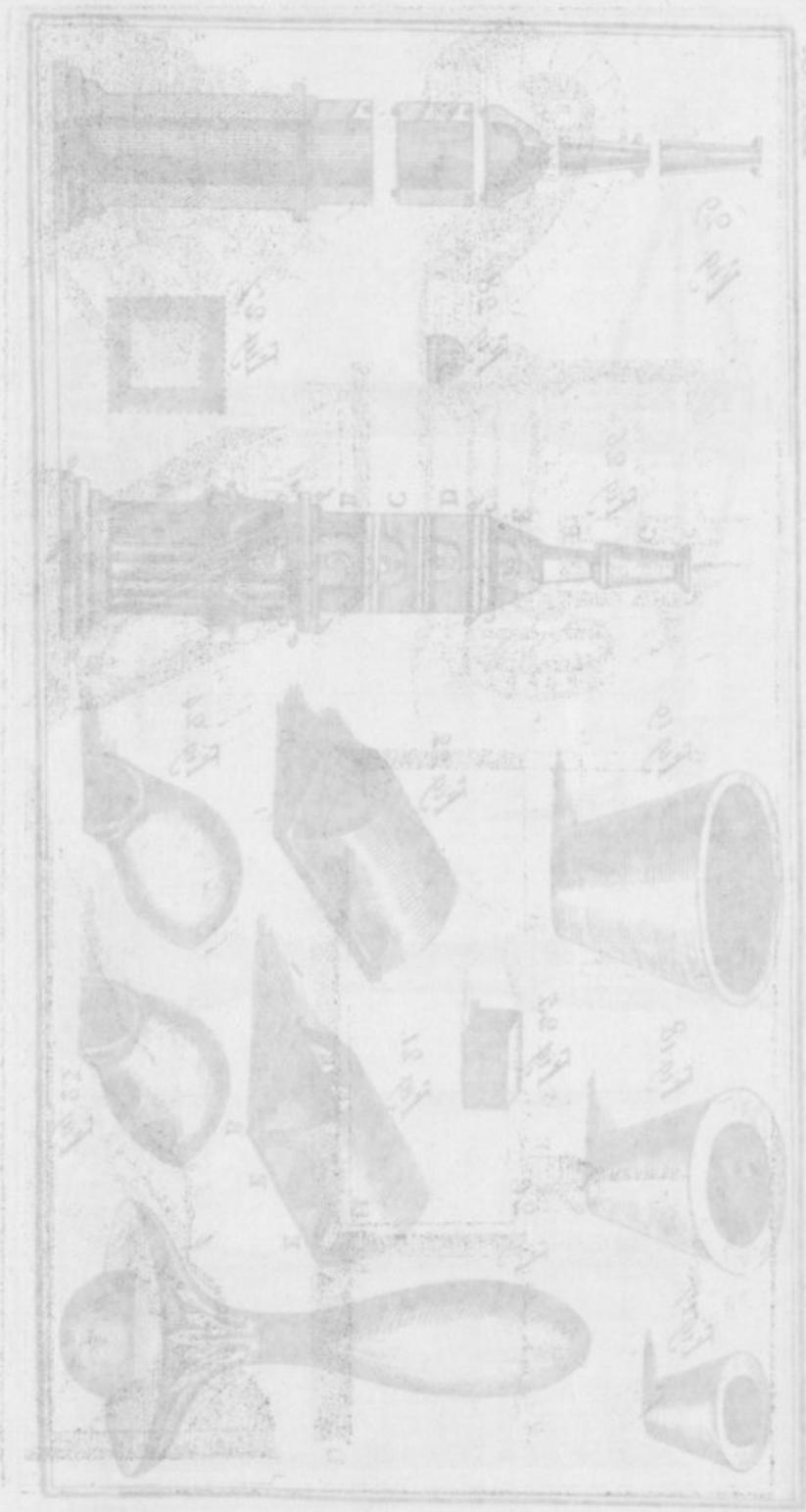
ART. I. De Magnis Metallis la-  
 boribus circa Aurum - - - - - 253  
 Argentum - - - - - 264  
 ART. II. De Magnis Metallis la-  
 boribus circa Cuprum - - - - - 272  
 Ferrum - - - - - 278  
 Stannum - - - - - 280  
 ART. III. De Magnis Metallis la-  
 boribus circa Niccolum - - - - - 285  
 Zinnum - - - - - 287  
 Wismuthum - - - - - 289  
 Cobaltum - - - - - 290  
 Manganum - - - - - 291  
 Molybdenum - - - - - 292  
 Sulphur - - - - - 293  
 Tellurium - - - - - 294  
 Hydrogenium - - - - - 295

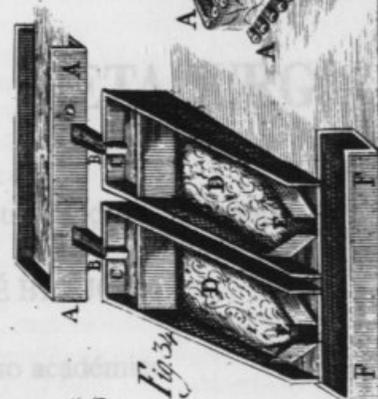
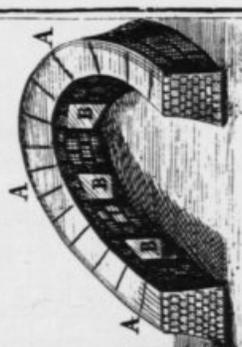
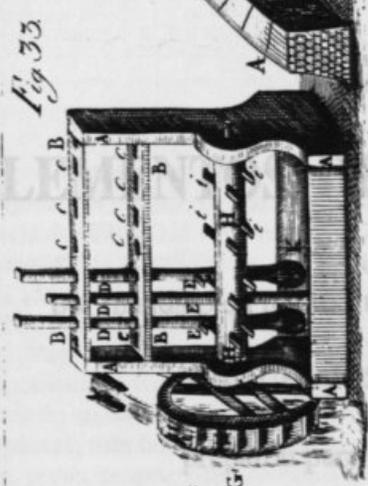
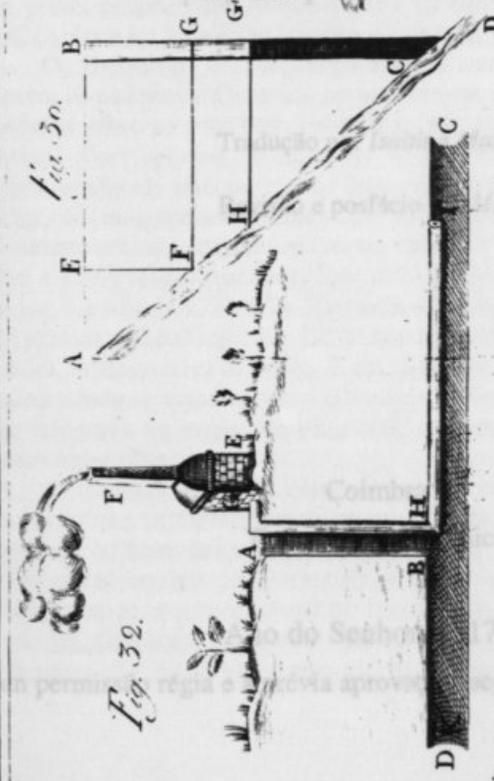
1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100

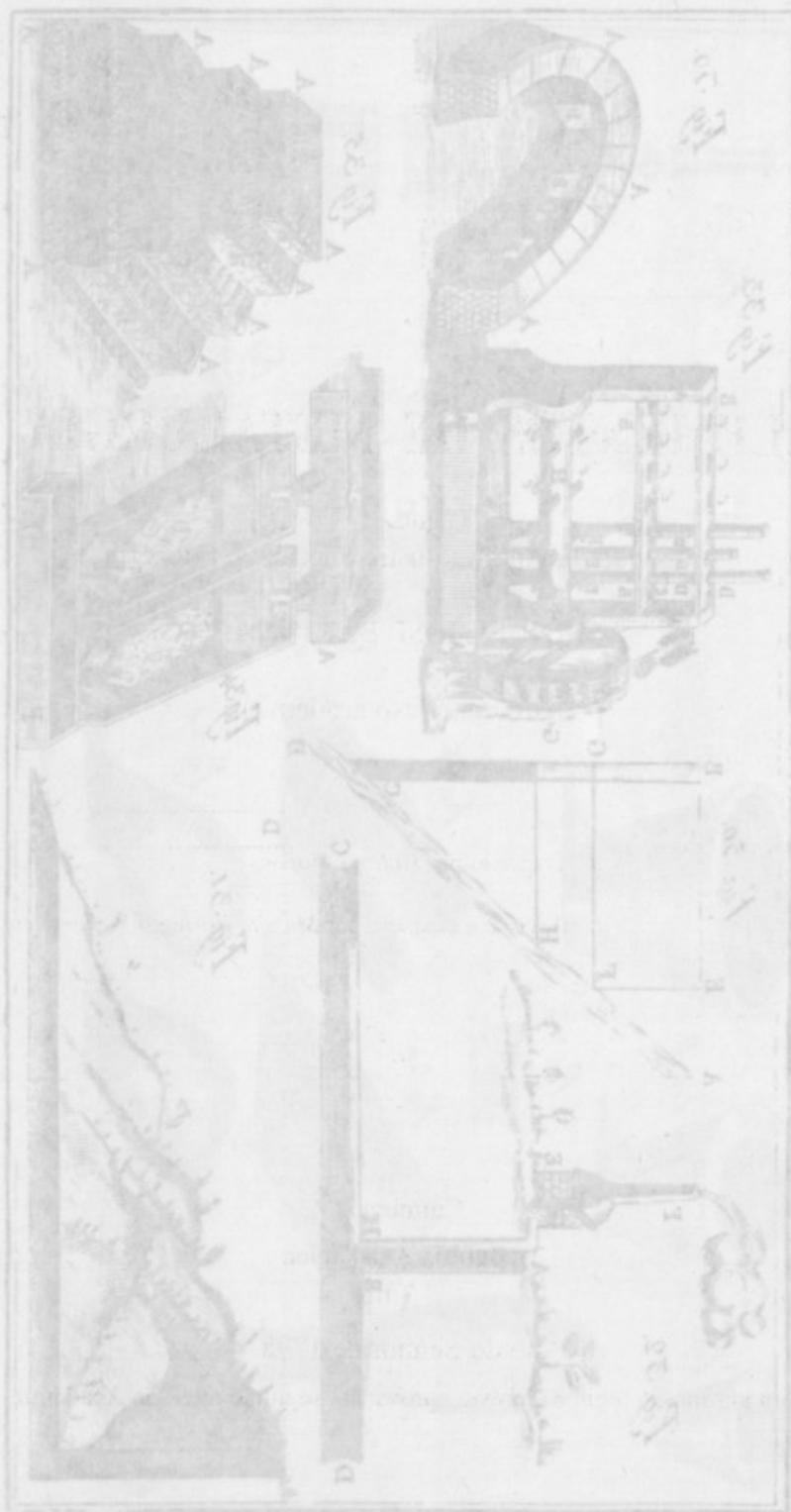












POSFÁCIO

# ELEMENTOS DE METALURGIA

que  
por mandato da muito ilustre Secção de Filosofia

MANUEL JOSÉ BARJONA

preparou para uso académico

Tradução por *Isaltina Martins*

Revisão e posfácio por *Martim Portugal V. Ferreira*

Coimbra

Tipografia Académica

Ano do Senhor de 1798

Com permissão régia e a prévia aprovação, segundo a lei, da Academia

# ELEMENTOS DE METALURGIA

que

por mandato da muito illustre Secção de Filosofia

MANUEL JOSÉ BARROSA

preparou para uso académico

Tradução por Joaquim Martins

Revisão a postico por Manuel Portugal V. Faria

Coimbra

Typographia Académica

Ano de Senhor de 1928

Com permissão régia e a previa aprovação, segundo a lei, da Academia

## POSFÁCIO

Este texto sobre Metallurgiae Elementa, da autoria do Dr. Manuel José Barjona, foi escrito para dar cumprimento a uma das recomendações de referência dos Estatutos Pombalinos, tal era a de escrever e publicar os elementos pedagógicos necessários para os cursos que as Faculdades integravam nos planos curriculares dos bacharelatos que a Universidade então oferecia. A 1ª edição, e ao que conheço a única, aconteceu em 1798, ao tempo em que o Dr. Barjona era o 1º lente substituto ordinário para a cadeira de Física Experimental; o catedrático era o Dr. Constantino António de Lacerda Lobo, o autor de muitas memórias económicas, com vocação para a agricultura e para as pescas, mas também de notícias e memórias sobre máquinas a vapor, balanças, pesos, propriedades da atmosfera e da água, que publicava na Academia de Ciências e no Jornal de Coimbra.

Os Elementos de Metalurgia contêm matérias que, até 1801, se integravam na cadeira de Química, nomeadamente aquelas que se apresentam nos capítulos sobre as substâncias metálicas em geral e sobre a docimástica dos metais – ouro, platina, prata, cobre, ferro, estanho, chumbo – e dos semi-metais – níquel, arsénio, zinco, bismuto, cobalto, manganésio, molibdénio, antimónio, tungsténio e mercúrio. De facto, além destes metais, apenas se conheciam o urânio, o titânio e o crómio, que tinham sido identificados em 1789, 1795 e 1797, respectivamente. Este texto era necessário porque há referências de que, a partir de 1791 o Dr. Thomé Rodrigues Sobral seria lente catedrático de Química e Metalurgia. E o Dr. Manuel J. Barjona fora lente substituto dessa cadeira, antes de o ser da Física. E em 1810, quando o Laboratório Chymico da Universidade se assumiu como fábrica de pólvora para o Batalhão Académico que integrava as tropas luso-inglesas, os Drs. Sobral e Barjona estiveram juntos nesse officio.

A feitura do texto em latim, sem nenhuma referência à metalurgia e arte de minas que se faziam em Portugal, representaria a expressão escolástica resistente ao fluxo das notas e memórias que a Academia de Ciências editava, quase todas escritas em português, e só muito esporadicamente em latim; promoviam-se o reconhecimento dos recursos naturais- minerais, hídricos, agrícolas, florestais, piscícolas – em Portugal e nas “conquistas” e as ciências e técnicas que os devem potenciar. Para além dos Drs. D. Vandelli, Cons-

tantino A. L. Lobo, Thomé R. Sobral, Avelar Brottero, J. B. Andrada e Silva, que inicialmente escreveram sobre a "preferência que se deve dar à agricultura sobre as fábricas", alguns destes, nomeadamente o futuro catedrático da Metalurgia na Universidade de Coimbra a partir de 1801 – o Dr J. B. Andrada e Silva – e outros, como D. Rodrigo Sousa Coutinho, Manuel Ferreira da Câmara, Alexandre Vandelli, Barão de Eshwegge, antecipavam a emergente revolução industrial, e a importância do carvão e do ferro. Também as teses propostas para os doutoramentos, na Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, continuaram a ser desenvolvidas em latim, até 1821, e a privilegiar as ciências físico-naturais. Apenas uma tese fora até então desenvolvida, em que se pode encontrar alguma da teoria aqui apresentada – aquela que foi dada a Frei João do Espírito Santo Saldanha, em 1791, para discorrer sobre "Se o oxigénio é o princípio geral da acidez"; depois, em 1801, é possível referenciar uma outra: "Se os metais podem ser obtidos pelo tratamento pelo carvão", que ia bem com a operação da redução que se desenvolvia, por exemplo, nas ferrarias de Alge, dada a Manuel José Mourão Carvalho Azevedo Monteiro, e em 1805 uma terceira "Descrever a amalgamação dos minérios de prata, investigar quando é que se justifica fazer a fusão dos minérios", desenvolvida por Frei João da Piedade; de 1816, conhece-se a tese de Manuel Martins Bandeira "Sob o ponto de vista geológico existe uma correlação entre a formação dos filões metalíferos e a natureza das montanhas; como explica que os filões metalíferos existam de preferência nas montanha", tema que aparece na II Secção deste livro.

Antes desta obra, a Imprensa da Universidade de Coimbra tinha editado: o 1º livro de Zoologia, *Introductiones Zoologicae Additis zoologicis* preparado pelo catedrático de História Natural Dr. Francisco António Ribeiro de Paiva, lente de Prima e Director da Faculdade de Filosofia, os dois tomos dos *Elementos de Química* do lente substituto de Química, Dr. Vicente Coelho de Seabra, e o compêndio *Physices Elementa* do lente catedrático de Física, Dr. Giovanni Dalla Bella.

A inserção universitária do Dr. Manuel J. Barjona, enquanto professor e autor, teve expressão favorável durante o reitorado de D. Francisco Rafael António de Castro, Principal da Igreja Patriarcal de Lisboa, pelo que a dedicatória que lhe faz não seria meramente de circunstância. Durante o segundo reitorado de D. Francisco de Lemos (1799-1821), foi ultrapassado em provimentos: para a cátedra de Metalurgia, em 1801, pelo Dr. José Bonifácio de Andrada e Silva, e para a de Docimásia na Casa da Moeda, em 1804, pelo Dr. João António Monteiro; só teve cátedra sua, a de Mineralogia em 1813, por jubilação do Dr. F. A. Ribeiro de Paiva. No período terminal do reitorado de D. Francisco de Lemos, foi até inculcado, sem produção de prova, de publicações que satirizavam o pontificado reitoral. Depois, já no reitorado do liberal D. Frei Francisco de S. Luís (1821-1822), o Dr. Manuel J. Barjona viria a escrever um segundo livro – texto, as *Taboas Mineralógicas*, foi encarregado

de estudar um novo plano para a reestruturação da Universidade e preparou o 1º bom catálogo das galerias de mineralogia e geologia do Museu de História Natural, que manuscreeveu e intitulou de Mineralogia 1ª Sala, no qual usou as modernas terminologias de Haüy e Brochand. Com o restabelecimento do Antigo Regime, em 1828, o Dr. Manuel J. Barjona foi envolvido numa espiral de acusações, com prisão entre Junho de 1828 e Dezembro de 1829; em Outubro de 1830 foi exonerado, sem direito a outra qualquer pensão para além dos 80 000 reis devidos pelos direitos de autor dos dois livros que escreveu.

Nestes Elementos de Metalurgia, o Dr. Manuel Barjona antecipou a criação da cátedra de Metalurgia na Universidade. Saberá que, com o suporte da Academia Real das Ciências de Lisboa, havia três pensionários que, nas Academias e Minas da Europa, se ilustravam na Filosofia e Artes Mineiras. Este é, obviamente, o livro de um estudioso de muitos autores então conhecidos e não o de um praticante. Na sistematização das espécies metalíferas faz referência, sem referir as espécies minerais, a muitos dos autores da mineralogia do século XVIII como Wallerius, Kirwan, Cronstedt, Werner, Fourcroy, Chaptal, Sage, ou Haüy e na metalurgia conhecia os trabalhos de Stabilius, Bucket, Sage, Facsio, Alonso Barba, Edward, Henkel, Schreiber, Macquer e alguns outros que se referem na breve lista bibliográfica que se acrescentou nesta versão em português. Expressa, muito claramente, que usara como fontes o livro *Itinera Metallurgica*, de Jars, e a *Docimásia* de Cramer e de Bergman.

Dentro da Química, faz referência aos seus contemporâneos Cavendish (1731-1810), Priestley (1733-1804) e Lavoisier (1743-1794)... e a percepção dos processos fica com algumas misturas da Teoria do flogisto com a Química de Lavoisier.

Faz-se aqui uma metalurgia com feição empírica, à qual rescendem as repetidas referências que faz a temas como o oxigénio como princípio acidificante – sem referir que Lavoisier já tornara claro que só os óxidos de elementos não metálicos originam ácidos -, ar vital, calórico. A não referência das espécies minerais correspondentes aos estados de sulfuretos e salinos dos metais e semimetais que apresenta tem o sabor da Química metalúrgica.

Quando descreve com grande rigor a balança, as copelas, as tégulas docimásticas e os fornos, o tubo ferruminatório, ou maçarico, usado nos ensaios pirométricos, e os correspondentes procedimentos e as diversas operações docimásticas, desde o loteamento. à trituração ou moagem, à ustulação, à flutuação, à digestão com fundentes, a metalurgia por via seca, ou por via húmida, o Dr. Manuel Barjona é mais o experimentado demonstrador do Laboratório Chymico e do Gabinete de Fysica Experimental da Faculdade de Filosofia do que o metalurgista.

Não há no texto *Metallurgiae Elementa* qualquer referência ao compêndio *Elementos de Chimica*, que o lente substituto de Química Dr. Vicente

Coelho de Seabra publicara, na Imprensa da Universidade, em 1888 a Parte I e em 1890 a Parte II; a erudição de Seabra não parece ter sido claramente acolhida pelos seus contemporâneos, e desde logo pelo catedrático de Química Dr. Thomé R. Sobral e outros lentes substitutos, mas basta ler, em paralelo, os Prolegómenos dos Elementos de Metalurgia e os de Química para sentir a sequência. Mas é óbvia a mais valia dos Elementos de Metalurgia na sistematização das substâncias minerais metálicas, portadoras dos metais e semimetais de M. J. Barjona, na descrição dos equipamentos, operações e experiências docimásticas, no bom sentido das referências sobre montanística e tratamento de minérios até à metalurgia. É particularmente pormenorizada a descrição da balança e da sua manipulação para obter o maior rigor nas pesagens; era o tempo da descoberta da Lei da conservação da massa e, por isso, as pesagens eram criticamente importantes.

A II Secção da Segunda Parte dos Elementos de Metalurgia, cuja leitura é particularmente sugestiva, expressa a visão do leitor de Werner, quer seja no discurso sobre a geometria e traçado dos filões, quer ainda na descrição das máquinas usadas nos trabalhos mineiros, quer ainda na conceptualização sobre os ciclos de formação das montanhas, ou ainda nas operações mineiras. A completa ausência de referências sobre as Artes Mineiras e Metalúrgicas que se praticavam em Portugal é a expressão do ensino escolástico, que manteve nas Táboas Mineralógicas, do qual se tinham afastado os demais lentes da Faculdade de Filosofia. Vai neste sentido o seu não acolhimento na Academia Real de Ciências de Lisboa.

Tenho a experiência pessoal da utilidade de conhecer este livro para reconstituir uma antiga exploração mineira. A História da Ciência pode ter esta motivação — honrar o Autor que nos ensinou.

A tradução-transformação da obra *Metallurgiae Elementa* foi realizada com a grande preocupação de preservar o sabor de um Compêndio que marca o início do ensino universitário da Metalurgia, e também o início da teorização científica da Geologia e da Química. Depois da tradução “à letra” que foi feita por uma licenciada em Clássicas, a Lic. Isaltina Martins, fizemos sucessivas revisões, sempre com regresso ao texto original, que não lograram atingir a forma adequada para uma leitura sem esforço. Penso que ficou o discurso do Autor, com traços fortes do conhecimento empírico e com discontinuidades; é claramente conflitual com os conhecimentos científicos agora disponíveis, é até com os desse tempo. Acrescentei títulos aos capítulos, e a outros blocos de assuntos que os não tinham. A lista bibliográfica só aparece nesta versão traduzida.

Sendo bem evidente que as explorações mineiras e a metalurgia da Revolução Industrial do século XIX se foram ajustando às emergentes conceptualizações e desenvolvimentos da Ciência e da Técnica não é de espantar que

a aprendizagem por este livro ficasse confinado aos tempos em que se ensinava a cadeira de Metalurgia (1801-1829), ou a de Mineralogia, Geognosia e Metalurgia (1836-1844).

Devo também recordar que em 1801-02 começaram as novas cadeiras de Metalurgia e de Hidráulica. A Universidade sentia a emergência da revolução industrial e a necessidade de ensinar estas Filosofias e Artes.

## LEITURAS PARA O ENTENDIMENTO

MARTIM PORTUGAL VASCONCELOS FERREIRA

1. Devo aqui anotar-se que os metais conhecidos no tempo de 1788 eram os seguintes: tungsténio (1781), molibdénio (1781), urânio (1789), titânio (1795), cobalto, bismuto, manganês (que se conhecia como manganésio, o que explica a escrita de Dr. Barbosa - manganésio, usado (1754), mercúrio, zinco, estanho, chumbo, ferro, cobre, prata, ouro, platina, muitos outros - K, Na, Ca, Si, Sr, Ca, Mg, Al, Z, R, Ba, Os, Co, Fe, P, W (usando os símbolos químicos ainda por estabelecer...) foram conhecidos exactamente no princípio do século XIX e são apresentados por M. P. na sua trad. Comostada do livro de Poirrey.

2. Os autores que mais inspiraram os textos e o ensino de Metalurgia no século XVIII, foram Sage, Ståhlin, Bergmann, Bergius, Cassel, Wolf, Fuchs, Alton, Böttg, Edward, Gellert, Goding, Hirsch (pelo trabalho sobre o chumbo nativo), Schreiber, Schlüter, Schauder, Hüller, Schlegel (pela individualização da platina), Böttgerius (pelos trabalhos sobre o vidro nativo), D'Engeström (pelo aperfeiçoamento do método de Acharn para a balança da Fig. 10).

## 3. Alguns Textos

Ameida, Teodoro de, 1751-1800. *Racconto Filosofico ed Istoria sopra la Filosofia Natural* para instrução de pessoas cultas, por um requerimento as aulas, 10 volumes. Off. de Miguel Rodrigues, ou Regia Officina Typographica Lisboa.

Amorim da Costa, A. M., 1985. *Populares da Casa Grande do Portugal*. Biblioteca Breve, I. C. L. B. 130 p. Lisboa.

1993. *Chemical Practice and Theory in Portugal in the Eighteenth Century*. *Scientific and Technological Change: Their Meaning and Relevance*. Ed. William R. Stead, pp. 199-205. Chicago.

...das de 1850, em 1852, na Universidade de Paris I e a publicação em 1853 do livro "Elementos de Metalurgia" de Werner, que se tornou o primeiro tratado de metalurgia científica. A obra de Werner, publicada em 1853, foi a primeira a ser baseada nos princípios da química moderna e a ser escrita em português. A obra de Werner, publicada em 1853, foi a primeira a ser baseada nos princípios da química moderna e a ser escrita em português. A obra de Werner, publicada em 1853, foi a primeira a ser baseada nos princípios da química moderna e a ser escrita em português.

A II Secção da Segunda Parte dos Elementos de Metalurgia, cuja leitura é particularmente sugestiva, expressa a visão do leitor de Werner, quer seja no discurso sobre a geometria e traçado dos filões, quer ainda na descrição das máquinas usadas nos trabalhos mineiros, quer ainda na conceptualização sobre os ciclos de formação das montanhas, ou ainda nas operações mineiras. A completa ausência de referências sobre as Artes Mineiras e Metalúrgicas que se praticavam em Portugal é a expressão do ensino escolástico, que manteve nas Tábuas Mineralógicas, do qual se tinham afastado os demais letores da Faculdade de Filosofia. Vai neste sentido o seu não acolhimento na Academia Real de Ciências de Lisboa.

Tenho a experiência pessoal da utilidade de conhecer este livro para reconstituir uma antiga exploração mineira. A História da Ciência pode ter esta insigação — honrar o Autor que nos ensinou.

A edição-transformação da obra Metallurgiae Elementa foi realizada com a grande preocupação de preservar o sabor de um Compilado que marcou o início do ensino universitário da Metalurgia, e também o início da teorização científica da Geologia e da Química. Depois da tradução "à letra" que foi feita por uma licenciada em Ciências, a Lic. Isolina Martins, fizemos sucessivas revisões, sempre com regresso ao texto original, que não lograram atingir a forma adequada para uma leitura sem esforço. Pensou que ficou o discurso do Autor, com traços fortes do conhecimento empírico e com discontínuidades, é claramente conflitual com os conhecimentos científicos agora disponíveis, e até com os desse tempo. Acrescentei títulos aos capítulos, e a outros blocos de assuntos que se não tinham. A lista bibliográfica só aparece nesta versão traduzida.

Sendo, bem evidente que as explorações mineiras e a metalurgia da Revolução Industrial do século XIX se foram ajustando às emergentes conceptualizações e desenvolvimento da Ciência e da Técnica não é de espantar que

## LEITURAS PARA O ENTENDIMENTO

1. Deve aqui anotar-se que os metais conhecidos, ao tempo de 1798, eram os seguintes: tungsténio (1781), molibdénio (1778), crómio (1797), urânio (1789), titânio (1795), cobalto, bismuto, manganésio (que se escrevia como mangnésio, o que explica a escrita do Dr Barjona), antimónio, níquel (1754), mercúrio, zinco, estanho, chumbo, ferro, cobre, prata, ouro, platina; muitos outros – K, Na, Ba, Si, Sr, Ca, Mg, Al, Zr, It, Be, Os, Ce, Pa, Ir, Rd (usando os símbolos químicos ainda por estabelecer...) foram descobertos exactamente no princípio do Século XIX e são apresentados por M H. Paiva, na sua trad. Comentada do livro de Fourcroy.

2. Os autores que mais inspiraram os textos e o ensino da Metalurgia, no século XVIII, foram Sage, Stabilius, Bergmann, Bucquet, Cramer, Erker, Facsio, Allonso Barba, Edward, Gellert, Geoffroy, Henckel (pelos trabalhos sobre o chumbo nativo), Schreiber, Schluter, Schindler, Hellot, Sickinger (com a individualização da platina), Bomarius (pelos trabalhos sobre o zinco nativo), D'Engestrom (pelo aperfeiçoamento do maçarico), Achard (referido para a balança da Fig. 10)

### 3. Alguns Textos:

Almeida, Teodoro de, 1751-1800. Recreação Filosófica, ou dialogo sobre a Filosofia Natural para instrução de pessoas curiosas, que não frequentarão as aulas. 10 volumes. Ofic. de Miguel Rodrigues, ou Regia Officina Typographica. Lisboa.

Amorim da Costa, A. M., 1985. Primórdios da Ciência Química em Portugal. Biblioteca Breve, I. C. L. P. 130 p. Lisboa.

\_\_\_\_\_, 1988. Chemical Practice and Theory in Portugal in the Eighteenth Century: Revolutions in Science – Their Meaning and Relevance. Ed. William R. Shea, pp. 239-265. Chicago.

Atwood, George, 1784. Analysis of a course of lectures on the principles of Natural Philosophy. T. Cadell. London.

Balbi, A., 1822. Essai Statistique sur le Royaume de Portugal et de l'Algarve comparé aux autres Etats d'Europe. T. II, Chez Rey et Gravier, pp. 37-54, XLVII-LXII.

Barba, Alvaro Alonso, 1730. Traité de l'art métallique auquel on a joint une Mémoire concernant les Mines de France ; avec un tarif Qui démontre les opérations qu'il fait droit faire pour tirer de ces mines l'or et l'argent qu'en tiroient les Romains, lorsqu'ils étaient maîtres des Gaules. Ouvrage enriché de Figures en taille douce. Chez Sangnain Père, Paris (BGUC 4A-16-12-8).

\_\_\_\_\_, s/ data. Arte de los metales , en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por azogue. El modo de fundi-los todos, y como se han de refinar y apartar unas de otras. Novamente ahora añadido con el tratado de las antiguas minas de España, que escrevio Don Allonso y Cano. Imp. Bernardo Peralta. ( BGUC 4A-3-6-4)

Bergman, Torbern Alof, 1792. Manuel du mineralogiste ; ou sciagraphie du règne mineral, distribués d'après l'analyse chimique. Chez Cuchet 2 vol. Paris ( BGUC 2-23-2-10,11).

\_\_\_\_\_. Opuscules chimiques et physiques. Traduits par M. de Morveau, avec des notes. Chez L. N. Frantin, 2 vol. Dijon, V. I a VI. Bergman.

Considera que não existe estanho nativo; o modelo de maçarico deste livro é aquele que Bergman apresenta no T. II. (Bib Dep Quim).

Bertrand, Élie de, 1754. Essai sur les Usages des Montagnes avec une Lettre sur le Nil. Ed. Heidegger, Zurich.

Bomare, Valmont de, 1775. Dictionnaire raisonné universel d'Histoire Naturelle; contenant l'histoire des animaux, des végétaux et de minéraux. Chez Brunet, 9 vol. Paris ( BGUC 2-5-10-5 a 13).

Brisson, Mathurin- Jacques, 1789. Traité élémentaire ou principes de physique , fondés sur les connaissances les plus certaines, tant anciennes que modernes et confirmées par l'expérience, Imp. Montard, Paris.

Buffon, M. le Comte de (ou Georges Louis Leclerc), 1749-1804. Histoire Naturelle de la Theorie de la Terre, jusqu'à Époques de la Nature. 36 vol., - les derniers 5 sur l'histoire des minéraux.

Na apresentação dos seus sete períodos (os sete dias bíblicos da semana) da história da Terra colhia as proposições de Leibniz, Lehman...

Carvalho, Rómulo de, 1955. Portugal nas Philosophical Transactions, nos séculos XVII e XVIII. Revista Filosófica, vol 16, p.94-120, Coimbra.

Catesby, Mark, 1771. The Natural History of Carolina, Florida and the Bahama Islands, containing the figures of birds,.... Revised by Mr. Edwards. To the whole is added a Linnean index of animals and plants. Printed for Benjamin White, 2 vol. London (BGUC 4A-20-12-2 e 3)

Chaptal, J.A., 1805. Elements de Chimie, T. 1,2,3. Chez Deterville, Paris.

Cramer, Joannes Ulricus L. B., 1758. Observationes juris universi ex praxi recentiori supremorum impariitribunalium Illaustreae ; adoque non solum iis, Qui in eadem consulando,advogando, procurando, judicando. Ed Philipus Jacobus Wincklerus, 1 vol, VIII p.1008+24 fol, Wezlarice.

Cronstedt, A. F. 1788. An Essay towards a system of Mineralogy.(Com trad e notas de Emanuel Mendes da Costa e J.J. Magalhães). 2 vol. Imp. Dilly. London. (BGUC 4-1-10-14 e 15).

Dalla Bella, Giovanni Antonio, 1789. Physices elementa usui Academiae Coninbricensis accomodata, 3 vol. Typis Academiae, Coimbra.

Desmarests, Nicolas, De Montigny et Sage, B. George, 1779. Découvertes sur le feu, l' électricité et la lumière, constituées pour une suite d'expériences nouvelles.... Chez Clousier, Paris (BGUC 2-20-2-18).

Não são comuns os trabalhos de co-autoria destes tempos antigos.

Faujas de Saint Fond, B., 1781. Histoire Naturelle de la Province du Dauphiné, Grenoble.

Fourcroy, A.F. 1805. Philosophie Chimique. Trad portuguesa (1816) por M. J. Henriques de Paiva, Professor de Química da Faculdade de Filosofia, com exercício na Cadeira de Farmácia na cidade de Lisboa. Com anotações. Na Imp. Régia, 234 p. Rio de Janeiro (Bib Dep Quim).

Geikie, A., 1897. The Founders of Geologie. Ed. Mc Milan. London.

É uma das mais sólidas fontes da História da Ciência, devido às referências muito precisas sobre autores e as suas contribuições dentro da Mineralogia e Geologia dos séculos XVIII e XIX.

Gellert, Christian Furchtegott, 1775. Leçons de moral ou lectures academiques... 1 vol, 1° T 30+42+252p., 2°T. 338+93 p. Ed. Leipzick, Utrecht.

Parece uma digressão sobre a Filosofia Racional e Moral, que era cursada no 1° ano de Faculdade.

Gibelin, M. 1791. Abrégé des Transations Philosophiques de la Societé Royal des Sciences de Londres (Bib Dep Quim).

Hassenfratz, 1786. Laudatam Memoir. Observ. Phy., Royal Soc.

Apresenta um modelo de maçarico, melhorado em relação aos anteriores,

Hauy, René- Juste, 1784. Essai d'une Théorie sur la structure des cristaux, apliquée à plusieurs genres de substances crystallines. Chez Cogné de la Rochelle, Paris. (BGUC 4A-28-11-35).

\_\_\_\_\_, 1806. Traité élémentaire de Physique. Chez Coucier. Paris.

Henckel, Jean Frederic, 1760. Pyritologie, ou histoire naturelle de la pyrite. Chez Jean Thomas Hérisant, 1 vol, 26 p, Paris. ( BGUC 2-10-20-14).

Jars, Gabriel, 1774. Voyages métallurgiques:ou recherches et observations sur les mines et forges de fer, la fabrication de l'acier, celle du fer-blanc, et plusieurs mines de charbon de terre, faites depuis l'année 1757 jusques et compris 1769, en Allemagne, Suède, , Norvege, Angleterre, et Écosse, 1774. Imp. Chez Gabriel Régnauld, XXXII, p. 416, planches sur X feuilles plissées, Lyon.

\_\_\_\_\_, Itinera Metallurgica, T.I, p.340.

Keirus,( Kirwan ?)descreve a água régia, nas Phil. Trans. pelos finais de 1790.

Kirwan, R. 1784. Elements of Mineralogy. Print. Elmsly, 412 p. London; Trad M. Cébelin, 1785, Paris( BGUC 4A-21-13/9).

Lavoisier, Antoine- Laurent, 1789. Traité Élémentaire de Chimie. Fac-sim. Ed. Jacques Gabay, 1902, XLIV, 653 p. en 2 col. Sceaux.

\_\_\_\_\_, 1789. Sur les couches modernes horizontales, qui ont été déposées par la mer, et sur les conséquences qu'on peut tirer de leurs dispositions, relativement à l'ancienneté du globe terrestre: Mém de l'Academie Royale des Sciences de Paris, p. 351-371, Paris.

Lehman, Johann Gottlob, 1759. *Traité de Physique, d'Histoire Naturelle, de Minéralogie et de Métalurgie*. Trad. de l'allemand (1756) par P. H. Tiry d'Holbach. Ed. Jean-Thomas Hérisant, Paris.

Faz a proposição das três classes de montanhas, com a reformulação dos postulados de Stenon.

Limneu, Karl von, 1778. *Sistema Naturae*. 12ª Ed. Laurentii Salvii, 108 p. Holmii

l'Isle, Jean- Baptiste- Louis de Romeu de, 1789. *Metrologie ou Tables pour servir à l'intelligence des poids et mesures des anciens, et principalement a determiner la valeur des monnaies grecques et romaines*. L'imprimerie de Monsieur, XXXXv, p. 214. Paris.

Tal como Limneu, nega que exista antimónio nativo.

Lobo, Constantino Botelho de Lacerda, 1789. *Memória sobre uma balança de ensaio: Memórias Económicas da Academia Real da Sciencias de Lisboa*. T.II, Lisboa.

Macquer, Pierre Joseph, 1778. *Dictionaire de Chimie: contenant la théorie et la pratique de cette science, son application à la physique, à l'histoire naturelle, à la médecine, et aux arts dépendans de la chimie*. 2e. éd. revue et considerablement augmentée. Imp. Fr. Didots jeune, p. 655. Paris.

Descreve trabalhos sobre a natureza do ferro.

Magellan, John Hyacinth ( João Jacinto de Magalhães), 1781. *Lettre sur Balances d'Essai ( la description d'une nouvelle balance d'essai... )*: Sur L'Histoire Naturelle et les Arts. Journ. Physique., T XVII, Part I, pp. 43-49. Paris .

Apresenta uma balança afim àquela aqui apresentada, e que vem no seguimento da que J.J.M. descreveu, em 1773, no T. XVII, P. 252. *Observ.Phys.*, Tomo I.

Matos, A. M. C., 1998. *A Ciência ao Serviço da Reforma do Estado: A Química em Portugal no final do Século XVIII – Início do Século XIX. Divórcio entre Cabeça e Mãos? Laboratórios de Química em Portugal ( 1772-1955)*, pp. 45-53. Livraria Escolar. Lisboa.

De forma breve, dá boa notícia dos trabalhos da docimásia que se fazia no Laboratório Química da Universidade.

Morveau, Louis- Bernard Guiton de, 1762. *Digressions académiques , ou essais sur quelques sujets de physique, de chimie et d'histoire naturelle*. Imp Chez P. F. Didot, Dijon.

\_\_\_\_\_, 1786 jusque à 1815. Encyclopédie méthodique: chymie, pharmacie et métallurgie. Imp. Chez Panckoucke, Paris et chez Plomteux, Liège.

Demonstrou a fusibilidade da platina; negava a existência de ferro nativo.

Portugal Ferreira, M., 1990. Dr. Manuel José Barjona (1758-1831) – Autor dos primeiros livros de Mineralogia editados em Portugal. Mem. Not. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, n.º 110, pág. 77-102, Coimbra.

\_\_\_\_\_, 1990. O Museu de História Natural da Universidade de Coimbra (Secção de Mineralogia e Geologia) desde a Reforma Pombalina até à Republica, Mem. Not. Mus. lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, n.º 110, pág. 53-76, Coimbra.

\_\_\_\_\_, 1998. 200 de Mineralogia e Arte de Minas, desde a Faculdade de Filosofia (1772) até à Faculdade de Ciências e Tecnologia (1972), Ed. FCTUC – Arquivo U.C. 188 pág. Coimbra.

Ramsden, Charles, 1788. Observ. Phyl., Ros. p.144.

Refere o artigo de J. J. Magalhães de 1781, sobre a balança.

Sage, Balthasar-George, 1784. Description méthidique du cabinet de l'Écolle royale des mines. Imp. Royale, Paris. (BGUC 3-12-2-15).

\_\_\_\_\_, 1787. Supplement à la Description...

Seabra, Vicente Coelho de, 1788, 1790. Elementos de Chimica, Parte, I e II. Real Officina da Universidade. Coimbra.

Neste trabalho, que é contemporâneo do Tratado de Química de Lavoisier, o A. apresenta exposições que integram o conhecimento da Química mais avançada do seu tempo.

Schluter, Cristoph Andreas, 1753 –1764. De la fonte des mines, des fonderies.... T. 1 et 2. Le tout augmenté et publié par M. Hellot. Chez J. T. Herissant, Paris (BGUC 1-3-20-10 e 11).

Transactions Philosopphy, 1749, 1750, 1766, com trabalhos de Wood; o de 1766 com notas de Kirwan sobre o estanho.

Ulloa, António de, 1748. Itinerar. Peru.

Descreveu e identificou a platina.

Vandelli, Domenico, s/ data. Tractatus de Thermis agri... Patavini... contra Cell: Hallerum. Patavii, ex Typographia Conzatti.

\_\_\_\_\_, 1789. Memória sobre algumas produções naturais das conquistas, as quais ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitam. Mem. Económicas Academia Real de Sciencias de Lisboa, T. I, pp. 143-145. Lisboa.

\_\_\_\_\_, 1789. Memória sobre algumas produções naturais do reino, das quais se poderia tirar utilidade. Mem. Económicas Academia Real de Sciencias de Lisboa, T. I, pp. 176-189. Lisboa.

\_\_\_\_\_, 1789. Memória sobre a preferencia que em Portugal se deve dar à agricultura sobre as fábricas. Mem. Económicas Academia Real de Sciencias de Lisboa, T. I, pp. 244-253. Lisboa.

Walerius, J.G. 1753. Mineralogie ou Description Generale des Substances du Règne Mineral. Trad. de l'edit. suédoise (1747). Chez Durant. T.I, 569 p., T.II, 284 p. plus 256 p. ( Hydrologie), Paris .

Werner, A. G. 1802. Nouvelle Theorie de la Formation des Filons. Application de cette Theorio à l'Exploitation des Mines, particulièrement de celles de Freiberg. Trd. M. D'Aubuisson. Chez Craz Libraire ( Villiers), 290 p. Paris. (BGUC 7.54.22.35).

Werner que escreveu e ensinou admiravelmente sobre mineralogia, jazigos minerais vulcano-sedimentares e metalogenia, representa as perspectivas geognósticas ortodoxas e fixistas: ia em favor das rochas cristalinas serem primitivas ( i.é. precipitadas de um oceano primordial), da insignificância do magmatismo e da tectónica; agrupava as rochas, e as montanhas em 1) primitivas, 2) estratificadas e fossilíferas, 3) estratificadas (com 12 formações que iam do Devónico ao Cretácico), 4) vulcânicas, para as quais também defendia origem sedimentar e 5) aluviais.

J. Hutton, com as suas perspectivas mecanicistas sobre os processos de evolução da Terra ( não encontrava vestígios de princípio da Terra nem sinais prospectivos do seu fim) que considerava serem explicáveis pela intervenção de três tipos de fontes naturais de energia: a da gravidade, a do calor interno da Terra e a solar, representava a nova concepção da Ciência.

Woodward, J., 1735. Géographie Physique ou Essai sur l'Histoire Naturelle de la Terre. Trad. De l'anglais (1695) par Brisson . Paris.

Yañelli, Domenico la data, Facultad de Ingenieros, Talcahuano, Chile. Hallazgo de un mineral nuevo en Chile, Actas de la Comisión Chilena de Geología, 1914, p. 1-12.

1788. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1788.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

1789. Memoria sobre algunas producciones naturales de las montañas de la Sierra de Guadalupe, en las Indias Occidentales de España, por el Sr. D. Juan de la Cruz Torres, Madrid, 1789.

**Ao Ilustríssimo  
e Excelentíssimo Senhor**

**D. FRANCISCO RAFAEL DE CASTRO,**

Purpurado  
Principal da Igreja Patriarcal,  
do Conselho da Rainha Fidelíssima,  
Distintíssimo Reitor da Academia Portuguesa,  
etc. etc. etc.

Por muitas causas, Excelentíssimo Senhor, deveria eu ter sido não apenas levado, mas coagido, a tratar cuidadosamente de dedicar-te, a ti a ao teu muito ilustre nome, estes Elementos de Metalurgia.

Tu que, de forma incansável, protegeste todas as ciências e especialmente a Filosofia,

Tu que, com olhar atento, acompanhaste, desde o início, os meus progressos, por modestos que fossem, nas questões filosóficas,

Tu que, de todos os meus estudos, quaisquer que eles sejam, és o mais justo juiz e o melhor avaliador pois que me conhecestes muito bem desde que, sendo eu ainda estudante, te solicitei com êxito que me admitisses no Colégio dos Mestres,

Tu que, anuindo com muita benevolência aos meus desejos, me distinguiste com o Magistério e, na esperança que eu correspondesse à tua confiança, empenhaste junto da Rainha Fidelíssima a tua palavra.

Eis pois, Excelentíssimo Senhor, a primeira mostra que posso apresentar, não certamente de uma ciência excepcional mas pelo menos dos mais honestos e dos melhores propósitos.

Digna-te, portanto, Excelentíssimo Senhor, acolher com benevolência esta pequena oferta que devotadamente a ti quis dedicar o cultor respeitossimo do teu nome

MANUEL JOSÉ BARJONA

PROFESSOR DA FACULDADE DE CIÊNCIAS  
e Excelentíssimo Senhor

D. FRANCISCO RAFAEL DE CASTRO.

Profundo  
Principi da Igreja Paroquial,  
do Conselho da Rainha Fidelíssima,  
Distintíssimo Senhor da Academia Portuguesa

etc. etc. etc.

Por suas cartas, Excelentíssimo Senhor, devese eu ter sido não apor-  
tas levado, mas cogido, a tratar cuidadosamente de dedicar-te, e a ao teu  
muito ilustre nome, estes Elementos de Metalurgia.

Tu que, de forma incansável, proteges todas as ciências e especial-  
mente a Filosofia,

Tu que, com o olhar aguçado, acompanhaste, desde o início, os meus pro-  
gressos, por modestos que fossem, nas questões filosóficas,

Tu que, de todos os meus estudos, quizesse que eles sejas, de o mais  
justo juiz e o melhor avaliador pois que me conheceste muito bem desde que  
seja eu ainda estudante, te solicitei com êxito que me admittisses no Colégio  
dos Menores,

Tu que, auxiliado com muita benevolência nos meus desígnios, me distin-  
guiste com o Magistério e, na oportunidade que se correspondeu a tua confiança,

empenhaste junto da Rainha Fidelíssima a tua palavra, e fizeste-me, ao longo  
dos meus estudos, a honra de ser meu professor,

Eis pois, Excelentíssimo Senhor, a primeira mostra que posso apresentar,  
além certamente de uma ciência excepcional mas pelo menos dos mais honrosos  
e das melhores profissões,

Digo-te, portanto, Excelentíssimo Senhor, acolhe com benevolência  
esta pequena oferta que devo-lhe a ti, e que, de certo, te será útil e agradável.

Com a certeza de que, se eu não tivesse a honra de ser teu discípulo, não  
seria do teu nome.

MARQUEZ DE BARCELONA

## PROLEGÓMENOS DA METALURGIA

### §. 1.

A Metalurgia é a ciência que expõe os fundamentos e as regras com as quais os metais e os semi-metais podem ser investigados, conhecidos, extraídos dos seus jazigos e ser separados de todos os outros minerais acompanhantes.

### §. 2.

Dá que constituam o seu objecto não só qualquer mineral metálico ou minério, mas também as substâncias metálicas que os constituem.

### §. 3.

O seu fim é ser útil ao homem, porque, na verdade, a Metalurgia ensina, em particular, aquilo que é necessário para que cada uma das substâncias metálicas adquira um aspecto particular e possa ser aplicada em usos vários da vida.

### §. 4.

Há muitos factos que atestam a antiguidade da Metalurgia: as Escrituras Sagradas mostram que ela foi conhecida muito antes do Dilúvio, pois que no *Cap. IV, vers. 22 do Génesis*, refere-se claramente que Tubal Caim era um artífice competente em obras de cobre e de ferro. A História profana ensina que esta arte propagou-se depois do Dilúvio e que Semirâmis entregou os trabalhos das minas e dos metais aos seus cativos.

Sabemos que os Egípcios cultivaram muito esta ciência e que exercitando-a reuniram informações várias e muito úteis.

O conhecimento da Metalurgia estendeu-se, particularmente, dos Egípcios para os Romanos, de uma forma especial; Tito Lívio conta, no livro 32, que, quando no consulado de L. Lentulo e P. Vílio, os Cartagineses levavam a Roma o tributo em prata, foram obrigados a restituir uma quarta parte de boa prata, porque, pesada esta segundo o costume legítimo dos tribunais, a encontraram adulterada e deteriorada de forma fraudulenta: *porque não era prata de boa qualidade, os questores tinham-na recusado e, segundo os peritos, havia um quarto a menos. Supriram o prejuízo da prata com dinheiro emprestado por Roma.*

*Estrabão e Diodoro Sículo* revelaram o método pelo qual, por acção dos sais e da terra aluminosa, os metais se separam dos seus resíduos.

*Plínio*, no livro 33, cap. 19, certifica que o ouro, por si próprio, resiste à prova através do fogo, e que todos os metais cedem à sua poderosíssima acção, excepto o ouro: *apenas com ele nada se perde pelo fogo*; e, noutro lugar: *para se purificar, trate-se no fogo com chumbo*. Ora, esta maneira de falar mostra que a copelação já então era bastante conhecida. O mesmo *Plínio*, no cap. 43 do mesmo Livro, escreve sobre o uso da pedra de polir. No cap. 44, estabelece, claramente, que a prata reduzida a pequeníssimos fragmentos e colocada sobre uma lâmina de ferro em brasa é purificada das suas impurezas; e, no cap. 23, indica exactamente o processo, o mesmo que já então era usado pelos Romanos, pelo qual o ouro, ao misturar-se com mercúrio, se separa da areia, das pedras e dos minérios: *tudo nele flutua excepto o ouro; este é o único que se concentra em si próprio; do mesmo modo, limpa muito bem de si as restantes impurezas, afastando-as quando agitado, repetidas vezes, em vasos de barro*.

A necessidade torna os homens engenhosos. Deste modo, não só fez propagar as artes, aplicando-as, mas também as coisas fortuitas, muitas vezes encontradas, fizeram progredir as próprias técnicas e as ciências; a lenha queimada à superfície da terra, nos mesmos lugares onde corriam veios metalíferos muito à superfície, forneceu, talvez, as primeiras ideias para a ciência da Metalurgia. Nem é de outro modo que, em geral, o povo inculdo do Canadá costuma procurar o chumbo que se encontra debaixo da terra.

Todas estas coisas e muitas outras que, propositadamente, deixo de lado, provam que a origem da Metalurgia deve ser procurada em épocas muito mais antigas e que os vestígios desta ciência ocorrem num tempo muito recuado.

#### §. 5.

É evidente que o Estado deve tirar o máximo proveito das substâncias metalíferas. A Natureza muito raramente no-las oferece em estado puro, sem misturas e já preparadas para os nossos usos. Logo, para que se tornem úteis é necessário que a técnica nos ensine o modo de as purificar. O conjunto das regras através das quais isso se consegue constitui a ciência da Metalurgia (pela sua própria definição); por isso a Metalurgia é útil e necessária.

## PRIMEIRA PARTE DA METALURGIA

### CAP. I.

#### Sobre as substâncias metálicas em geral

Denominam-se de metálicas as substâncias de origem mineral, duras, opacas e brilhantes em comparação com outras substâncias da natureza, se exceptuarmos algumas poucas, muito pesadas e que possuem fusibilidade, em grau diverso.

#### ART. I

##### *Sobre os atributos e propriedades físicas das mesmas*

##### §.1.

A opacidade é a propriedade de alguns corpos que leva a que não se dê a passagem da luz pela sua substância; opõe-se, portanto, à transparência e aqueles corpos que gozam desta propriedade denominam-se opacos; do mesmo modo, denominam-se transparentes, ou diáfanos, os que se comportam de outra forma. Há também os metais dúcteis, que, quando colocados em lâminas e expostos aos raios de sol permanecem opacos: assim, as substâncias metálicas são as mais opacas da natureza. Porque sem excepção, e de igual modo isso diz respeito a todas, a opacidade é um atributo delas.

##### §.2.

Porque as substâncias metálicas, pela sua opacidade, fecham a passagem à luz, observa-se que esta é nitidamente reflectida por elas. Assim, esta reflexão dos raios de luz na superfície das substâncias metálicas, em que incide, constitui um outro seu atributo, a que se chama brilho metálico.

A. Assim como a opacidade deriva da elevada densidade dos metais, do mesmo modo o brilho metálico depende, acima de tudo, da opacidade. Mas, como a densidade não é a mesma para todos, é natural que o brilho aumente na razão da densidade (se os restantes atributos são semelhantes).

B. Quanto mais polida estiver a superfície de um corpo opaco, tanto mais apta está para reflectir a luz; na verdade, quanto mais duros forem os corpos densos, mais aptos são para neles se preparar e manter uma superfície uniforme e plana de todos os lados; por isso, o brilho metálico (à semelhança de outros) estará em relação com a dureza.

C. Não desconheço que, para além da densidade e da dureza, se requer ainda outra condição nos corpos metálicos para que possam, melhor ou pior, reflectir a luz e apresentar diversos graus de brilho: essa condição, qualquer que seja a disposição das superfícies, é, principalmente, aquela que produz a luz branca. Se fosse conhecida a sua causa, talvez obtivéssemos a fórmula certa para calcular o brilho metálico: assim, o brilho seria relacionado com a composição dos corpos, e não com a densidade e a dureza.

§. 3.

O peso dos diferentes corpos, iguais em volume mas diferentes em densidade, acompanha a razão das densidades. E as substâncias metálicas sobressaem pelo brilho porque são muito opacas, por causa da elevada densidade; por isso, em comparação com os restantes corpos da natureza, os corpos metálicos serão também os mais pesados.

§. 4.

Os corpos naturais encontram-se sob três estados, ou seja, sob a forma sólida, líquida, ou gasosa e, do mesmo modo, um corpo pode passar, por sua vez, de um estado a outros. Atribuímos a causa deste fenómeno à acção do calor. Todas as vezes que este se acumula nos corpos provoca a sua fusão e obriga-os a passar sucessivamente de sólidos a líquidos e de líquidos a gasosos.

A. Os corpos que podem fundir por acção do calor dizem-se fusíveis.

B. Aqueles outros que desprezam a força do calor e lhe resistem são chamados refractários.

§. 5.

O calor liga-se a todas as substâncias metálicas, com maior, menor, ou quase nenhuma dificuldade. Daí resulta que elas possuam o atributo de fusibilidade e que aconteça que nenhuma delas seja verdadeiramente refractária

§. 6.

Contudo, a acção do calor não funde os corpos, sem, em primeiro lugar, destruir por completo a íntima adesão das partículas e a união das partes. Na verdade, as substâncias metálicas de modo nenhum são semelhantes em tudo; pela densidade, pela dureza, pela atracção íntima e pela tenacidade são variadas e diferentes; por isso, para a fusão de cada uma delas, não se aplica a mesma intensidade de calor, mas apenas aquela que é necessária para ultrapassar os seus obstáculos. Daqui, deve procurar-se a razão pela qual é mais fácil e mais rápido fundirem-se pelo fogo algumas substâncias metálicas, como o bismuto, o estanho, ou o chumbo; enquanto para outras, é mais difícil, como a platina *que não se pode fundir pelo fogo* (Lineu), o molibdénio, *metal não fusível* (Lineu); e também, por que razão o calor da atmosfera é suficiente para a fusão do mercúrio<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Hidrargírio na versão original (NR).

## §. 7.

Os corpos que, por acção do fogo, se fixaram no estado líquido, com a intervenção de maior quantidade de calor são, depois e mais uma vez, fundidos (vaporizados), e assim são levados para o ar sob a forma de vapor. Neste caso, um tal estado provém de uma fusão levada mais longe. Esta fusão extrema ajusta-se também às substâncias metálicas; contudo, por uma razão muito diferente, porque para a sublimação do ouro e da prata é preciso aplicar outra força de calor diferente daquela que se aplica para a sublimação do mercúrio, do zinco e do arsénico.

## §. 8.

Até agora enumerámos aquelas características que são comuns a todas as substâncias metálicas, e que distinguimos, sob o nome de atributos, das de outro género, que apenas existem em algumas, como sejam a tenacidade, a maleabilidade, a ductilidade e que, por isso, convém chamar propriedades das mesmas.

## §. 9.

Por tenacidade entendemos a qualidade que alguns corpos têm de poder conservar o peso, a resistência e a mudança de forma sem se desfazerem. Esta propriedade deriva da agregação das partes e do esforço para se unirem umas às outras.

## §. 10.

Não deve confundir-se dureza com tenacidade. Na verdade, a dureza é a coesão das partes mais pequenas do corpo para se unirem de novo sempre que sejam deslocados ou percam a sua primeira e característica forma. Portanto, há corpos moles ao mesmo tempo dotados de tenacidade, assim como alguns outros são duros e completamente destituídos de tenacidade.

## §. 11.

Há uma larga variação no que diz respeito à tenacidade das substâncias metálicas; na verdade, nem todas podem suportar a mesma compressão e choques sem se romperem; por isso entende-se por que razão, com percussões de martelo, umas são reduzidas a lâminas espessas, aumentando no comprimento e na largura, diminuindo a espessura, enquanto outras são reduzidas, exactamente, a folhas muito finas.

## §. 12.

Estes vários comportamentos são devidos às diversas tenacidades. Na verdade, a sua maior ou menor grandeza é a causa e a origem de efeitos bastante diversos entre si.

A. As substâncias metálicas que sob a pressão do martelo ou qualquer outra pressão se estendem em lâminas denominam-se maleáveis.

B. Quando a sua tenacidade é tanta que não só se estendem em folhas muito finas mas podem também estender-se em fios um tanto duros, dizem-se dúcteis.

§. 13.

O que foi dito sobre as propriedades físicas das substâncias metálicas é suficiente. Contudo, porque estas coisas não pertencem a todas, é por isso que as indicamos somente em relação a algumas e, noutro lugar, procederemos à distinção destas mesmas substâncias metálicas.

ART. II.

*Sobre os atributos químicos das substâncias metálicas*

Foram expostos até aqui os atributos físicos das substâncias metálicas. Resta falar da sua natureza íntima e do seu carácter natural.

§. 1.

Era opinião dos Filósofos antigos que as substâncias metalíferas se tinham formado duma terra primitiva, muito pura e semelhante a elas em todas as coisas; que o meio aquoso era o lugar mais apropriado para produzir minérios; que a disposição e a continuidade dos veios metálicos por espaços muito grandes e nunca interrompidos é uma prova de que uma tal obra apenas pôde completar-se no estado fluido; que todas as coisas necessárias para a Metalização existem no Oceano e por isso os minérios metálicos tiveram o seu início depois da formação do Mundo e que podem ainda formar-se nestes tempos. Assim o pensavam os filósofos antigos *M. Lehman e M. Cronsted*.

§. 2.

Porém, esta hipótese engenhosa foi mais tarde rejeitada por aqueles que defenderam que, pelo contrário, as substâncias metalíferas se consolidaram pela união da terra vitrescível com um princípio salino.

§. 3.

Outros, que investigaram com mais afinco a sua natureza pensam que as substâncias metalíferas nasceram de um triplo princípio: do sal, certamente, do enxofre e do mercúrio, que costumam ser denominados como os seus elementos.

§. 4.

Porém, *Becker*, percebendo que as referidas substâncias eram compostas, estabeleceu que elas não podiam cumprir o papel dos elementos nas substâncias metálicas. Portanto, descobriu que a composição delas provinha de três tipos de terra.

1. Da terra que chamou salina ou vitrescível, à qual se devia a oxidação (Calcinação) e a vitrificação, pelo fogo, das substâncias metalíferas.

2. Da terra fértil, ou inflamável, necessária para temperar e corrigir a secura da terra salina.

3. Da terra mercurial ou volátil, na qual tinha sido colocada a essência das substâncias metálicas.

Pensava ele que a primeira e a segunda eram comuns às plantas, às

pedras e a outros corpos; e que a terceira, porém, era, por si mesma, necessária à metalização.

§. 5.

*Sibalius* aceitou a teoria de *Becker*, mas renovou-a em relação a algumas coisas, com a perspicácia digna de um homem de grande valor. Na realidade, lemos em vários passos dos seus escritos, que a antiguidade das substâncias metálicas é tanta quanta a própria idade dos povos e que os veios metálicos foram gerados mesmo no início do Mundo. Porém, no que diz respeito à composição das substâncias metálicas, ele mesmo e os seus seguidores, entre os quais se destaca *Cavendish*, costumam derivá-la da união da terra, não com todas as coisas comuns, mas com qualquer coisa particular, um princípio inflamável ou flogisto. *Kirwan*, por último, afirma que esse elemento não é o flogisto, mas sim o gás hidrogénio.

§. 6.

A resolução analítica dos corpos e a sua composição sintética fornecem a verdadeira e única demonstração pela qual podem ser revelados os princípios internos dos corpos; mas, entretanto, não podemos submeter as substâncias metálicas ao poder destas operações, pois que não podemos, pela técnica, compô-las pela união das partes, nem pela resolução em elementos. Por isso, estamos convencidos, com *Lavoisier*, que as substâncias metálicas são corpos simples, porque:

I. A existência do flogisto não se baseia em qualquer facto ou fundamento sólido.

II. As substâncias metálicas, quando são oxidadas não perdem nenhum princípio, antes, pelo contrário, adquirem uma nova substância que não só modifica as suas propriedades, como as transforma em óxidos (Cales): daí que a oxidação das substâncias metálicas se chame, incorrectamente, a análise das mesmas.

III. Na realidade, enquanto nos aplicamos a desoxidar ou revivificar os óxidos, as substâncias que costumam juntar-se para que isso aconteça, não se unem, de modo algum, com os óxidos, nem partilham nada com eles, mas somente com o princípio que se tinha acrescentado às substâncias metálicas. E, unidas a ele são isoladas sob um estado diferente, com a separação do Régulo<sup>2</sup>. Por isso, é sem razão que a desoxidação se denomina de síntese.

IV. Os óxidos que se reduzem sem a adição de nenhum combustível, nada fornecem a não ser o oxigénio puro e sem mistura. Pelo contrário, aqueles que se restabelecem pela adição de uma qualquer matéria flogística, segundo dizem, produzem, de forma mais constante, ácido carbónico.

V. Se a oxidação das substâncias metálicas se deve à privação de algum princípio, seja onde for que se faça a operação, de qualquer maneira, far-se-á

<sup>2</sup> Metal (NR).

sempre, com a expulsão deste princípio, pois quando as substâncias metálicas são oxidadas por via húmida, ou se desenvolve:

— o gás hidrogénio, se pela força da água,

ou:

— outro qualquer gás, diverso pela variedade dos ácidos, se pela força do próprio ácido,

ou então:

— nenhum se desenvolve inteiramente, se a oxidação se faz, não pela saída do ácido ou da água, mas do princípio acidificante.

Tal como se pode observar pela acção do ácido muriático oxigenado<sup>3</sup>.

VI. O gás hidrogénio revivifica alguns óxidos, não porque o princípio flogístico seja transferido para as substâncias metálicas, como outrora *Kirwan* estava convencido, mas porque qualquer combustível subtrai o oxigénio das substâncias metálicas e unido a ele (hidrogénio N.R.) regenera a água. Na opinião contrária, não se tinha podido perceber, de nenhuma forma, porque é que reduzia alguns óxidos, não inteiramente mas apenas uma parte, e fosse qual fosse a quantidade aplicada.

VII. O princípio que outros aceitaram como mercurial, foi aceite antes de ser demonstrado.

VIII. A cristalização das substâncias metálicas e as partículas igualmente cristalizadas das mesmas, tornam muito menos provável o princípio salino, que é um outro princípio, que está bem longe de ser demonstrado.

#### §. 7.

Estes corpos simples nasceram aptos a unirem-se a outros, sejam estes corpos simples ou compostos; daí poderem sofrer ou induzir mutações, porque:

I. De modo diverso daquele pelo qual a luz é reflectida, o brilho das substâncias metálicas muda mais ou menos; e isto prova-se, também, pelos raios que passam através dos interstícios de um corpo transparente.

II. O volume dessas substâncias aumenta com a maior quantidade de calor recebido; isto prova também, embora de forma um pouco menos sensível, um calor da atmosfera comum.

III. O ar afecta grandemente estas substâncias cobrindo de ferrugem a sua superfície.

IV. Algumas substâncias oxidam-se com a água, como por exemplo, o zinco e o ferro.

V. Todas se fundem pelo fogo. (ver Art.I. §.5.)

VI. Se são expostas à acção do fogo e, ao mesmo tempo, com a acção do ar, sofrem uma verdadeira combustão, do mesmo modo que os restantes corpos combustíveis; e além disso, umas convertem-se com mais facilidade em verdadeiros óxidos, outras mais lentamente. Submetidos a um fogo mais forte, estes óxidos desaparecem, ou transformam-se em vidro.

<sup>3</sup> Ácido perclórico (H Cl O<sub>4</sub>) (NR).

VII. Qualquer uma destas substâncias sofre a digestão, de acordo com os líquidos digestores que lhe são apropriados: *Rouelle*, contudo, descobriu que, em geral, os ácidos exercem a sua acção em todas as substâncias metálicas desde que, de algum modo, seja alterada a sua concentração; não obstante, por acção de determinados ácidos algumas substâncias metalíferas são mais rapidamente fundidas ou dissolvidas; assim, o chumbo, o mercúrio e a prata dissolvem-se muito facilmente com o ácido nítrico, mas, na verdade, não se dissolvem com o ácido muriático.

VIII. O enxofre junta-se a quase todas as substâncias metálicas; daí resulta a composição multipla de diversos minérios.

IX. Todas cedem à acção do gás sulfídrico (enxofre hepático).

X. O gás hidrogénio sulfurado ou gás sulfídrico (gás hepático) opera uma verdadeira oxidação colorindo os óxidos.

XI. A força da acção dos sais alcalinos é muito poderosa em alguns; em outros, porém, é mais fraca, ou quase nula.

XII. Os sais neutros, na acepção geral, pouca acção exercem sobre as substâncias já mencionadas, por via húmida; porém, por via seca, a maior parte delas sofrem decomposição.

XIII. A detonação, que o nitrato de potassa (nitro) sofre com várias das ditas substâncias, é uma verdadeira combustão, e daí ser sensível à oxidação das mesmas.

XIV. As terras não exercem nenhuma acção sobre as substâncias metálicas.

XV. O mercúrio amalgama-se com as substâncias metálicas, mas as mudanças operadas nessas substâncias podem ser maiores ou menoress.

XVI. O que dissemos agora sobre a amalgamação deve aplicar-se inteiramente às restantes substâncias metálicas; apenas com a diferença que nelas não recebe o nome de amalgamação mas de mistura (liga) *Cap. II. Art. I. Definição.*

### ART. III.

#### *Sobre o diferente estado em que aparecem as substâncias metálicas*

##### §. 1.

As substâncias metálicas que já reconhecemos nos artigos I e II podem ser encontradas frequentemente no interior da Terra como puras, ou com enxofre, ou com arsénico, ou ainda associadas a outra substância metálica; e podem ocorrer oxigenadas, ou combinadas com uma qualquer substância salina. Entretanto, tendo em atençaõ todas as formas de existência, concluimos que elas podem ser reduzidas a três:

1. Nativa
  2. Mineralizada
  3. Salina,
- a que chamamos, propriamente, o estado dos minérios.

§. 2.

Os minérios que contêm a substância ou as substâncias metálicas, as quais podem ser encontradas sob qualquer dos estados que atrás enumerámos existem sob a forma de terra, ou de pedra.

§. 3.

A terra ou a pedra que contêm o minério chama-se corpo metalífero, ou minério; a parte na qual se apoia o minério, é o Leito<sup>4</sup>; a parte que está por cima do minério, denomina-se Tecto.

§. 4.

A partir da definição de minério, prova-se que as substâncias metálicas se encontram ou sob a forma de misturas, ou de combinação; se estão sob a primeira forma, dizemos que elas estão no estado nativo; se sob a segunda, no estado mineralizado, ou no salino.

A. Quando se encontram substâncias metálicas simples, quer dizer, inteiramente isentas de qualquer mistura interior, ou que apresentam uma forma própria e possuem atributos físicos comuns a todas, e propriedades específicas, ou ainda, por vezes, se encontram despojadas de brilho especial, afirmamos que elas estão no estado nativo.

B. Porém, quando se observa que as mesmas substâncias estão associadas com o enxofre, ou com o arsénico, ou com um e outro, depreende-se que, a partir dessa combinação, quer a aparência se mostre ainda evidente ou esteja inteiramente destruída, então estamos perante o estado mineralizado.<sup>a)</sup>

<sup>4</sup> Muro (NR).

<sup>a)</sup> Em todos os tempos os Mineralogistas chamaram mineralizados os Metais que mostram ter arsénico ou estão ligados com arsénico. Estas noções que eles tinham formulado sobre o arsénico, diferem muito daquelas que hoje temos sobre a mesma substância; portanto, tendo mudado o conhecimento das coisas era necessário também que mudassem os nomes. Na verdade, o arsénico não é um enxofre, mas um semi-metal e a partir dele gera-se o ácido arsénico; se porém o arsénico, no estado metálico se junta aos restantes metais não aparece nenhuma mineralização, mas apenas uma junção metálica (*liga*); se sob a forma de ácido se une aos mesmos, então segundo os princípios por nós estabelecidos, estabeleciam-se combinações deste modo sob o estado salino. Contudo, devemos prestar atenção que: 1. não ousaremos determinar que a partir daquele duplo estado o arsénico adere aos metais; 2. ele próprio existe muitas mais vezes com os restantes Minérios e acompanha pelo menos o enxofre; 3. o arsénico combinado com outros metais perde as suas propriedades; 4. os meios pelos quais se isola o arsénico sob a torrefacção dos minérios, não diferem, de modo algum, daqueles pelos quais se liberta o enxofre; e finalmente: 5. deve-se atender à facilidade e, principalmente, à transparência visto que demasiadas subdivisões causam dúvidas; por isso, nada se deve inovar nesta parte, mas, tendo retido as ideias dos antigos, estabelecemos que qualquer metal deve dizer-se igualmente no estado Mineralizado, quando combinado com enxofre ou quando misturado com arsénico.

C. Se as mesmas ocorrem compostas com oxigénio ou com qualquer substância salina, então designaremos este modo de existir com o nome de estado salino.

### §. 5.

Alguns químicos admitiram um quarto estado, o calciforme<sup>5</sup>, que por certo deve confundir-se com o salino. Na verdade, os ácidos gozam do mesmo princípio acidificante (*Regra 4*), e o princípio da acidez que é comum a todos é o oxigénio (*Regra 5*), ainda que exista uma base acidificável, diversa e própria de cada um (*Regra 6*); as substâncias metálicas, do mesmo modo que decompõem o gás oxigénio por acção da combustão, absorvendo a sua base, assim também, enquanto se dissolvem por meio dos ácidos, unem-se ao princípio acidificante, deixando a base livre (*Regra 15*); nesta operação perdem o brilho próprio e, por fim, são reduzidas a pó, semelhante em tudo àquele que muitas vezes ocorre na natureza.

### §. 6.

Assim, exprimem-se de forma imprópria aqueles que chamam cales metálicas<sup>6</sup> às terras de substâncias metálicas; porque, todas as vezes que se reduzem a este estado, podem associar-se com o oxigénio (§.5.); observámos que as substâncias desta natureza são corpos simples (*Art. II, § 6*); assim como as substâncias simples unidas ao oxigénio constituem um primeiro grau de oxigenação, e são então chamadas óxidos, do mesmo modo também às substâncias metálicas que adquiriram a dita oxigenação chamamos, com merecido direito, não cales, mas óxidos; assim o primeiro grau de oxigenação do enxofre é o óxido de enxofre, o do fósforo é o óxido de fósforo, etc.

### §. 7.

Vimos que os óxidos provêm do primeiro grau de oxigenação (§.6.); por outro lado, o segundo, o terceiro e, finalmente, o quarto graus dão lugar aos ácidos, semelhantes na origem, porém com denominação diversa, que apenas deriva da maior ou menor quantidade de oxigénio; por isso, estamos convencidos que os óxidos, ainda que não sejam verdadeiros ácidos, acedem mais facilmente ao estado salino.

### §. 8.

As substâncias metálicas não só são oxigenadas pelos ácidos como estão aptas a produzir a decomposição destes; mas os ácidos decompostos nada podem oferecer às substâncias metálicas para além do oxigénio (§.5.); por isso, estas substâncias, quer existam sob o estado de combinação com os ácidos, quer sob a forma de terras, é evidente que elas existem no estado de composição com o oxigénio; mas, pelo que foi dito (§.6.), os óxidos têm origem no primeiro grau de oxigenação (*Regra 16*); deste modo, o grau de oxigenação ainda que não dê origem aos ácidos, dará, sem dúvida, origem ao estado salino (§.7.); daí que, rejeitando o estado calciforme, admitamos antes o estado salino.

<sup>5</sup> Oxidado (NR).

<sup>6</sup> Óxidos metálicos (NR).

**ART. IV.**

*Sobre a História Natural das substâncias metálicas*

§. 1.

As substâncias metálicas dividem-se em duas Classes:

I. Metais

II. Semimetais

§. 2.

A primeira Classe é constituída por aquelas substâncias metálicas que, pela dureza e tenacidade demonstradas, não apresentam fragilidade sob a acção do martelo; e também pelas que são dúcteis ou maleáveis; e ainda pelas que mantêm uma forma fixa sob a acção do fogo, embora umas se oxidem mais rapidamente e outras mais lentamente.

§ 3

Aquelas substâncias que possuem todos os restantes atributos comuns com as primeiras, mas que se afastam muito delas no comportamento sob a acção do fogo, na ductilidade e na maleabilidade, são chamadas Semimetais.

§. 4.

A primeira Classe distribui-se em duas Ordens:

I. a dos Perfeitos

II. a dos Imperfeitos

A. Chamam-se Perfeitos os Metais que, quando friccionados, não possuem sabor nem cheiro.

B. Chamam-se Imperfeitos aqueles que apresentam sabor e exalam um cheiro próprio de cada um.

§. 5.

A Ordem dos Perfeitos contém três Géneros:

1. Ouro

2. Platina

3. Prata

A Ordem dos Imperfeitos distribui-se, de novo, em duas:

1. a dos Duros e Dúcteis

2. a dos Moles e Maleáveis

A. Na primeira divisão incluímos o ferro e o cobre.

B. Na segunda, o estanho e o chumbo

Destes três tipos das substâncias metálicas saem as Espécies e as Variedades.

§. 6.

As propriedades e atributos descritos no Art. I não se ajustam a metais do mesmo tipo, mas sim aos de tipos diversos; portanto, quanto aos atributos enunciados, os metais distribuem-se na seguinte ordem:

1. Quanto ao Peso:

1. Platina

2. Ouro
  3. Chumbo
  4. Prata
  5. Cobre
  6. Ferro
  7. Estanho
2. Quanto ao Brilho:
1. Platina
  2. Prata
  3. Ouro
  4. Ferro
  5. Cobre
  6. Estanho
  7. Chumbo
3. Quanto à Dureza:
1. Ferro
  2. Platina
  3. Cobre
  4. Prata
  5. Ouro
  6. Estanho
  7. Chumbo
4. Quanto à Tenacidade:
1. Ouro
  2. Platina
  3. Prata
  4. Cobre
  5. Ferro
  6. Estanho
  7. Chumbo
5. Quanto à Ductilidade:
1. Ouro
  2. Platina
  3. Prata
  4. Cobre
  5. Ferro
6. Quanto à Maleabilidade
- Estanho
  - Chumbo

QUADRO  
 Que contém a Primeira Classe das substâncias metálicas e suas divisões

	Sem sabor e sem cheiro	} Ordem I	} Divisão	Duros	Ouro Platina Prata
Metais	Com sabor e com cheiro			} Ordem II	} Divisão
		Molees	Estanho e Chumbo		
				Maleáveis	

## PRIMEIRA CLASSE

### OS METAIS

#### PRIMEIRA ORDEM

#### OS PERFEITOS

##### §. 7.

#### GÉNERO I. OURO

O ouro, o mais nobre, brilha distintamente com uma cor amarela; destituído de cheiro e de sabor, é o segundo em peso e o primeiro em ductilidade e tenacidade; por isso, supera todas as coisas naturais; é o quinto em dureza; dificilmente goza de alguma elasticidade; é o terceiro em brilho; solúvel em ácido nítrico-muriático<sup>7</sup> e muriático<sup>8</sup> oxigenado. Peso específico = 192581 (Brisson)<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Água régia (NR).

<sup>8</sup> Ácido perclórico (NR).

<sup>9</sup> O peso específico de Brisson converte-se com quatro casa decimais — 19,2581 (NR).

*No Estado Nativo**Espécie I*

Ouro nativo.

A. Ocorre separado de qualquer matriz; é facilmente visível, quando envolvido em pequena porção de areia, e é menos claramente observável, quando disperso em maior quantidade de areia.

B. Unido à matriz, laminado, sólido ou cristalino (*Lineu*).

*No Estado Mineralizado*<sup>10</sup>*Espécie II*

Ouro mineralizado com sulfureto de ferro<sup>11</sup>.

*Espécie III*

Ouro com sulfureto de ferro, mineralizado com arsénico<sup>12</sup>

*Espécie IV*

Ouro com prata, mineralizado com ferro, chumbo e com magnésio e enxofre.

*Espécie V*

Ouro com mercúrio mineralizado com enxofre<sup>13</sup>.

*Espécie VI*

Ouro com ferro, mineralizado com cobre, com magnésio e com enxofre<sup>14</sup>.

*Espécie VII*

Ouro com zinco, mineralizado com ferro<sup>15</sup>, algumas vezes com cobalto e enxofre.<sup>a)</sup>

## §. 8.

## GÉNERO II. PLATINA

A Platina é um metal perfeito, de cor prateada a tender para azul, inodoro e totalmente insípido; é o primeiro em brilho e peso, o segundo em dureza, tenacidade e ductilidade; não fusível ao fogo comum; solúvel em ácido nítrico-muriático (água régia) e muriático oxigenado (N.R. ácido perclórico); é precipitado duma solução muriático-amoniacal. Peso específico = 203366 (*Brisson*).<sup>b)</sup>

<sup>10</sup> Sulfuretos e sulfo-sais (NR).

<sup>11</sup> Pirite aurífera (NR).

<sup>12</sup> Arsenopirite com ouro (NR).

<sup>13</sup> Cinábrio com ouro (NR).

<sup>14</sup> Calcopirite com ouro (NR).

<sup>15</sup> Blenda com ouro (NR).

<sup>a)</sup> Vários Mineralogistas alegam que o ouro mineralizado não foi encontrado, nem pode ser encontrado; nós, porém, quer a partir do facto de o ouro se separar de qualquer sulfureto (sulfureto hepático), quer pela definição de estado mineralizado que estabelecemos no Art. III, §4, colocamos as ditas espécies de ouro sob o mesmo estado.

<sup>b)</sup> Os primeiros conhecimentos deste metal devem-se a *António de Ulloa*, no seu *Itin.*, Perú, 1748. Porém, *Wood* assinou várias experiências sobre esta mesma subs-

*No Estado Nativo*

*Espécie I*

A Platina nativa pode ocorrer:

- A. misturada com o ouro;
- B. misturada com o ferro e atraída pelo magnete
- C. misturada com o mercúrio
- D. misturada com as terras
- E. misturada com tudo isso ao mesmo tempo

§. 9.

GÉNERO III. PRATA

A Prata é outro dos metais nobres; sem sabor e sem cheiro, tem textura sólida; cor branca muito distinta; é o quarto em peso e em dureza, o segundo em brilho, o terceiro em tenacidade e ductilidade; vence o ouro em elasticidade; goza de um som penetrante; é solúvel em ácido sulfúrico por acção do fogo e no nitroso (nítico) mesmo a frio. Peso específico = 101752 (*Brisson.*)

*No Estado Nativo*

*Espécie I*

Prata Nativa.

- A. incluída noutros minérios,
- B. incluída nas terras,
- C. incluída nas pedras.

*No Estado Mineralizado*

*Espécie II*

Sulfureto de prata<sup>16</sup>.

Prata mineralizada com enxofre.

*Espécie III*

Prata mineralizada com arsénico (*Kirwan*)<sup>17</sup>

*Espécie IV*

Prata mineralizada com enxofre e arsénico<sup>18</sup>.

*Espécie V*

Prata com ferro, mineralizada com arsénico.

tância, instituídas no *Transact. Philosoph.*, anos de 1749, 1750; depois das experiências do ilustre *Sickingen*, estabelecemos, sem risco de dúvida, que a Platina é um metal distinto de todos os outros. Demonstraram a sua fusibilidade *Morveau*, com o seu fluxo docimástico, *Lavoisier*, *Achard* e outros, com o gás oxigénio. Ver *Thomas Willis Journ. Ros.*, 1789.

<sup>16</sup> Argentite — Ag<sub>2</sub>S (NR).

<sup>17</sup> Prata arsenical (luntilite). (NR).

<sup>18</sup> Stefanite, ou feieslebenite (NR).

*Minério de prata com arsénico marcial (Kirwan) (Monnet)*

*Pirite contendo prata (Henckel)*

*Espécie VI*

Prata com ferro, mineralizada com enxofre e com arsénico<sup>19</sup>.

*Espécie VII*

Prata e cobre mineralizada com enxofre e com arsénico<sup>20</sup>.

*Espécie VIII*

Prata com ferro e com cobre, mineralizada com enxofre e arsénico.

Este minério é, por isso, tanto mais rico em prata quanto mais pobre for em cobre.

*Espécie IX*

Prata com zinco mineralizada com enxofre<sup>21</sup>.

*Espécie X*

Prata com antimónio e cobre, mineralizada com enxofre e arsénico<sup>22</sup>.

*Espécie XI*

Prata com ferro e cobalto, mineralizada com enxofre e arsénico<sup>23</sup>.

*Espécie XII*

Prata com antimónio e barite, mineralizada com enxofre<sup>24</sup>.

*Espécie XIII*

Prata com antimónio, mineralizada com enxofre (*Chaptal*)

*No Estado Salino*

*Espécie XIV*

Óxido de prata.

Prata oxigenada.

*Espécie XV*

Muriato de prata<sup>25</sup>.

Óxido de prata dissolvido com ácido muriático.

Este minério conserva uma pequena quantidade de sulfato de prata (*Woulfe*)<sup>a)</sup>

<sup>19</sup> Arsenopirite argentífera (NR).

<sup>20</sup> Enargite argentífera (NR).

<sup>21</sup> Blenda argentífera (NR).

<sup>22</sup> Tetraedrite argentífera (NR).

<sup>23</sup> Proustite argentífera? (NR).

<sup>24</sup> Antimonite argentífera com barite (NR).

<sup>25</sup> Cloroargirite — Ag Cl (NR).

a) Se se considerasse sempre a natureza do metal mais nobre, eu deveria sempre colocar aqui os minérios de chumbo que apresentam prata; contudo, por clareza, sempre que havia vestígios de outros, releguei os mesmos para os minérios de chumbo.

**SEGUNDA ORDEM**

**OS IMPERFEITOS**

**I DIVISÃO**

**OS DUROS E DÚCTEIS**

§. 10.

**GÉNERO I. COBRE.**

O cobre é um metal imperfeito, de cor vermelha pálida, que brilha bastante quando fracturado, de textura sólida, que espalha um cheiro desagradável por acção da fricção ou do calor; tem sabor adstringente; é o terceiro em dureza, o quarto em tenacidade e ductilidade, o quinto em peso e brilho; supera todos os metais pela propriedade dos sons; solúvel em todos os ácidos, dos quais se precipita com a junção de lâminas de ferro; as suas soluções ácidas, não todas, tomam cor azul com a adição de amoníaco. Peso específico = 77880 (Brisson).<sup>26</sup>

*No Estado Nativo*

*Espécie I*

Cobre Nativo

A. .... Precipitado.

O mais puro de todos; goza de cor própria; é precipitado das soluções aquosas pelo ferro.

*No Estado Mineralizado*

*Espécie II*

Sulfureto de Cobre.

Cobre misturado com ferro, em proporção variada, mineralizado com enxofre.

A. Sulfureto de cobre vítreo<sup>27</sup>.

B. .... azulado<sup>28</sup>.

C. .... amarelado<sup>29</sup>.

*Espécie III*

Cobre com ferro mineralizado com enxofre e arsénico<sup>30</sup>.

<sup>26</sup> 7,7880 (NR).

<sup>27</sup> Calcocite  $Cu_2S$ (NR).

<sup>28</sup> Digenite (NR).

<sup>29</sup> Covelite  $CuS$ (NR).

<sup>30</sup> Tenantite, ou cubanite (NR).

Por vezes parece-se um pouco com a própria prata, mas então deve referir-se à *Espécie VII* da prata.

*Espécie IV*

Cobre com antimônio mineralizado com enxofre e com arsênico (Chaptal)<sup>31</sup>

*Espécie V*

Cobre com ferro e com zinco mineralizado com enxofre e arsênico<sup>32</sup>.

*No Estado Salino*

*Espécie VI*

Carbonato de cobre.

Óxido de cobre mais ou menos saturado de ácido carbônico.

A. .... Carbonato vermelho de cobre (Cobre hepático)

B. .... Carbonato verde (Malaquite verde de montanha)

C. .... Carbonato azul (Azurite de montanha)

*Espécie VII*

Sulfato de cobre (vitriolo de cobre)<sup>33</sup>.

Óxido de cobre composto com ácido sulfúrico.

*Espécie VIII*

Muriato de cobre<sup>34</sup>.

Óxido de cobre composto com ácido muriático.

§ .11.

GÉNERO II. FERRO

O ferro é outro metal dos Imperfeitos, de cor escura a pender para o azul; formado por partículas mínimas quase fibrosas; espalha um cheiro próprio com a fricção; possui sabor adstringente; é o primeiro em dureza, o quarto em brilho, o quinto em tenacidade e ductilidade, o sexto em peso; elástico ao mais alto grau e igualmente sonoro; retráctil; solúvel com os ácidos; é precipitado a partir de soluções do ácido gálico (N.R. — princípio ácido adstringente dos vegetais —  $C_6H_7O$ ), com cor negra, e do prussiato de potassa (prússico alcalino), com cor azul. O seu peso específico é 72070 (Brisson)

*No Estado Nativo*

*Espécie I*

Ferro nativo<sup>a)</sup>

<sup>31</sup> Enargite —  $Sb Cu_3 S_4$  (NR).

<sup>32</sup> Tenantite zincífera (NR).

<sup>33</sup> Hidrocianite (NR).

<sup>34</sup> Nantocoite (NR).

<sup>a)</sup> *Macquer* duvida que seja genufno o ferro nativo descrito por *Pallas*; pensa que aquele é antes o ferro fundido. *Morveau* nega inteiramente a sua existência. Nós, porém,

*Espécie II*

Sulfureto de ferro

Ferro mineralizado com enxofre.

A. .... Amarelado<sup>35</sup>

B. .... Amarelo, ou dourado-avermelhado<sup>36</sup>

*Espécie III*

Ferro mineralizado com arsénico (*Mispiquel*)<sup>37</sup>

*Espécie IV*

Ferro mineralizado com enxofre e arsénico<sup>38</sup>.

*No Estado Salino*

*Espécie V*

Carbonato de ferro<sup>39</sup>.

Óxido de ferro mais ou menos saturado de ácido carbónico.

Ao carbonato de ferro podem associar-se:

A. .... Carbonato de magnésio

B. .... Carbonato de cálcio

C. .... Argila (*Etites*) (*Hematites*)<sup>40</sup>

D. .... Sílica

*Espécie VI*

Sulfato de ferro (Vitríolo de ferro)<sup>41</sup>.

Óxido de ferro composto com ácido sulfúrico.

*Espécie VII*

Prussiato de ferro.

Óxido de ferro composto com ácido prússico.

*Espécie VIII*

Fosfato de ferro (*Siderites*)<sup>42</sup>.

Óxido de ferro composto com ácido fosfórico.

*Espécie IX*

Ferro em liga com carbono (*com aspecto plúmbeo*)

subscrevemos a opinião de *Lehman*, de *Margraaf*, de *Henckel*, de *Adanson*, de *Wallerio*, de *Rouelle*, de *Simon Pallas*, de *Kirwan* e de *Chaptal*, que sustentam que ele existe.

<sup>35</sup> Pirite (NR).

<sup>36</sup> Marcassite, ou pirrotite (NR).

<sup>37</sup> Lollingite — Fe As<sub>2</sub>? (NR).

<sup>38</sup> Arsenopirite (NR).

<sup>39</sup> Siderite (NR).

<sup>40</sup> Goetite? (NR).

<sup>41</sup> Vitríolo (NR).

<sup>42</sup> Vivianite? (NR).

## II DIVISÃO

## OS MOLES E OS MALEÁVEIS

## §. 12.

## GÉNERO III. ESTANHO

O estanho é um metal imperfeito, branco e, se puro e polido, quase da cor da prata; mole; estridente ao dobrar; goza de cheiro próprio e de sabor; é o primeiro em maleabilidade, o sexto em brilho, dureza e tenacidade, o sétimo em peso; tem menor elasticidade que os restantes metais (excepto o chumbo); é solúvel em ácido muriático, ou no nitro-muriático; por acção do prussiato de potassa ou de cal, a sua solução dá precipitado de cor azul; quando formado a partir de uma solução de ouro de cor purpúrea, turva. Peso específico = 72914 (Brisson)

*No Estado Nativo**Espécie I*Estanho nativo.<sup>c)</sup>*No Estado Mineralizado**Espécie II*Sulfureto de estanho<sup>43</sup>.

Estanho mineralizado com enxofre.

*No Estado Salino**Espécie III*

Carbonato de estanho.

Estanho mais ou menos saturado de ácido carbónico.

## §. 13.

## GÉNERO IV. CHUMBO

O chumbo é um metal imperfeito, dotado de uma cor mista de branco, cinzento e negro; nas fracturas recentes é branco-azulado; é muito mole e flexível; pode ser reconhecido pelo cheiro e sabor próprios; é o segundo em maleabilidade, o terceiro em peso, o sétimo em dureza, brilho e tenacidade; goza de uma elasticidade mínima e não é sonoro; é mais ou menos solúvel em

<sup>c)</sup> *Monet, Bergman e Monge* têm dúvida que o estanho nativo exista. Contudo, *Chaptal, Sage, de Lisle e Kirwan* certificam que ele foi encontrado disperso em lâminas finas e flexíveis ou em barra cristalizado numa matriz de quartzo. *Transact. Philosoph.* 1766; *Quintio* atesta a sua pureza nas *Actas de Estocolmo*, do mesmo ano.

<sup>43</sup> Estanite (NR).

todos os ácidos, especialmente no nítrico; qualquer solução deste metal se distingue pelo seu sabor sacarino. Peso específico = 115523 (Brisson.)

*No Estado Nativo*  
*Espécie I*

Chumbo nativo.<sup>a)</sup>

*No Estado Mineralizado*  
*Espécie II*

Chumbo com prata e com ferro mineralizado com enxofre<sup>44</sup>.

*Espécie III*

Chumbo com prata e com antimónio mineralizado com enxofre<sup>45</sup>.

*Espécie IV*

Chumbo mineralizado com enxofre e arsénico

*No Estado Salino*  
*Espécie V*

Carbonato de chumbo<sup>46</sup>.

Óxido de chumbo mais ou menos saturado de ácido carbónico.

*Espécie VI*

Sulfato de chumbo.

Óxido de chumbo com ácido sulfúrico<sup>47</sup>.

*Espécie VII*

Fosfato de chumbo<sup>48</sup>.

Óxido de chumbo com ácido fosfórico.

## SEGUNDA CLASSE

### OS SEMIMETAIS

#### §. 14.

Pela denominação de semimetais são consideradas, na opinião dos Químicos, aquelas substâncias metálicas que se encontram nas entranhas da

(a) Alguns sábios das Coisas da Natureza, como *Walerio*, *Genssan*, *Henckel*, *Lineu* e outros, asseguram que se pode encontrar chumbo nativo; mas, pode duvidar-se da existência dele; o mais certo é que os exemplos que ocorrem sejam referidos nos trabalhos dos antigos.

<sup>44</sup> Galena argentífera e ferrífera (NR).

<sup>45</sup> Burnonite, ou pirargirite — Ag Sb S<sub>3</sub> (NR).

<sup>46</sup> Cerusite — Pb CO<sub>3</sub> (NR).

<sup>47</sup> Anglesite Pb SO<sub>4</sub> (NR).

<sup>48</sup> Talvez a piromorfite - (PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Cl Pb<sub>5</sub> (NR).

terra do mesmo modo que os metais e que têm algumas coisas em comum com eles, sendo, contudo, diferentes pela sua notável fragilidade; ao contrário dos metais, gozam de uma notável ductilidade e maleabilidade.

Pensamos que é possível constituir três Ordens dos Semimetais:

1. Semimetais duros e tenazes

Género I — Níquel

Género II — Zinco

2. Semimetais duros, frágeis e não tenazes:

Género I — Arsénico

Género II — Bismuto

Género III — Cobalto

Género IV — Magnésio

Género V — Molibdénio<sup>49</sup>

Género VI — Antimónio (Estíbio)

Género VII — Tungsténio

3. Semimetais fluidos:

Género I — Mercúrio<sup>50</sup>

## PRIMEIRA ORDEM

### OS DUROS E TENAZES

#### §. 15.

#### GÉNERO I. NÍQUEL

O níquel é um semimetal branco-avermelhado, duro, tenaz, maleável; tem textura uniforme e é retráctil. O seu óxido é de cor verde, daí as soluções ácidas terem essa mesma cor, a qual, pela adição do amoníaco passa a azul. Peso específico = 78070 (Brisson.)

#### *No Estado Nativo*

#### *Espécie I*

Níquel nativo, de cor azul, muito pesado, puro quando não contaminado por corpos estranhos.

#### *No Estado Mineralizado*

#### *Espécie II*

Níquel com ferro e com cobalto mineralizado com enxofre e arsénico.<sup>51</sup>

<sup>49</sup> Ou molibdénio (NR).

<sup>50</sup> Hidrargírio (NR).

<sup>51</sup> Bravoite ou Niquelite (NR).

*No Estado Salino*

*Espécie III*

Carbonato de níquel.

Óxido de níquel mais ou menos saturado de ácido carbónico

*Espécie IV*

Sulfato de níquel.

Óxido de níquel combinado com ácido sulfúrico.

§. 16.

GÉNERO II. ZINCO

O zinco é o mais maleável dos semimetais; tem cor azulada brilhante; é solúvel em todos os ácidos; ao fogo produz uma chama azul-esverdeada, e é sublimado sob forma de cal (N.R. óxido) muito branca. Peso específico = 71908 (*Brisson.*)<sup>a)</sup>

*No Estado Mineralizado*

*Espécie I*

Zinco com ferro mineralizado com enxofre.<sup>52</sup>

*No Estado Salino*

*Espécie II*

Carbonato de zinco.

Óxido de zinco mais ou menos saturado de ácido carbónico.<sup>53</sup>

*Espécie III*

Sulfato de zinco.

Óxido de zinco decomposto com ácido sulfúrico.<sup>54</sup>

<sup>a)</sup> Seja o que for que *Cronsted* e *Bomarus* tenham observado, quase todos os Mineralogistas duvidam, contudo, da existência do zinco nativo.

<sup>52</sup> Blenda (NR).

<sup>53</sup> Smithsonite (NR).

<sup>54</sup> Zincocite (NR).

## SEGUNDA ORDEM

## OS DUROS E FRÁGEIS, NÃO TENAZES

## §. 17.

## GÉNERO I. ARSÉNICO

O Arsénico é um semimetal de cor branca amarelada; tem textura compacta lamelada e é frágil; quando exposto ao ar torna-se negro. Com a combustão espalha um cheiro alíaceo; é especialmente solúvel em ácido nítrico; com a oxigenação produz ácido arsénico. Peso específico = 57633 (Brisson.)

*No Estado Nativo**Espécie I*

Arsénico nativo.

*No Estado Mineralizado**Espécie II*

Sulfureto de arsénico.

Arsénico mineralizado pelo enxofre.

A. .... Amarelo (*Auripigmento*)

B. .... Vermelho (*Risigalo*)<sup>55</sup>

*No Estado Salino**Espécie III*

Carbonato de arsénico.

Óxido de arsénico mais ou menos saturado de ácido carbónico.

## §. 18.

## GÉNERO III. BISMUTO

O bismuto é um semimetal de cor branca, meio avermelhada, ou um pouco amarelada; tem textura lamelar e é frágil; é o mais pesado dos semimetals (com excepção do mercúrio); é solúvel em ácido nítrico ou nitromuriático; a partir de soluções aquosas pode precipitar-se, cumprindo a função do bismuto. Peso específico = 98227 (Brisson.)

*No Estado Nativo**Espécie I*

O bismuto nativo ocorre associado a outros minérios, principalmente aos de cobalto, e algumas vezes aos de prata.

<sup>55</sup> Realgar (NR).

*No Estado Mineralizado*

*Espécie II*

Sulfureto de bismuto.<sup>56</sup>  
Bismuto mineralizado com enxofre.

*Espécie III*

Bismuto com ferro mineralizado com enxofre.<sup>57</sup>

*No Estado Salino*

*Espécie IV*

Carbonato de bismuto.  
Óxido de bismuto mais ou menos saturado de ácido carbónico.

*Espécie V*

Sulfato de bismuto.  
Óxido de bismuto com ácido sulfúrico.

§. 19.

GÉNERO III. COBALTO

O cobalto é um semimetal com cor de cinza azulada, duro, frágil, com fractura granulosa; de difícil oxidação; é solúvel em ácido nítrico e principalmente no nitro-muriático; a solução é avermelhada. Peso específico = 78119 (Brisson.)

*No Estado Mineralizado*

*Espécie I*

Cobalto com ferro mineralizado com enxofre.<sup>58</sup>

*Espécie II*

Cobalto com ferro mineralizado com arsénico.<sup>59</sup>

*Espécie III*

Cobalto com ferro mineralizado com enxofre e arsénico.

*No Estado Salino*

*Espécie IV*

Carbonato de cobalto.  
Óxido de cobalto mais ou menos saturado de ácido carbónico.

*Espécie V*

Sulfato de cobalto.  
Óxido de cobalto com ácido sulfúrico.

<sup>56</sup> Bismutinite (NR).

<sup>57</sup> Bismutinite e Pirite (NR).

<sup>58</sup> Bravoite? (NR).

<sup>59</sup> Esmaltite ou Saflorite (NR).

## §. 20.

## GÉNERO IV. MAGNÉSIO

O magnésio é um semimetal de cor branca sombreada; a superfície de fractura é brilhante, contudo escurece quando exposto ao ar; é muito duro e frágil; supera o ferro na resistência à fusão ( se é reduzido a pó); pode combinar-se com os ácidos, especialmente com o nítrico. Peso específico = 6,850 (Kirwan, Bergmann)

*No Estado Salino**Espécie I*

Carbonato de magnésio.<sup>60</sup>

Óxido de magnésio mais ou menos saturado de ácido carbónico.

A. Branco

- a. misturado com o ferro numa porção muito pequena
- b. algumas vezes confundido com o espató calcário <sup>61</sup>(*Rinman*)
- c. ocorre, por vezes, em alguns minérios de ferro especialmente nos hematíticos (*La Peirouse*).
- d. acompanha, frequentemente, minérios espáticos de ferro

B. Vermelho: difere do precedente pela maior quantidade de ferro e também pela mistura de cal, de barite ou de sílica.

C. Negro, ou sombreado.

## §. 21.

## GÉNERO V. MOLIBDÉNIO

O molibdénio é um semimetal frágil, de cor a tender para a cinzenta; tem textura granulosa; é refractário em alto grau; produz detonação com o nitro; por reacção com o ácido nítrico converte-se num óxido branco, o qual, com a posterior oxigenação, se transforma em ácido molibdénico. Constitui uma liga extremamente frágil com a prata, o cobre e o ferro.

*No Estado Mineralizado**Espécie I*

Sulfureto de molibdénio.<sup>62</sup>

Molibdénio mineralizado com enxofre.

## §. 22.

## GÉNERO VI. ANTIMÓNIO

O antimónio é um semimetal branco-prateado, friável; tem estrutura laminada e distingue-se pela sua fractura escamosa; é solúvel principalmente em ácido

<sup>60</sup> Magnesite (NR).

<sup>61</sup> Calcite (NR).

<sup>62</sup> Molibdenite (NR).

nitro-muriático. Quando fundido dá origem a cristais muito brancos que se chamam flores de antimónio prateado. Peso específico = 67021 (*Brisson.*)

*No Estado Nativo*

*Espécie I*

Antimónio nativo.<sup>a)</sup>

*No Estado Mineralizado*

*Espécie II*

Sulfureto de antimónio.<sup>63</sup>

Antimónio mineralizado com enxofre.

*Espécie III*

Antimónio mineralizado com arsénico.<sup>b)</sup>

*No Estado Salino*

*Espécie IV*

Carbonato de antimónio.

Óxido de antimónio mais ou menos saturado de ácido carbónico.

*Espécie V*

Muriato de antimónio.

Óxido de antimónio com ácido muriático.

§. 23.

GÉNERO VII. TUNGSTÊNIO

O tungsténio é um semimetal branco-opalino, muito pesado, com consistência moderadamente dura; pela diluição em ácido muriático, converte-se em óxido amarelo (*Bergmann*), que passa a azul (*Scheele*); com a oxigenação produz ácido tungsténico. Peso específico = 60665 (*Brisson.*)

*No Estado Salino*

*Espécie I*

Ácido tungsténico.

Tungsténio oxigenado.

A. Branco

B. Amarelo

<sup>a)</sup> *Cronsted*, *Wallerio*, *Lineu*, *Cartheuser* e outros, no ano de 1748, pelo *Ant. Swch.* duvidam da existência do antimónio nativo. Outros como *Lehman*, *R. Juste*, *Vogélio* e de *Lisle* negam-na; a nossa opinião sobre este assunto é fácil de adivinhar a partir dos princípios expostos. Consulte, além disso, a nota que se segue.

<sup>63</sup> Estibina, Estibinite ou Antimonite (NR).

<sup>b)</sup> Embora este minério seja uma mistura de dois régulos (elementos nativos), contudo pelos princípios adiante expostos (*P.I.C.I.Art.III*) pertence ao estado mineralizado.

*Espécie II*

Volframite.

Ácido tungsténico amarelo misturado com magnésio<sup>64</sup>, com óxido de ferro e com quartzo.

**TERCEIRA ORDEM****OS FLUIDOS**

## §. 24.

**GÉNERO I. MERCÚRIO**

O Mercúrio é um semimetal fluido, de cor de prata, divisível em gotículas extremamente móveis; é a mais pesada das substâncias metálicas (excetuando o ouro e a platina). Peso específico = 135681 (*Brisson*.)

*No Estado Nativo**Espécie I*

Mercúrio nativo.

- A. .... Puro, em forma metálica, saindo das fissuras dos montes<sup>65</sup>;
- B. .... Concentrado em cavidades;
- C. .... Misturado com terras, com pedras ou com outros minérios;
- D. .... Amalgamado com outros metais

*No Estado Mineralizado**Espécie II*

Sulfureto de mercúrio (*Cinábrio*)

Mercúrio mineralizado com enxofre.

*Espécie III*

Mercúrio e cobre mineralizado com enxofre.

*No Estado Salino**Espécie IV*

Óxido nativo de mercúrio (formado directamente; ou pela oxidação de mercúrio nativo) (*Kirwan*).

*Espécie V*

Muriato de mercúrio.

Óxido de mercúrio com ácido muriático.

<sup>64</sup> Leia-se manganésio; o ácido tungsténico oxigenado poderia referenciar a Scheelite (NR).

<sup>65</sup> Leia-se jazigos minerais (NR).

## Espécie VI

Sulfato de mercúrio.

Óxido de mercúrio com ácido sulfúrico

## §. 25.

*Klaproth* alega ter encontrado uma nova substância metálica a que deu o nome de *Urânio* ; contudo *Werner* tinha-a denominado *Ferrum ochraceum piccum*<sup>66</sup> acreditando, certamente, que era ferro combinado com ácido tungsténico.

Outros falam de Menacanite, como de uma substância metálica dotada de uma natureza peculiar. *Bergmann* pensou que a substância metálica era barite (terra pesada), sobre a qual *Tondio* e *Rupreck* fizeram muitas experiências. Embora todos os Químicos apontados tivessem tentado transformar as terras em régulos metálicos, as suas experiências não demonstram a questão, com clareza; logo que delas se tiver uma descrição completa, aplicar-nos-emos, certamente, a descrevê-las, experimentá-las, transformá-las.

## CAP. II.

## Sobre as coisas que são requeridas para a prática docimástica e para a prática metalúrgica

A Docimástica e a Metalurgia dos minérios constituem uma sequência e combinação de operações cuja finalidade é separar, o mais completamente possível, a substância metálica contida em qualquer minério, das restantes substâncias não metálicas. O melhor resultado de uma e outra ciência está dependente da fusão mais completa e perfeita dos minérios; para se conseguir isso, são necessários, geralmente, alguns auxílios. Além disso, para cada uma destas operações são requeridos alguns instrumentos que as tornam muito mais fáceis. Assim, cumpre-nos tratar: 1. das Operações; 2. dos Fundentes; 3. dos Instrumentos.

## Definição

Fala-se de associação metálica ou mistura (*liga*) quando duas ou mais substâncias metálicas se misturam intimamente, seja de forma natural, seja pela intervenção do homem.

## ART. I.

## Sobre as operações

## 1.

Chama-se *Fragmentação* do minério a operação pela qual um minério

<sup>66</sup> Ocre de ferro negro (NR).

metálico se fragmenta em partes menores por meio da percussão de um martelo, com as operações subsequentes.

A sua utilidade é diminuir o volume dos fragmentos dos minérios.

## 2.

Chama-se *Flutuação ou Flotação* dos minérios a operação que se faz para que, através do movimento da água, as partes de terra e de pedra se separem dos minérios, tendo entretanto, libertado das não metálicas, as partículas metálicas que se depositam. Logo, com esta operação, os pequenos corpos metálicos que são mais densos que os outros, vão ao fundo; pelo contrário, os outros, ao flutuarem na água, revelam a sua natureza não metálica.

Há ainda outra operação mecânica, o *loteamento*, que é a preparação de lotes, que consiste em tomar algumas porções, quer em diversos veios<sup>67</sup>, quer em diversos lugares de um mesmo veio e misturá-las (em francês diz-se *Lotissage*).

Dado que qualquer veio metálico, tal como diversos veios associados entre si, não apresenta a mesma quantidade de metal, ou teor, por toda a parte, para fazer uma Docimástica mais exacta devem extrair-se determinadas quantidades de diversos veios que contêm o minério, ou de diversas partes do mesmo veio, misturá-las com muito cuidado e submetê-las a análise: será este o objecto do *Cap. I* da Docimástica.

## 4.

Diz-se *Ustulação* a operação docimástica pela qual, antes da fusão dos minérios, são separadas aquelas substâncias<sup>68</sup> que, ligadas às substâncias metálicas, lhes atribuíam o estado de mineralização<sup>69</sup> ou de combinação<sup>70</sup>.

O número e a duração das ustulações a realizar só pode saber-se a partir de um perfeito conhecimento da natureza dos minérios, da natureza das substâncias que os compõem, do número das que devem ser libertadas e, por fim, das múltiplas formas de combinação.

Esta operação de ustulação pode ser feita de três maneiras:

1. Ao ar livre

2. Debaixo de abrigos que se erguem e sustêm por meio de colunas.

3. Em fornos chamados *revérberos*.

A natureza destas três espécies de ustulação, a que minérios se deve aplicar cada uma delas, os procedimentos específicos para cada minério, e também as formas que para isso são apresentadas, encontrar-se-ão explicadas na *II Parte, II Secção*.

Acrescente-se que, qualquer que seja a espécie de ustulação, deverá ser observada a seguinte regra: o fogo deve ser regulado e controlado de modo a

<sup>67</sup> Veios ou Filões (NR).

<sup>68</sup> Elementos ou radicais químicos (NR).

<sup>69</sup> Sulfuretos (NR).

<sup>70</sup> Salinos (NR).

garantir que os minérios não se fundam, e que os componentes mais facilmente voláteis se separem, mas que as partículas metálicas não se dispersem.

Por essa razão, e também, certamente, para evitar os gastos, os Metalúrgicos preferem o fogo alimentado a lenha ao fogo alimentado com carvão.

#### §. 5.

Fala-se de *Fusão* dos minérios, quando os minérios são expostos ao fogo, para que este os penetre, quebre as forças de coesão e separe a íntima união das partes mais pequenas e assim as faça passar do estado sólido ao fluído.

#### §. 6.

A operação pela qual as escórias são inteiramente separadas dos metais fundidos denomina-se *Escorificação*.

A. Designa-se pelo nome de Escórias aquela massa que, nas fusões dos minérios, por causa da sua leveza, sobe à superfície e flutua sob a forma de espuma ou de matéria vítrea.

B. Dado que estas escórias provêm de pedras, de terras ou ainda de substâncias metálicas, elas podem conter tantos tipos de metais ou semimetais quantos os contidos nos minérios; são de fácil oxidação e são susceptíveis de vitrificação.

C. Há, além disso, as escórias puras e as impuras: as primeiras são inteiramente desprovidas de substâncias metálicas; as segundas contêm-nas no seu interior.

D. Há também as escórias de fácil ou de difícil fusão, mas quaisquer que elas sejam, aplicam-se às fusões dos minérios, como fundentes.

#### §. 7.

Emprende-se a *Granulação* todas as vezes que os metais são divididos em partes mais pequenas para se poderem fundir mais facilmente.

Pode empreender-se de duas formas:

1. Por via húmida
2. Por via seca

#### §. 8.

A *Purificação*<sup>71</sup> dos metais nobres ( em francês *Affinage*) é a operação pela qual o ouro, a platina e a prata se separam completamente dos restantes e assim se tornam puros e inteiramente úteis.

Embora se apresentem variados procedimentos para empreender esta operação, entre os quais devem ser enumerados a oxidação, a junção de enxofre, de antimónio bruto ou de nitro, e outros, contudo, o mais cómodo e seguro é o da *Copelação*.

#### §. 9.

A *Copelação* é, com efeito, a operação pela qual a uma determinada mistura de qualquer metal não nobre com os mais nobres se acrescenta um outro que facilita a vitrificação; desta forma, os metais imperfeitos que estão presos

<sup>71</sup> Ou Separação (NR).