

PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT DE QUÍMICA DE CATALUNYA

I

TRACTAT ELEMENTAL
DE QUÍMICA

PER

A. LAVOISIER

PRIMERA PART

TRADUÏT DE L'EDICIÓ PUBLICADA PEL MINISTERI
D'INSTRUCCIÓ PÚBLICA DE FRANÇA

per

MIQUEL A. BALTÀ I FLORENCI COMA

de la S. de Q. de C.

BARCELONA

TALLERS GRÀFICS DE BELLSOLEY & LLAUGER

MCMXIX

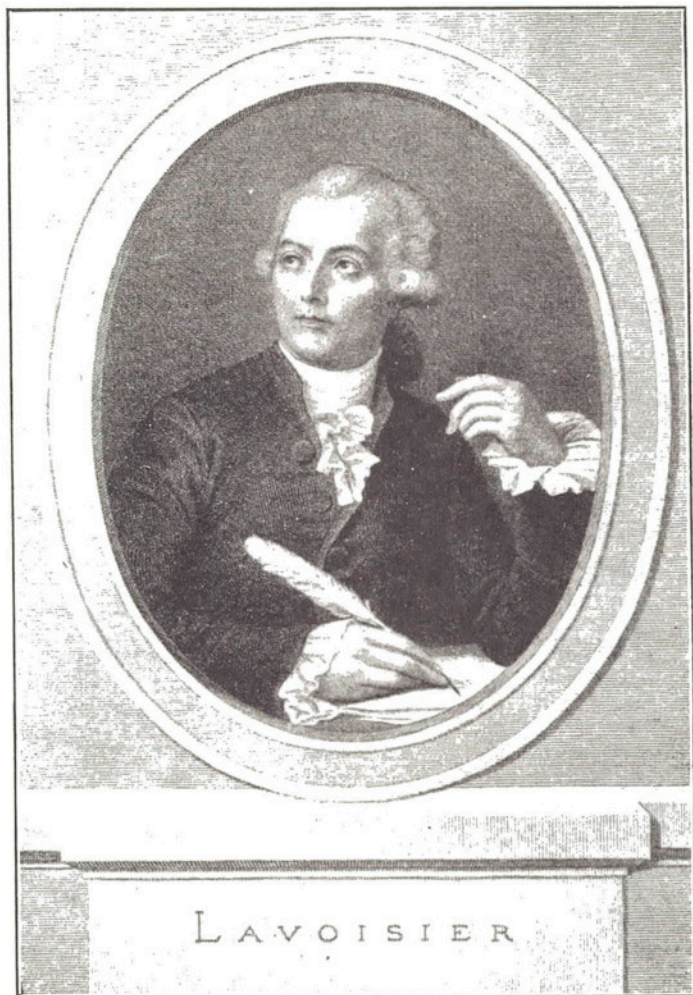
TRACTAT ELEMENTAL DE QUIMICA

ISBN: 84-7283-135-3
Dipòsit Legal: B. 36.209-1989

ROMARGRAF, S.A. - Joventut, 55-57
L'Hospitalet de Llobregat
Barcelona



Edició facsimil
editada per la
Societat Catalana de
Química, filial de
l'Institut d'Estudis Catalans



LAVOISIER

PUBLICACIONS DE LA SOCIETAT DE QUÍMICA DE CATALUNYA

I

TRACTAT ELEMENTAL
DE QUÍMICA

PER

A. LAVOISIER

PRIMERA PART

TRADUÏT DE L'EDICIÓ PUBLICADA PEL MINISTERI
D'INSTRUCCIÓ PÚBLICA DE FRANÇA

per

MIQUEL A. BALTÀ I FLORENCI COMA
de la S. de Q. de C.

BARCELONA

MCMXIX

*A la bona memòria d'en
MANEL DALMAU
primer President de
la S. de Q. de C., mort
en 24 d'octubre de 1918*

DISCURS PRELIMINAR

Jo no tenia altre objecte, quan vaig emprendre aquesta obra, que donar més desenrotllo a la Memòria que vaig llegir en la sessió pública de l'Acadèmia de Ciències en el mes d'abril de 1787, sobre la necessitat de reformar i de perfeccionar la nomenclatura de la química.

Al ocupar-me d'aquest treball vaig sentir, millor que no ho havia experimentat fins aleshores, l'evidència dels principis posats per l'abbé de Condillac en sa Lògica i en qualques altres de ses obres. Ell hi estableix que *nosaltres noensem sinó amb l'ajuda de les paraules; que les llengües són verdaders mètodes analítics; que l'àlgebra, la més senzilla, la més exacta i la millor adaptada al seu objecte de totes les maneres d'expressar-se, és, a la vegada, una llengua i un mètode analític; en fi, que l'art de raonar es redueix a una llengua ben feta.* I en efecte; mentres que jo creïa ocupar-me sols de nomenclatura, mentres que jo no tenia altre objecte que perfeccionar el llenguatge de la química, la meua obra s'ha transformat insensiblement entre les meves mans, sense que m'hagi sigut possible impedir-ho, en un tractat elemental de química.

La impossibilitat d'isolar la nomenclatura, de la ciència, i la ciència, de la nomenclatura, es deu a què tota ciència física està necessàriament formada de tres coses: la sèrie de fets que constitueixen la ciència, les idees que els recorden i els mots que els expressen. El mot ha de fer nàixer la idea. la idea ha de pintar el fet: són com tres marques del mateix segell, i com són els mots els que conserven les idees i les transmeten, resulta que hom no pot perfeccionar el llenguatge sense perfeccionar la ciència, ni la ciència sense el llenguatge, i que, per certs que fossin els fets, per justes que fossin les idees que haguessin fet nàixer, sols transmetrien impressions falses si no tinguéssim expressions exactes per a exposar-los.

La primera part d'aquest tractat proporcionarà proves freqüents d'aquesta veritat als que meditin bé; però com que m'he vist forçat a seguir-hi un ordre que es diferencia essencialment del que ha sigut adoptat fins ara en totes les obres de química, haig de donar compte dels motius que m'hi han determinat.

Es un principi ben constant, i qual generalitat està ben reconeguda en les matemàtiques, com en tots els gèneres de coneixements, que per a instruir-nos, sols podem procedir de lo conegut a lo desconegut. En nostra primera infantesa, les idees ens venen de nostres necessitats; la sensació de nostres necessitats fa nàixer la idea dels objectes propis per a satisfer-les, i insensiblement, per un seguit de sensacions, d'observacions i d'anàlisis, es forma una generació successiva d'idees totes lligades unes amb altres, en les quals un observador atent pot arribar, fins a cert punt, a retrobar-hi el fil i l'encadenament, i que constitueixen el conjunt de lo que sabem.

Quan ens dediquem per primera vegada a l'estudi d'una ciència, ens trobem, en relació amb aquesta, en un estat molt anàleg al dels infants, i el camí que hem de seguir és precisament el que segueix la natura en la formació de

llurs idees. Aixís com en l'infant, la idea és un efecte de la sensació, i és la sensació que fa nàixer la idea, igualment per al que comença a dedicar-se a l'estudi de les ciències físiques, les idees no han d'ésser més que una conseqüència, una deducció immediata d'una experiència o d'una observació.

Siguim permès afegir, que el que entra en la carrera de les ciències es troba en una situació menys aventajosa que l'infant al adquirir ses primeres idees. Si l'infant s'enganya sobre els efectes bons o perjudicials dels objectes que l'envolten, la natura li dóna mitjans multiplicats per a rectificar-se. A cada instant, el judici que ha fet és redreçat per l'experiència. La privació o el dolor venen com conseqüència d'un judici fals; la joia i el plaer, com derivació d'un judici just. Amb aquests mestres, hom no tarda pas a esdevenir conseqüent, i ben aviat hom raona amb justesa, quan no pot fer-ho d'altre mode sots pena de privació o de sofriment.

No és pas lo mateix en l'estudi i en la pràctica de les ciències: els judicis falsos que fem no interessen nostra existència ni el nostre benestar; cap interès físic ens obliga a rectificar-nos; al contrari, la imaginació que sempre té tendència a portar-nos més enllà de la veritat, l'amor propi i la confiança en nosaltres mateixos, que tant bé sap inspirar-nos, ens solliciten a treure conseqüències que no deriven immediatament dels fets; de manera que, fins a cert punt, ens trobem interessats en seduir-nos a nosaltres mateixos. No és, doncs, sorprenent que, en les ciències físiques en general, hom hagi sovint suposat en lloc de concloure; que les suposicions transmises de generació en generació hagin esdevingut cada vegada més imposants pel pes de l'autoritat que han adquirit, i que, finalment, hagin sigut adoptades i considerades com veritats fonamentals, fins per esperits molt bons.

L'únic mitjà de prevenir aquestes desviacions, consisteix en suprimir, o al menys en simplificar tant com sigui possible, el raonament que procedeix de nosaltres i que és el sol

que ens pot extraviar; en sotmetre'l contínuament a la prova de l'experiència; en no conservar sinó els fets que són donades de la natura i que no poden enganyar-nos; en no buscar la veritat més que en l'encadenament natural de les experiències i les observacions, de la mateixa manera que els matemàtics arriben a la solució d'un problema per la senzilla ordenació de les donades, i reduint el raonament a operacions tant simples, a judicis tant curts, que no perdin mai de vista l'evidència que els serveix de guia.

Convençut d'aquestes veritats, m'he imposat la llei de no procedir mai sinó de lo conegut a lo desconegut, de no deduir cap conseqüència que no derivi immediatament de les experiències i de les observacions, i d'encadenar els fets i les veritats químiques en l'ordre més propi per a facilitar-ne la intel·ligència als que comencen. Era impossible que subjectant-me en aquest pla, no em separés dels camins ordinaris. En efecte: és una falta comú a tots els cursos i a tots els tractats de química, el suposar, des de els primers passos, coneixements que el deixeble o el llegidor no adquiriran fins en les lliçons següents. Hom comença en quasi tots per tractar dels principis dels cossos, per explicar la taula d'afinitats, sense fer-se càrrec de que hom està obligat a passar revista des de el primer dia a tots els principals fenòmens de la química, a servir-se d'expressions que encara no han sigut definides, i a suposar la ciència ja adquirida per aquells als quals hom es proposa ensenyar-la. És cosa reconeguda, endemés, que en un primer curs de química hom aprèn sols poca cosa; que amb un any, tot just n'hi ha prou per a familiarisar l'orella amb el llenguatge, els ulls amb els aparells, i que és casi impossible de formar un químic en menys de tres o quatre anys.

Aquests inconvenients depenen menys de la naturalesa de les coses que de la forma del ensenyament, i això és lo que m'ha determinat a donar a la química una disposició que em sembla més conforme amb la de la natura. No he

deixat de veure que volent evitar un gènere de dificultats, queia en un altre, i que em seria impossible de vèncelles totes; però jo crec, que les que queden no pertanyen a l'ordre que m'he prescrit, que són més aviat conseqüències de l'estat d'imperfecció en que encara es troba la química. Aquesta ciència presenta llacunes nombroses, que interrompen la sèrie dels fets, i que exigeixen enllaços molestosos i difícils. No té, com la geometria elemental, l'aventatge d'ésser una ciència completa i en la qual totes les parts estan estretament lligades entre elles; però a la vegada, la seva marxa actual és tant ràpida, els fets es disposen d'una manera tant feliç en la doctrina moderna, que podem esperar, fins dintre de la nostra vida, veure-la acostarse molt al grau de perfecció que és susceptible d'atènyer.

Aquesta llei rigorosa, de la que no m'he tingut de separar, de no concloure res més enllà de lo que les experiències presenten, i de no suplir mai el silenci dels fets, no m'ha permès comprendre en aquesta obra la part de la química més susceptible, potser, d'esdevenir un dia una ciència exacta: la que tracta de les afinitats químiques o atraccions electives. M. Geoffroy, M. Gellert. M. Bergman, M. Scheele, M. de Morveau, M. Kirwan i molts altres, han reunit ja una multitud de fets particulars que sols esperen el lloc que els ha d'ésser assignat; però manquen les donades principals, o al menys, les que tenim no són encara prou precises, ni prou certes, per a formar la base fonamental damunt la qual ha de reposar una part tant important de la química. La ciència de les afinitats és, endemés, a la química ordinària, lo que la geometria transcendent és a la geometria elemental, i no he cregut oportú complicar amb dificultats tant grans uns elements senzills i fàcils, que estaran, segons jo espero, al nivell de comprensió d'un nombre molt gros de llegidors.

Potser un sentiment d'amor propi ha augmentat, sense que jo mateix m'en donés compte, el pes d'aquestes refle-

xions. M. de Morveau està a punt de publicar l'article *Afinitat* de l'«Enciclopèdia Metòdica», i jo tenia força motius per a témer el treballar en competència amb ell.

Hom no mancarà de sorprendre's al no trobar en un tractat elemental de química, un capítol sobre les parts contingents i elementals dels cossos; però jo faré remarcar aquí, que aquesta tendència que tenim de voler que tots els cossos de la natura, sols estiguin compostos de tres o quatre elements, és un prejudici que ens ve dels filòsofs grecs. L'admissió de quatre elements, que, per la varietat de llurs propietats, componen tots els cossos que coneixem, és una pura hipòtesi, imaginada molt temps abans de posseir les primeres nocions de física experimental i de química. Hom no tenia encara fets i ja hom formava sistemes, i avui dia, que nosaltres hem recollit fets, sembla que ens esforcem en despreciar-los quan no enquadren amb els nostres prejudicis; veieu, doncs, fins a quin punt és cert, que el pes de l'autoritat d'aquests pares de la filosofia humana es fa sentir encara, i que ella pesarà, sens dubte, damunt de les generacions que han de venir.

Es una cosa molt remarcable, que, tot i ensenyant la doctrina dels quatre elements, no hi ha cap químic que, per la força dels fets, no hagi sigut portat a admetre'n un nombre més gran. Els primers químics que varen escriure després del renaixement de les lletres, consideraven el sofre i la sal com substàncies elementals que entraven en la combinació d'un gran nombre de cossos: reconeixien, doncs, l'existència de sis elements en lloc de quatre. Becher admetia tres terres, i era de llur combinació i de la diferència de proporcions, que resultava, segons ell, la diferència que existeix entre les substàncies metàliques. Stahl va modificar aquest sistema: tots els químics que l'han succeït s'han permès de fer-hi canvis, fins d'imaginar-ne d'altres, però tots han deixat conduir-se per l'esperit de llur segle, que es contentava d'assertions sense proves, o

que, al menys, considerava com a tals, probabilitats molt lleugeres.

Tot lo que hom pot dir sobre el nombre i la naturalesa dels elements, es limita, segons jo, a discussions purament metafísiques; són problemes indeterminats els que hom es proposa resoldre, que són susceptibles d'una infinitat de solucions, però de les quals és probable que cap estigui d'acord amb la natura. Em limitaré, doncs, a dir, que si creiem designar amb el nom dels elements, les molècules simples e indivisibles que componen els cossos, és probable que no'ls coneixem pas; però si, al contrari, nosaltres unim al nom dels elements o dels principis dels cossos, la idea del darrer terme on arriba l'anàlisi, totes les substàncies que encara no hem pogut descomposar per cap medi, són elements per a nosaltres; no perquè puguem assegurar que aquests cossos, que considerem com a simples, no estiguin composts de dos o fins d'un nombre més gran de principis, sinó que, com que aquests principis no es separen mai, millor dit, com que nosaltres no tenim cap medi de separar-los, es comporten al nostre mode de veure a la manera dels cossos simples, i no els hem de suposar composts fins que l'experiència i l'observació ens en hagin proporcionat la demostració.

Aquestes reflexions sobre la marxa de les idees s'apliquen naturalment a l'elecció dels mots que han d'expressar-les. Guiat pel treball que en 1787 férem en col·laboració M. de Morveau, M. Berthollet, M. de Fourcroy i jo, sobre la nomenclatura de la química, he designat, sempre que he pogut, les substàncies simples per mots simples, essent aquestes les que en primer terme m'he vist obligat a nomenar. Hom es pot recordar, que nosaltres vàrem esforçar-nos en conservar a totes les substàncies els noms que porten en la societat; solament en dos cassos ens hem permès canviar-los: el primer, en les substàncies descobertes fa poc i que encara no havien sigut nomenades, o al menys en

aquelles que feia poc temps que ho havien sigut i quals noms, encara nous, no havien sigut sancionats per una adopció general; el segon, quan els noms adoptats, sigui pels antics, sigui pels moderns, ens han semblat evocar idees evidentment falses, que podien fer confondre la substància que designaven, amb altres que estan dotades de propietats diferents o oposades. No hem tingut aleshores cap inconvenient en substituir-los per altres que hem derivat principalment del grec; ho hem fet de manera que expressin la propietat més general, la més característica de la substància, i hi hem trobat l'aventatge de descarregar la memòria dels començants, que difícilment retenen un nom nou quan és completament buit de sentit, i d'acostumar-los des d'un principi a no admetre cap mot sense afegir-hi una idea.

Per lo que toca als cossos formats per reunió de moltes substàncies simples, els hem designat per noms composts com ja ho són aquestes substàncies; però com que el nombre de combinacions binàries és ja molt considerable, hauriem caigut en el desordre i la confusió si no ens haguessim decidit a formar-ne classes. El nom de classes i de gèneres és, en l'ordre natural de les idees, el que recorda la propietat comú a un gran nombre d'individus; el d'espècies, al contrari, és el que redueix la idea a les propietats particulars d'alguns individus.

Aquestes distincions no solament han sigut fetes, com hom podria pensar, per la metafísica; ho han sigut per la natura. «Un infant», diu l'abbé de Condillac, «designa amb el nom *arbre* al primer arbre que li ensenjem. Un segon arbre que després vegi, li recorda la mateixa idea, i li dona el mateix nom; igual passa amb un tercer, amb un quart, i ve't-aquí el mot *arbre* donat de primer a un individu, que esdevé per a ell un nom de classe o de gènere, una idea abstracta que comprèn tots els arbres en general. Però, quan nosaltres li haurem fet remarcar que tots els

arbres no serveixen per als mateixos usos, que no tots donen els mateixos fruits, apendrà aviat a distingir-los per noms específics i particulars». Aquesta lògica és la de totes les ciències, i, naturalment, també s'aplica a la química.

Els àcids, per exemple, estan compostats per dues substàncies de l'ordre d'aquelles que considerem com a simples: una que constitueix l'acidesa i que és comú a tots, de la qual ha de derivar-se el nom de la classe o gènere; altra que és pròpia de cada àcid, que diferencia els uns dels altres, i de la qual ha de derivar-se el nom específic.

No obstant, en la major part de cassos, els dos principis constituents, el principi acidificant i el principi acidificat, poden existir en proporcions diferents, que constitueixen totes punts d'equilibri o de saturació; això és lo que hom observa en l'àcid sulfúric i en l'àcid sulfurós; aquests dos àcids els hem expressat fent variar l'acabament del nom específic.

Les substàncies metàl·liques que han sigut exposades a l'acció reunida de l'aire i del foc, perden llur esclat metàl·lic, augmenten de pes i agafen una apariència terrosa; en aquesta forma, estan compostades, com els àcids, d'un principi que és comú a totes, i d'un principi particular propi de cadascuna; també hem hagut d'agrupar-les sota un nom genèric derivat del principi comú, i el nom que hem adoptat és el d'*òxid*; després hem diferenciat els uns dels altres pel nom particular del metall a què pertanyen.

Les substàncies combustibles que, en els àcids i en els òxids metàl·lics, són un principi específic i particular, són susceptibles d'esdevenir a llur torn un principi comú a un gran nombre de substàncies. Les combinacions sulfuroses han sigut durant molt temps les úniques d'aquest gènere que hom coneixia; hom sab avui en dia, segons les experiències de MM. Vandermonde, Monge i Berthollet, que el carbó es combina amb el ferro, i potser amb molts altres me-

talls, i que, segons les proporcions, en resulta acer, plom-bagina, etc. Hom sab igualment, per les experiències de M. Pelletier, que el fòsfor es combina amb un gran nombre de substàncies metàliques. Aquestes diferents combinacions, les hem reunit també sota noms genèrics derivats del de la substància comú, amb una terminació que recorda aquesta analogia, i les hem especificat amb un altre nom, derivat de llur substància pròpia.

La nomenclatura dels compostos de tres substàncies simples, presentarà una mica més de dificultat a causa de llur nombre, i especialment perquè hom no pot expressar la naturalesa de llurs principis constituents sense emprar noms més complicats. En els cossos que formen aquesta classe, com per exemple les sals neutres, hem tingut de considerar: primer, el principi acidificant que és comú a tots; segon, el principi acidificable que constitueix llur àcid propi, i tercer, la base salina, terrosa o metàlica que determina l'espècie particular de la sal. El nom de cada classe de sals l'hem derivat del principi acidificable comú a tots els individus de la classe, i hem diferenciat després cada espècie, pel nom de la base salina, terrosa o metàlica que li és particular.

Una sal, encara que estigui composta dels mateixos tres principis, pot trobar-se, no obstant, en estats molt diferents, sols per diferències en llur proporció. La nomenclatura que hem adoptat hauria sigut defectuosa si no hagués expressat aquests diferents estats; nosaltres ho havem conseguit principalment per medi de canvis de terminació, que hem conservat sempre uniforme per a un mateix estat de les diferents sals.

En resum: hem arribat a un punt en el qual, solament pel mot, hom coneix tot seguit quina és la substància combustible que entra en la combinació de que es tracta; si aquesta substància combustible està combinada amb el principi acidificant i en quina proporció; en quin estat es

troba aquest àcid; a quina base està unit; si hi ha saturació exacta o bé si l'àcid o la base hi són en excés.

Hom comprèn que no ha sigut possible aconseguir aquests diferents objectes, sense despreciar de vegades coses consagrades per l'ús, i sense adoptar denominacions que en el primer moment han semblat dures i bàrbares, però hem observat, que l'orella s'acostuma depressa als mots nous, sobretot si estan units a un sistema general i raonat. Ademés, hi ha noms que hom empleava abans de nosaltres, com *pols d'algaroth, sal alembroth, pomfòlix, aigua fagedènica, turbit mineral, còlcothar* i molts d'altres, que no són pas menys durs ni menys extraordinaris; cal molta costum i molta memòria per a recordar les substàncies que expressen, i sobretot per a reconèixer a quin gènere de combinacions pertanyen. Els noms de *oli de tartre per defalliment, oli de vidriol, mantega d'arsènic i d'antimoni, flors de zinc, etc.* són encara més impropis perquè fan nàixer idees falses, perquè, parlant amb propietat, en el regne mineral, i sobretot en el regne metàlic, no hi ha mantegues, olis ni flors, i finalment, perquè les substàncies que hom designa sota aquests noms enganyosos, són verins violents.

Quan vàrem publicar el nostre Assaig de Nomenclatura química, fórem acusats d'haver canviat la llengua que els nostres mestres havien parlat, que havien il·lustrat i que ens havien transmès; però hom va oblidar que els mateixos Bergman i Macquer ja havien sol·licitat aquesta reforma. El savi professor d'Upsal, M. Bergman, escrivia a M. de Morveau en els darrers temps de sa vida: *No perdoneu cap denominació impròpia; els que ja saben, sempre entendran; els que encara no saben, entendran més aviat.*

Hom tindria, potser, més fonament per a criticar-me el no haver donat en l'obra que presento al públic cap notícia històrica de l'opinió dels que m'han precedit, i sols haver presentat la meva, sense discutir la dels altres. Resulta d'això, que no he rendit sempre als meus confreres, i en-

cara menys als químics estrangers, la justícia que en ma intenció volia rendir-los, però prego al llegidor que consideri, que si hom acumulava les cites en una obra elemental, si hom s'hi llençava a llargues discussions sobre la història de la ciència i els treballs dels que l'han professada, hom perdria de vista el verdader objecte que hom s'ha proposat, i hom formaria una obra qual lectura fastiguejaria per complet als començants. No és la història de la ciència ni la de l'esperit humà lo que ha d'ocupar un tractat elemental; hom deu sols buscar-hi la facilitat, la claredat, i hom deu apartar-ne acuradament tot lo que podria tendir a desviar l'atenció. Es un camí que hom ha d'aplanar continuament, en el qual hom no ha de deixar-hi cap obstacle que pugui ocasionar el més petit retard. Les ciències presenten ja per elles mateixes prou dificultats, encara que no s'hi afegixin les que els són estranyes. Els químics s'adonaran facilmente, endemés, que en la primera part quasi tant sols he fet ús d'experiències que em son pròpies. Si alguna vegada m'ha pogut succeir que hagi adoptat, sense citar-les, les experiències o les opinions de M. Berthollet, de M. de Fourcroy, de M. de Laplace, de M. Monge, i en general, dels que han adoptat els mateixos principis que jo, és que la costum de viure junts, de comunicar-nos nostres idees, nostres observacions, nostra manera de veure, ha establert entre nosaltres una espècie de comunitat d'opinions en la qual ens és sovint difícil a nosaltres mateixos distingir lo que particularment ens pertany.

Tot lo que acabo d'exposar sobre l'ordre que m'he esforçat en seguir en l'encadenament de les formes i de les idees, sols és aplicable a la primera part d'aquesta obra; és ella sola la que conté el conjunt de la doctrina que he adoptat; sols a ella és que he procurat donar la forma veritablement elemental.

La segona part està formada principalment per les taules de la nomenclatura de les sals neutres. Sols hi he afegit

explicacions molt someres, qual objecte és fer conèixer els procediments més senzills per a obtenir les diferents espècies d'àcids coneguts; aquesta segona part no conté res que em sigui propi; no és sinó un resum molt concís de resultats extrets de diferents obres.

Finalment, en la tercera part he donat una descripció detallada de totes les operacions relatives a la química moderna. Una obra d'aquest gènere semblava ésser desitjada ja feia temps, i crec que serà d'alguna utilitat. En general, la pràctica de les experiències, i sobretot de les experiències modernes, no està prou extesa; potser, si en les diferents Memòries que he donat a l'Acadèmia m'hagués extès més sobre el detall de les manipulacions, m'hauria fet entendre més fàcilment i la ciència hauria fet progressos més ràpids. L'ordre de les matèries, en aquesta tercera part, m'ha semblat si fa o no fa arbitrari, i m'he dedicat sols a incloure en cada un dels vint capítols que la componen, les operacions que tenen més analogia mútua. Hom veurà fàcilment que aquesta tercera part no ha pogut ésser extreta de cap obra, i que, en els principals articles, sols he pogut ajudar-me de ma pròpia experiència.

Acabaré aquest discurs preliminar, transcrivint literalment alguns passatges de M. l'abbé de Condillac, que em semblen pintar amb molta veritat l'estat on es trobava la química en temps molt propers al nostre. ⁽¹⁾ Aquests passatges, que no varen ésser escrits expressos, adquiriran encara més força si l'aplicació ens en sembla justa.

«En lloc d'observar les coses que volíem conèixer, hem volgut imaginar-les. De suposició falsa en suposició falsa, ens hem extraviat entre una multitud d'errors, i havent-se convertit aquests errors en prejudicis, els hem adoptat per aquesta raó com a principis; ens hem anat extraviant cada

(1) Part II, capítol I.

vegada més. Aleshores, sols hem sabut raonar segons les males costums que havíem contret. L'art d'abusar dels mots sense entendre'ls bé ha sigut per a nosaltres l'art de raonar..... Quan les coses han arribat a aquest punt, quan els errors s'han acumulat així, sols hi ha un medi de tornar a posar ordre en la facultat de pensar: oblidar tot lo que havíem après, tornar a pendre les nostres idees en llur origen, seguir-ne la generació, i refer, com diu Bacon, l'enteniment humà.»

«Aquest mitjà és tant més difícil quant més instruït hom es creu. Per això mateix, les obres on les ciències serien tractades amb una gran claredat, una gran precisió, un gran ordre, no estarien a l'abast de tothom. Aquells que no han estudiat res les entendrien millor que els que han fet grans estudis, i sobretot, que els que han escrit molt sobre les ciències.»

M. l'abbé de Condillac afegeix a la fi del capítol V:

«Però, finalment, les ciències han fet progressos perquè els filòsofs han observat millor i han donat a llur llenguatge la precisió i l'exactitud que havien posat en llurs observacions; han corregit la llengua i hom ha raonat millor».

PRIMERA PART

DE LA FORMACIÓ DELS FLUIDS AERIFORMES
I DE LLUR DESCOMPOSICIÓ;
DE LA COMBUSTIÓ DELS COSSOS SIMPLES I DE LA FORMACIÓ
DELS ÀCIDS

CAPITOL PRIMER

DE LES CONDICIONS DEL CALÒRIC I DE LA FORMACIÓ
DELS FLUIDS ELÀSTICS AERIFORMES

Es un fenòmen constant en la natura, qual generalitat ha sigut ben establerta per Boerhave, que quan hom escalfa un cos qualsevol, sòlid o fluid, augmenta de dimensions en tots els sentits. Els fets sobre els que hom s'ha fundat per a restringir la generalitat d'aquest principi no presenten sinó resultats il·lusoris, o al menys es compliquen en ells circumstàncies estranyes que n'imposen; però quan hom arriba a separar els efectes i a referir cada un a la causa de què depèn, hom veu que la separació de les molècules per la calor és una llei general i constant de la natura.

Si després d'haver escalfat fins a un cert punt un cos sòlid, i haver-ne distanciat cada vegada més totes les molècules, hom el deixa refredar, aquestes mateixes molècules s'acosten unes amb altres en la mateixa proporció segons la que havien sigut separades; el cos torna a passar pels mateixos graus d'extensió que havia transcorregut, i si hom el porta a la mateixa temperatura que

tenia al començar l'experiència, reprèn sensiblement el volum que tenia abans. Però com que ens trobem molt lluny de poguer obtenir un grau de fred absolut, com que no coneixem cap grau de refredament que no poguem suposar susceptible d'ésser augmentat, en resulta que no hem lograt encara arribar a acostar al màxim les molècules de cap cos, i que, per consegüent, les molècules de cap cos es toquen en la natura, conclusió molt singular, i que, no obstant, és impossible de refusar.

Hom concebeix que essent les molècules dels cossos sollicitades continuament per la calor a separar-se les unes de les altres, no tindrien cap llaç d'unió entre elles, i no existiria cap cos sòlid, si no fossin retingudes per una altra força que tendís a reunir-les, com si diguessim a encadenar-les; aquesta força, sigui la que sigui sa causa, ha sigut denominada atracció.

Les molècules dels cossos poden, doncs, ésser considerades com obeint a dues forces: la una repulsiva, l'altra atractiva, que estan en equilibri una amb altra. Mentres la darrera d'aquestes forces, l'atracció, és victoriosa, el cos pertany a l'estat sòlid; si, al contrari, l'atracció és la més feble, si la calor ha separat tant unes molècules de les altres, que es troben fora de l'esfera d'activitat de llur atracció, perden l'adherència que tenien entre elles i el cos cessa d'ésser sòlid.

L'aigua ens presenta continuament un exemple de aquests fenòmens: per sota del zero del termòmetre francès, roman en estat sòlid i es denomina glaç; per damunt d'aquest límit, les seves molècules cessen d'ésser retingudes per llur atracció recíproca, i esdevé lo que hom en diu un líquid; en fi, per damunt de 80 graus ⁽¹⁾ ses

(1) No cal oblidar que aquests 80° són de l'escala Reaumur (N. dels T.)

molècules obeeixen a la repulsió ocasionada per la calor; l'aigua pren l'estat de vapor o de gas, i es transforma en un fluid aeriforme.

Hom pot dir lo mateix de tots els cossos de la natura; són sòlids, líquids o en estat elàstic ó aeriforme, segons la relació que existeix entre la força atractiva de llurs molècules i la força repulsiva de la calor, o, lo que és lo mateix, segons el grau de calor a què estan exposats.

Es difícil concebre aquests fenòmens sense admetre que són efecte d'una substància real i material, d'un fluid molt subtil que s'insinua a través de les molècules de tots els cossos i les separa; fins suposant que l'existència d'aquest fluid fos una hipòtesi, hom veurà seguidament que explica d'un mode molt satisfactori els fenòmens de la natura.

Essent aquesta substància, sigui la que sigui, la causa de la calor, o, en altres termes, essent la sensació que nosaltres anomenem calor, l'efecte de l'acumulació d'aquesta substància, hom no pot pas, en llenguatge rigorós, designar-la pel nom de calor, perquè la mateixa denominació no pot pas expressar la causa i l'efecte. Això és lo que m'havia determinat, en la memòria que vaig publicar en 1777 ⁽¹⁾ a designar-la amb el nom de fluid igni i de matèria de la calor. Més endavant, en el treball que hem fet en comú M. de Morveau, M. Berthollet, M. de Fourcroy i jo sobre la reforma del llenguatge químic, ens hem cregut en el deure de proscriure aquestes perífrasis que allarguen el discurs, que el fan pesat, menys precís, menys clar, i que fins sovint no expressen pas idees suficientment justes. Per això hem designat la causa de la calor, el fluid eminentment elàstic que la produeix, pel nom de *calòric*. Independentment de que

(1) Recueil de l'Académie, 1777, p. 420.

aquesta expressió compleix el nostre objecte en el sistema que hem adoptat, té encara un altre avantatge, que és de poguer adaptar-se a tota mena d'opinions, ja que, rigorosament parlant, no estem pas obligats a suposar que el calòric sigui una matèria real; n'hi ha prou, com hom comprendrà millor per la lectura de lo que segueix, amb què sigui una causa repulsiva qualsevol que separi les molècules de la matèria, i aixís hom pot considerar-ne els efectes d'una manera abstracta i matemàtica.

Es la llum una modificació del calòric, o el calòric és una modificació de la llum? Sobre això és impossible assegurar res en l'estat actual dels nostres coneixements. Lo que hi ha de cert és, que en un sistema on hom ha sentat la llei de no admetre més que fets, i on hom evita, tant com sigui possible, de suposar res més enllà de lo que ells presenten, hom deu designar provisionalment amb noms diferents lo que produeix diferents efectes. Nosaltres distingirem, doncs, la llum, del calòric, però no deixarem pas de veure que la llum i el calòric tenen qualitats comuns, i que, en algunes circumstàncies, es combinen si fa o no fa de la mateixa manera, i produeixen en part els mateixos efectes.

Amb lo que acabo de dir, n'hi hauria ja prou per a deixar ben determinada la idea que hom deu associar al mot *calòric*, però em resta una tasca més difícil de dur a terme, que és donar idees justes de la manera com el calòric actua sobre els cossos. Penetrant aquesta matèria subtil a través dels pores de totes les substàncies que coneixem, ja que no existeixen vasos a través dels quals no s'escapi, i no n'hi ha, per consegüent, cap que la pugui contenir sense pèrdua, hom no en pot conèixer les propietats més que per efectes que, en sa major part, són fugitius i difícils d'apreciar. Es sobre les coses que no poden ésser vistes ni palpades que hom deu sobretot posar-se en guardia contra els errors de la imaginació, que té

sempre tendència a llençar-se més enllà de la veritat, i que sols amb molt treball es limita en el cercle estret que els fets li circumscriuen.

Acabem de veure que un mateix cos es tornava sòlid o líquid o fluid aeriforme, segons la quantitat de calòric de què estava penetrat o, per a parlar d'una manera més rigorosa, segons que la força repulsiva del calòric fos igual a l'atracció de ses molècules o que fos més forta o més feble que aquesta.

Però, si no existissin més que aquestes dues forces, els cossos sols serien líquids a un grau indivisible del termòmetre, i passarien bruscament de l'estat sòlid al de fluid elàstic aeriforme. Aixís, l'aigua, per exemple, en el mateix instant en que deixa d'ésser glaç, començaria a bullir, es transformaria en un fluid aeriforme i les seves molècules es separarien indefinidament en l'espai. Si no és aixís, és que una tercera força, la pressió de l'atmòsfera, posa obstacles a aquesta separació, i per aquesta raó és que l'aigua segueix en estat fluide des de 0 fins a 80 graus del termòmetre francès; la quantitat de calòric que reb en aquest interval, és insuficient per a vèncer l'esforç ocasionat per la pressió de l'atmòsfera.

Hom veu, doncs, que sense la pressió de l'atmòsfera no tindríem cap líquid constant; sols veuríem els cossos en aquest estat en el moment precís en que es fonen; el més petit augment de calor que després rebessin, en separaria desseguida les parts i les dispersaria. Encara hi ha més: sense la pressió de l'atmòsfera, no tindríem pas, parlant en propietat, fluids aeriformes. En efecte: en el moment en que la força d'atracció seria vençuda per la força repulsiva del calòric, les molècules s'allunyarien indefinidament sense que res limités llur separació, si no fos llur pròpia pesantor, que les reuniria per a formar una atmòsfera.

Amb unes senzilles reflexions sobre les experiències

més conegudes, n'hi ha prou per a fer veure la veritat de lo que acabo d'enunciar. Aquesta es troba, endemés, confirmada d'una manera evident per l'experiència que segueix, que ja vaig comunicar a l'Acadèmia en 1777. (V. Mém. de l'Académie, p. 426.)

Hom omple amb èter sulfúric ⁽¹⁾ un vas de vidre petit i estret *A* (figura 1) montat damunt del seu peu *P*. Aquest vas no ha de tenir més de 12 a 15 línees de diàmetre i aproximadament 2 polzades d'altura. Hom cobreix aquest vas amb una bufeta humitejada, que hom subjecta al voltant del coll amb gran nombre de voltes de fil groixut, ben apretades; per a més seguretat, hom disposa una segona bufeta per damunt de la primera, subjectada de la mateixa manera. Aquest vas deu estar tant ple d'èter que no quedi cap porció d'aire entre el licor i la bufeta; hom el posa després sota el recipient *B C D* d'una màquina neumàtica, qual part superior *B* té d'estar proveïda d'una capça de cuir atravesada per una tija *E F*, quina extremitat *F* acaba en punta o en fulla molt punxaguda; a aquest mateix recipient hi ha d'haver adaptat un baròmetre *G H*.

Quan tot està disposat aixís, hom fa el buit en el recipient; després, fent baixar la tija punxaguda *E F*, hom perfora la bufeta. Desseguida l'èter comença a bullir amb una rapidesa sorprenent, es vaporisa i es transforma en un fluid elàstic aeriforme que ocupa tot el recipient. Si la quantitat d'èter és prou considerable per a que, un cop acabada la vaporisació, en quedin encara quelques gotes en el vas, el fluid elàstic que s'ha produït és susceptible de sostenir el baròmetre adaptat a la màquina neumà-

(1) Més endavant donaré la definició del licor que es denomina *èter* i en desenrotllaré les propietats. Ara m'acontentaré de dir, que hom designa amb aquest nom un licor inflamable, molt volàtil, d'un pes específic molt més petit que el de l'aigua i fins més que el de l'esperit de vi.

tica, a 8 o 10 polzades, aproximadament, a l'hivern, i a 20 o 25 durant les calors de l'estiu. Per a fer aquesta experiència més completa, hom pot introduir un petit termòmetre en el vas *A* que conté l'èter, i hom veurà que baixa considerablement en tot el temps que dura la vaporisació.

En aquesta experiència hom no fa res més que suprimir el pes de l'atmòsfera que, en l'estat ordinari, pesa damunt la superfície de l'èter, i els efectes que en resulten proven evidentment dues coses: la primera, que en el grau de temperatura a que nosaltres vivim, l'èter es trobaria constantment en estat d'un fluid aeriforme, si la pressió de l'atmòsfera no hi posés obstacle; la segona, que aquest pas de l'estat líquid a l'estat aeriforme va acompanyat d'un refredament considerable, per la raó de que, durant la vaporisació, una part del calòric que es trobava en estat de llibertat, o al menys d'equilibri, en els cossos del voltant, es combina amb l'èter per a portar-lo a l'estat de fluid aeriforme.

La mateixa experiència va bé amb tots els fluids evaporables, com l'esperit de vi o alcohol, l'aigua i fins el mercuri, amb la diferència, no obstant, que l'atmòsfera d'alcohol que es forma sota el recipient, no pot sostenir el baròmetre adaptat a la màquina neumàtica més que a una polzada per damunt del seu nivell, a l'hivern, i a quatre o cinc a l'estiu; que l'aigua no la sosté més que algunes línies, i el mercuri a qualques fraccions de línia. Hi ha, doncs, menys fluid vaporisat quan hom opera amb alcohol que quan hom opera amb èter; menys encara amb l'aigua, i especialment amb el mercuri, o siga menys calòric empleat i menys refredament, lo que encaixa perfectament amb el resultat de les experiències.

Un altre gènere d'experiència prova també d'una manera evident que l'estat aeriforme és una modificació

dels cossos i que depèn del grau de temperatura i de la pressió a que estan sotmesos.

M. de Laplace i jo hem fet veure, en una Memòria que vàrem llegir a l'Acadèmia en 1777, però que no ha sigut impresa, que quan l'èter està sotmès a una pressió de 28 polzades de mercuri, és a dir, a una pressió igual a la de l'atmòsfera, entra en ebullició a 32 o 33 graus del termòmetre de mercuri. M. de Luc, que ha fet recerques anàlogues amb l'esperit de vi, ha reconegut que entrava en ebullició a 67 graus. En fi, tothom sab que l'aigua comença a bullir a 80 graus. No essent l'ebullició altra cosa que la vaporisació d'un fluid, o el moment del seu pas de l'estat líquid al de fluid elàstic aeriforme, era evident que tenint constantment èter a una temperatura superior a 33 graus i al grau habitual de pressió de l'atmòsfera, hom devia obtenir-lo en l'estat d'un fluid aeriforme; que lo mateix devia passar a l'esperit de vi per damunt de 67 graus, i a l'aigua per damunt de 80, lo que ha sigut perfectament confirmat per les experiències següents: ⁽¹⁾

Vaig omplir d'aigua a 35 o 36 graus del termòmetre un gran vas *A B C D* (fig. 2), que suposo transparent, per a fer-se millor càrrec de lo que passa en son interior; a aquest grau encara hom pot tenir les mans bastant temps dintre de l'aigua sense molestia. Vaig ficar-hi botelles de coll tombat *F G*, que varen omplir-se, després de lo qual les vaig invertir de mode que tinguessin llur coll cap avall i aplicat contra el fons del vas.

Aixís disposades les coses, vaig introduir èter sulfúric en un petit matraç, qual coll, *a b c*, era doblement retorçat; vaig inmergir aquest matraç en l'aigua del vas

(1) Mém. de l'Académie, 1780, p. 855.

A B C D i vaig ficar l'extrem del seu coll *a b c* en la boca d'una de les botelles *F*, tal com hom representa en la figura 2. Aixís que l'èter va començar a sentir la impressió de la calor, va entrar en ebullició, i el calòric que s'hauria combinat amb ell, va transformar-lo en un fluid elàstic aeriforme, del que vaig omplir successivament varies botelles *F* i *G*.

No és pas aquest el lloc d'examinar la naturalesa i les propietats d'aquest fluid aeriforme, que és molt inflamable, però, sense anticipar sobre coneixements que no haig de suposar al llegidor, faré observar, fixant-me en l'objecte que ens ocupa en aquest moment, que l'èter, segons aquesta experiència, està molt aprop de no poder existir en el planeta que habitem, més que en l'estat aeriforme; que si el pes de nostra atmòsfera equivalgués sols a una columna de 20 o 24 polzades de mercuri en lloc de 28, no podríem obtenir l'èter en estat líquid, al menys durant l'estiu; que la formació de l'èter seria, per consegüent, impossible en les montanyes una mica enlairades, i que es convertiria en gas a mida que s'aniria formant, a no ésser que hom fes servir matraços molt resistents per a condensar-lo, i que hom unís el refredament a la pressió. En fi, que essent el grau de calor de la sang aproximadament el mateix a què l'èter passa de l'estat líquid al estat aeriforme, ha de vaporisar-se en els primers vasos, i que és molt probable que les propietats d'aquest medicament es deguin a aquest efecte, per a dir-ho aixís, mecànic.

Aquestes experiències van encara millor amb l'èter nitrós, perquè es vaporisa a un grau de calor més petit encara que l'èter sulfúric. Amb l'alcohol o esperit de vi, l'experiència per a obtenir-lo en estat aeriforme presenta una mica més de dificultats, perquè com que aquest fluid no és susceptible de vaporisar-se fins a 67 graus del termòmetre de Reaumur, cal que l'aigua del bany

es mantingui quasi bullenta, i a aquest grau ja no és possible ficar-hi les mans.

Era evident que lo mateix tenia de passar amb l'aigua; que aquest fluid devia igualment transformar-se en gas exposant-lo a un grau de calor superior al que el fa bullir. No obstant, encara que estiguessim convençuts d'aquesta veritat, M. de Laplace i jo hem cregut que deviem confirmar-la per una experiència directa, i veieu-ne aquí el resultat. Vàrem omplir de mercuri un gerro de vidre *A* (fig. 3) qual obertura hom dirigí cap avall, i hi posàrem dessora un plat *B*, també ple de mercuri. En aquest gerro hi havíem posat aproximadament 2 dracmes d'aigua, que pujaren cap a dalt *c d* del gerro i es col·locaren per damunt de la superfície del mercuri; després ficàrem el conjunt dins d'una gran caldera de ferro *E F G H* col·locada damunt d'un fogó *G H I K*; aquesta caldera estava plena d'aigua salada en ebullició, qual temperatura passava dels 85 graus del termòmetre; hom sab, en efecte, que l'aigua carregada de sal és susceptible d'admetre una gran calor, superior en molts graus a la de l'aigua bullenta. Quan les 2 dracmes d'aigua col·locades en la part superior *c d* del gerro o tub varen arribar a la temperatura de uns 80 graus, entraren en ebullició, i en lloc d'ocupar, com fins aleshores feien, el petit espai *A C D*, es varen convertir en un fluid aeri-forme que el va omplir tot sencer; el mercuri va arribar fins a una mica per sota del seu nivell, i el gerro s'hauria tombat si no hagués sigut molt groixut, i per consegüent molt pesant, i si ademés, hom no l'hagués subjectat al plat per mitjà d'un filferro. Desseguida que hom retirava el gerro del bany d'aigua salada, l'aigua es condensava i el mercuri pujava; però aquesta tornava a pendre l'estat aeri-forme qualques instants després de tornar a inmergir l'aparell.

Veu's aquí, doncs, un cert nombre de substàncies

que es transformen en un fluid aeriforme a graus de calor molt pròxims a aquells en que vivim. Aviat veurem que n'hi ha d'altres, com l'àcid marí o muriàtic, l'alkali volàtil o amoníac, l'àcid carbònic o aire fixe, l'àcid sulfurós, etc., que subsisteixen constantment en l'estat aeriforme, al grau habitual de calor i pressió de l'atmòsfera.

Tots aquests fets particulars, quals exemples em seria fàcil multiplicar, m'autorisen a fer un principi general de lo que ja he anunciat més amunt, que quasi tots els cossos de la natura són susceptibles d'existir en tres estats diferents: en l'estat sòlid, en el líquid i en l'aeriforme, i que aquests tres estats d'un mateix cos, depenen de la quantitat de calòric que li ha sigut combinada. D'ara endavant, designaré aquests fluids aeriformes amb el nom genèric de *gasos*, i diré, en conseqüència, que en tota espècie de gas hom deu distingir el calòric, que representa, en cert mode, el paper de dissolvent, i la substància que està combinada amb ell i forma la seva base.

A aquestes bases dels diferents gasos, encara poc conegudes, és a les que ens veiem obligats a donar noms. Els indicaré en el capítol IV d'aquesta obra, després que hauré donat compte d'alguns fenòmens que acompanyen l'escalfament i el refredament dels cossos, i que hauré donat idees més precises sobre la constitució de nostra atmòsfera.

Hem vist que les molècules de tots els cossos de la natura es troben en un estat d'equilibri entre l'atracció, que tendeix a acostar-les i reunir-les, i els esforços del calòric que tendeix a separar-les. Així, no tant sols el calòric rodeja als cossos per totes bandes, sinó que ademés omple els intervals que llurs molècules deixen entre elles mateixes. Hom podrà formar-se idea d'aquestes disposicions, si hom imagina un vas ple de bales

petites de plom en el que hom hi tira una substància en pols molt fina, tal com arena d'escribent; hom concebeix que aquesta substància s'extendrà uniformement pels intervals que les boles deixen entre elles i els omplirà. Les bales, en aquest exemple, són a l'arena, lo que les molècules dels cossos són al calòric, amb la diferència que, en l'exemple citat, les bales es toquen, mentres que les molècules dels cossos no es toquen i sempre són mantingudes a petita distància unes de les altres per l'esforç del calòric.

Si les bales, qual figura és rodona, es substituïssin per exaedres, octaedres o cossos de qualsevol figura regular i d'igual soliditat, la capacitat dels buits que deixarien entre ells ja no seria la mateixa, i no s'hi podria encabir una quantitat tant gran d'arena. Lo mateix passa amb tots els cossos de la natura: els intervals que llurs molècules deixen entre elles no són tots de la mateixa capacitat. Aquesta capacitat depèn de la figura de les molècules, de llur grandària i de la distància a què són mantingudes unes d'altres, segons la relació que existeix entre llur força d'atracció i la força repulsiva que exerceix el calòric.

En aquest sentit és que hom deu entendre l'expressió *capacitat dels cossos per a mantenir la matèria de la calor*, expressió molt justa introduïda pels físics anglesos, que varen ésser els primers en tenir nocions exactes referents a aquest punt. Un exemple de lo que passa en l'aigua i quelques reflexions sobre la manera segons la qual aquest fluid mulla i penetra els cossos, farà més intel·ligible tot això; mai serà excessiu l'ús que hom faci en les coses abstractes, de comparacions sensibles.

Si hom fica en aigua troços de diferents fustes de volum igual (un peu cúbic, per exemple), aquest fluid s'introduirà poc a poc en llurs pores; s'inflaran i augmentaran de pes, però cada espècie de fusta admetrà

en els seus pores una quantitat d'aigua diferent; les més lleugeres i les més poroses n'absorbiran més, però les compactes i denses no en deixaran penetrar sinó una petita quantitat; además, la proporció d'aigua que incorporaran dependrà encara de la naturalesa de les molècules que constitueixen la fusta, de l'afinitat més o menys grossa que tingui amb l'aigua, i les fustes molt resinoses, per exemple, encara que siguin molt poroses, n'admetran molt poca. Hom podrà dir, doncs, que les diferents espècies de fusta tenen una capacitat diferent per a adicionar aigua; fins hom podrà conèixer, per l'augment de pes, la quantitat que n'hauran absorbit, però com que hom ignorarà la quantitat d'aigua que contenien abans de llur immersió, no serà possible saber la quantitat absoluta que en contindran al treure-les.

Lo mateix passa amb els cossos que hom inmergeix en el calòric, amb la diferència, no obstant, que l'aigua és un fluid incompressible, mentres que el calòric està dotat d'una gran elasticitat, lo que en altres termes significa que les molècules del calòric tenen una gran tendència a separar-se unes d'altres quan una força qualsevol les ha obligades a acostar-se, i hom concebeix que aquesta circumstància deu aportar canvis molt notables en els resultats.

Un cop portades les coses a aquest grau de claredat i senzillesa, em serà fàcil fer entendre quines són les idees que hom ha d'unir a les expressions *calòric lliure* i *calòric combinat*, *quantitat específica de calòric* continguda en els diferents cossos, *capacitat per a contenir el calòric*, *calor latent*, *calor sensible*, totes elles expressions que no són sinònimes, sinó que, segons lo que acabo d'exposar, tenen un sentit estricte i determinat. Es aquest sentit que vaig a intentar fixar amb quelques definicions.

El *calòric lliure* és aquell que no ha entrat en cap combinació. Com que nosaltres vivim en mig d'un sistema de cossos amb els quals el calòric hi té adherència, resulta que mai obtenim aquest principi en un estat de llibertat absoluta.

El *calòric combinat* és aquell que està encadenat als cossos per la força d'afinitat o d'atracció i que constitueix una part de llur substància i fins de llur solidesa.

Hom entén per l'expressió *calòric específic* dels cossos, la quantitat de calòric respectivament necessària per a elevar en un mateix nombre de graus la temperatura de diversos cossos iguals en pes. Aquesta quantitat de calòric depèn de la distància de les molècules del cossos i de llur adherència més o menys gran; és aquesta distància, o més aviat l'espai que en resulta, lo que ha sigut denominat, com jo ja he observat, *capacitat per a contenir el calòric*.

La *calor*, considerada com sensació, o en altres termes, la *calor sensible*, no és més que l'efecte produït sobre els nostres òrgans pel pas del calòric que es desprèn dels cossos que el rodejen. En general, nosaltres no notem sensació més que per un moviment qualsevol, i hom podria posar com axioma, *gens de moviment, gens de sensació*. Aquest principi general s'aplica, naturalment, al sentiment del fred i de la calor: quan toquem un cos fred, el calòric que tendeix a posar-se en equilibri en tots els cossos, passa de la nostra mà al cos que toquem, i notem la sensació de fred. L'efecte contrari té lloc quan toquem un cos calent: el calòric passa del cos a la nostra mà, i tenim la sensació de calor. Si el cos i la mà es troben al mateix grau de temperatura, o a poca diferència, no notem cap sensació, ni de fred ni de calor, perquè aleshores no hi ha moviment (no hi ha gens de transport de calòric) i una vegada més no hi ha sensació sense un moviment que la ocasioni.

Quan el termòmetre puja, és una prova de que hi ha calòric lliure que s'extén als cossos del voltant; el termòmetre, que està comprès entre aquests cossos, en reb la seva part, en raó de la seva massa i capacitat pròpies per a contenir el calòric. El canvi que té lloc en el termòmetre no anuncia més que un desplaçament del calòric, que un canvi experimentat per un sistema de cossos del que forma part; tot lo més indica la porció de calòric que ha rebut, però no mesura la quantitat total que ha sigut despresa, desplaçada o absorbida. El mitjà més senzill i més exacte per a complir aquest darrer objecte, és l'imaginat per M. de Laplace, que està descrit en les *Mémoires de l'Académie*, any 1780, p. 364. Al final d'aquesta obra s'en troba una explicació de conjunt. Consisteix en col·locar el cos, o la combinació d'on es desprèn el calòric, en el mig d'una esfera de glaç buida; la quantitat fosa de glaç és una expressió exacta de la quantitat de calòric que s'ha després. Amb l'aparell que hem fet construir fondant-nos en aquesta idea, hom pot saber, nó, com algú ha pretés, la capacitat que tenen els cossos per a contenir el calòric, sinó la relació de les augmentacions o disminucions que experimenten aquestes capacitats per nombres determinats de graus del termòmetre. Es fàcil, amb el mateix aparell, i per diverses combinacions d'experiències, conèixer la quantitat de calòric necessària per a convertir els cossos sòlids en líquids, i aquests en fluids aeriformes, i recíprocament, el calòric que abandonen els fluids elàstics quan esdevenen líquids, i aquests quan es tornen sòlids. Hom podrà, doncs, arribar un dia, quan les experiències hauran sigut multiplicades suficientment, a determinar la relació de calòric que constitueix cada espècie de gas. En un capítol particular, donaré compte dels principals resultats que hem obtingut sobre aquesta matèria.

Per a acabar aquest article, em resta dir un mot sobre la causa de l'elasticitat dels gasos i dels fluids en estat de vapor. No és difícil de veure que aquesta elasticitat es deu a la del calòric, que sembla ésser el cos eminentment elàstic de la natura. Res més senzill de concebre que un cos esdevé elàstic al combinar-se amb un altre que per sa part ja està dotat d'aquesta propietat. Hi ha que convenir, però, que això és explicar l'elasticitat per l'elasticitat mateixa; així hom no fa més que recular la dificultat, i resta sempre per a explicar què és l'elasticitat i perquè el calòric és elàstic. Considerant l'elasticitat en un sentit abstracte, no és altra cosa que la propietat que tenen les molècules d'un cos, d'allunyar-se les unes de les altres quan hom les ha forçat a acostar-se. Aquesta tendència de separar-se que tenen les molècules del calòric, té lloc fins a distàncies molt grosses. Hom s'en convencerà si hom considera que l'aire és susceptible d'un gran grau de compressió, lo que suposa que ses molècules estan ja molt allunyades unes d'altres, doncs la possibilitat d'aproximar-se suposa una distància al menys igual a la quantitat en què es poden acostar. Endemés, aquestes molècules de l'aire, que ja estan mútuament molt allunyades, tenen encara tendència a allunyar-se més; en efecte, si hom fa el buit de Boyle en un recipient molt espaiós, les darreres porcions d'aire que hi queden es distribueixen uniformement per tota la capacitat del vas, per gran que sigui; aquest efecte no pot explicar-se més que suposant que les molècules fan un esforç en tots sentits per a separar-se, sense que hom conegui gens la distància a què aquest fenomen s'atura.

Hi ha doncs, una verdadera repulsió entre les molècules dels fluids elàstics, o al menys les coses passen de la mateixa manera com si aquesta repulsió tingués lloc, en qual cas hi hauria dret a deduir-ne que les molècules del calòric es repelen les unes a les altres. Un

cop admesa aquesta força de repulsió, les explicacions relatives a la formació dels fluids aeriformes o gasos serien molt senzilles; però hi ha que convenir, a la vegada, que una força repulsiva entre molècules molt petites i que actui a grans distàncies, és difícil de concebre.

Potser semblaria més natural suposar que les molècules del calòric s'atrauen més entre elles que no pas les molècules dels cossos, i que sols separen aquestes per a obeir a la força d'atracció que les obliga a reunir-se. Passa quelcom d'anàleg al fenòmen que té lloc al ficar una esponja seca en aigua: s'infla, ses molècules es separen unes d'altres, i l'aigua omple tots els intervals. Es clar que aquesta esponja, al inflar-se, ha adquirit més capacitat per a contenir aigua de la que tenia abans, però, és que hom pot dir que l'introducció de l'aigua entre ses molècules els hagi comunicat una força repulsiva que tendeixi a separar-les unes d'altres? Sens dubte que nó; al contrari, no hi ha en aquest cas més que forces atractives en acció, que són: primera, el pes de l'aigua i l'acció que aquesta exerceix en tots sentits com tots els fluids; segona, la força atractiva entre les molècules de l'aigua; tercera, la força atractiva de les molècules de l'esponja entre elles, i, finalment, l'atracció recíproca de les molècules de l'aigua i de les de l'esponja. És fàcil concebre que l'explicació del fenòmen depèn de la intensitat i de la relació de totes aquestes forces. És probable que la separació de les molècules dels cossos pel calòric es degui igualment a una combinació de diferents forces atractives, i és el resultat d'aquestes forces que tractem d'expressar d'una manera més concisa i més conforme a l'estat d'imperfeció dels nostres coneixements, quan diem que el calòric comunica una força repulsiva a les molècules dels cossos.

CAPITOL II

IDEES GENERALS SOBRE LA FORMACIÓ I LA CONSTITUCIÓ
DE L'ATMÒSFERA DE LA TERRA

Les consideracions que acabo de presentar sobre la formació dels fluids elàstics aeriformes, o gasos, aclaren notablement la manera segons la qual es formaren en l'origen de les coses les atmòsferes dels planetes, i especialment la de la terra. Hom concebeix que aquesta darrera deu ésser el resultat i la barreja: primer, de totes les substàncies susceptibles de vaporisar-se o, millor dit, de quedar en estat aeriforme al grau de temperatura a què vivim, i a una pressió igual al pes d'una columna de mercuri de 27 polzades d'altura, i segon, de totes les substàncies fluides i sòlides susceptibles de disoldre's en aquesta barreja de diferents gasos.

Per a fixar millor les nostres idees relativament a aquesta matèria, sobre la qual encara hom no ha reflexionat prou, considerem un moment què és lo que passaria amb les diferents substàncies que componen el globus si la temperatura canviés bruscament. Suposem, per exemple, que la terra es trobés transportada de sobte a una regió del sistema solar molt més calenta, a la regió de Mercuri, per exemple, on la calor habitual és probablement molt superior a la de l'aigua bullenta: l'aigua, tots el fluids susceptibles de vaporisar-se a graus veïns

de l'aigua bullenta, i fins el mercuri, entrarien aviat en expansió, i es transformarien en fluids aeriformes o gasos que esdevindrien parts de l'atmòsfera. Aquestes noves espècies d'aire es barrejarien amb les ja existents, i en resultarien descomposicions recíproques, combinacions noves, fins que, trobant-se satisfetes les diferents afinitats, els principis que composessin aquests diferents aires o gasos arribessin a un estat de repòs. Una consideració que no ha d'escapar-se és, que aquesta vaporisació tindria també límits; en efecte, a mida que augmentés la quantitat de fluids elàstics, la pesantor de l'atmòsfera creixeria en proporció, i com que una pressió qualsevol és un obstacle a la vaporisació, perquè els fluids més evaporables poden resistir sense vaporisar-se una calor molt forta quan s'hi oposa una pressió proporcionalment encara més forta, i además perquè l'aigua i tots els líquids poden sofrir, en la marmita de Papin, una calor capaç de posar-los al roig, hom concebeix que la nova atmòsfera arribaria a un grau de pesantor tal, que l'aigua que fins aleshores no s'hagués vaporisat deixaria de bullir i romandria en l'estat líquid; de manera que tant en aquesta suposició com en qualsevol altre del mateix gènere, la pesantor de l'atmòsfera seria limitada i no podria excedir un cert límit. Aquestes reflexions podrien ésser portades molt més lluny i examinar lo que passaria a les pedres, a les sals i a la major part de les substàncies fusibles que componen el globus; hom concebeix que s'estovarien, que entrarien en fusió i formarien fluids; però aquestes darreres consideracions es separen del meu objecte, i m'apresso a tornar-hi a entrar.

Per un efecte contrari, si la terra és trobés colocada de cop en regions molt fredes, l'aigua que avui forma els nostres rius i el nostres mars, i probablement la major part dels fluids que coneixem, es transformaria en montanyes sòlides, en roques molt dures, al començament

diàfanes, homogènies i blanques com el cristall de roca, però que, amb el temps, barrejant-se amb substàncies de diferent naturalesa, esdevindrien pedres opaques diversament colorejades.

L'aire, en aquesta suposició, o al menys una part de les substàncies aeriformes que el componen, a manca d'un grau de calor suficient, deixarien, sens dubte, d'existir en estat de vapors elàstics; tornarien, doncs, a l'estat líquid, i donarien lloc a nous líquids dels que no en tenim cap idea.

Aquestes dues suposicions extremes fan veure clarament: primer, que «solidesa», «liquiditat» i «elasticitat» són tres estats diferents de la mateixa matèria, tres modificacions particulars, per les que poden passar successivament quasi totes les substàncies, i que depenen únicament del grau de calor a què estan exposades, és a dir, de la quantitat de calòric de què estan penetrades; segon, que és molt probable que l'aire sigui un fluid naturalment en vapors, o millor dit, que la nostra atmòsfera és un compost de tots els fluids susceptibles d'existir en estat de vapor i d'elasticitat constant, al grau habitual de calor y de pressió que nosaltres experimentem; tercer, que no seria impossible, per consegüent, que hi hagués en la nostra atmòsfera substàncies extremadament compactes, fins metalls, i que una substància metàlica, per exemple, que fos una mica més volàtil que el mercuri, es trobaria en aquest cas.

Es cosa sabuda, que entre els fluids que coneixem, n'hi ha, com l'aigua i l'alcohol o esperit de vi, que són susceptibles de barrejar-se uns amb altres en totes proporcions; altres, al contrari, com el mercuri, l'aigua i l'oli, no poden contraure més que adherències momentànies; després d'haver-los barrejat, es separen mútuament, i es disposen segons llur gravetat específica. La mateixa cosa deu, o al menys pot, succeir en l'atmòsfera; és pos-

sible, és fins probable, que s'hagin format en l'origen, i es formin cada dia, gasos que siguin difícilment miscibles amb l'aire de l'atmòsfera i que s'en separin; si aquests gasos són més lleugers, deuen reunir-se en les regions enlairades i formar-hi capes que surin per damunt de l'aire atmosfèric. Els fenòmens que acompanyen als meteors ignis, em fan creure que per damunt de l'atmòsfera hi ha una capa de gas inflamable, i que és en el punt de contacte d'aquestes dues capes d'aire on tenen lloc els fenòmens de l'aurora boreal i altres meteors ignis. Em proposo desenrotllar les meves idees sobre això en una memòria particular.

CAPÍTOL III

ANÀLISI DE L'AIRE DE L'ATMÒSFERA; SA RESOLUCIÓ EN DOS FLUIDS
ELÀSTICS: UN, RESPIRABLE; L'ALTRE, IRRESPIRABLE.

Aquesta és, doncs, *a priori* la constitució de nostra atmòsfera; deu estar formada per la reunió de totes les substàncies susceptibles de romandre en estat aeriforme al grau habitual de temperatura y de pressió a què vivim. Aquests fluids formen una massa de naturalesa aproximadament homogènia des de la superfície de la terra fins a l'altura més gran on hom hagi pogut arribar, i qual densitat decreix en raó inversa del pes que gravita damunt d'ella; però, com ja he dit abans, és possible que aquesta primera capa estigui recoberta d'una o moltes altres de fluids molt diferents.

Ens resta ara per determinar, quin és el nombre i quina és la naturalesa dels fluids elàstics que componen aquesta capa inferior que habitem, i sobre això és que la experiència ens va a il·lustrar. La química moderna ha donat un gran pas en aquest sentit, i els detalls en què vaig a entrar, faran conèixer que l'aire de l'atmòsfera és, potser, de totes las substàncies d'aquest ordre, aquella qual anàlisi està fet d'un mode més exacte i rigorós.

La química presenta, en general, dos medis per a determinar la naturalesa de les parts constituents d'un cos: la composició i la descomposició. Quan, per exem-

ple, hom ha combinat l'aigua i l'esperit de vi o alcohol, i que de resultes d'aquesta barreja, s'ha format l'espècie de licor que porta el nom d'aiguardent en el comerç, hom té dret a concloure'n que l'aiguardent és un compost d'alcohol i d'aigua; però hom pot arribar a la mateixa conclusió per la via de la descomposició, i en general, hom no deu estar plenament satisfet en química, fins haver pogut arribar a reunir aquestes dues menes de proves.

En l'anàlisi de l'aire de l'atmòsfera hom té aquest avantatge: hom pot descompondre i compondre'l; jo em limitaré a descriure aquí les experiències més concluints que hagin sigut fetes en aquest sentit. No n'hi ha quasi cap que no m'hagi esdevingut pròpia, sigui per haver-les fet primer que ningú, sigui perquè les he repetides des d'un punt de vista nou, el d'analitzar l'aire de l'atmòsfera.

Vaig pendre (fig. 4) un matraç *A* de 36 polzades cúbiques de capacitat aproximada, qual coll *B C D E* era molt llarc i tenia de 6 a 7 línees de diàmetre interior. Vaig corbar-lo, com està representat en la fig. 5, de manera que pogués descansar damunt d'un fogó *M M N N*, al ensem que l'extremitat *E* del seu coll anés a parar sota la campana *F G* colocada en un bany de mercuri *R R S S*. Vaig introduir en aquest matraç 4 unces de mercuri molt pur, i després, xuclant amb un sífo que vaig introduir sota la campana *F G*, vaig fer pujar el mercuri fins a *L Z*; vaig marcar cuidadosament aquesta altura amb una tira de paper engomat, i vaig observar exactament el baròmetre i el termòmetre.

Aixís preparades les coses, vaig encendre foc en el fogó *M M N N* i el vaig mantenir encès casi contínuament durant dotze dies, de manera que el mercuri estigués escalfat fins al grau necessari per a fer-lo bullir.

Res de notable passà durant el primer dia; el mercuri, encara que no bullia, es trobava en un estat d'evaporació

continua i tapissava l'interior dels vasos, de gotes, primer molt fines, que augmentaven tot seguit, i que, quan havien assolit un cert volum, queien al fons del vas i es reunien al reste del mercuri. El segon dia, vaig començar a veure nedar per damunt la superfície del mercuri petites partícules vermelles, que, durant quatre o cinc dies augmentaren en nombre i volum, després de lo qual varen deixar de créixer i restaren absolutament en el mateix estat. Al cap de dotze dies, veient que la calcinació del mercuri no feia ja cap progrés, vaig apagar el foc i vaig deixar refredar els vasos. El volum d'aire contingut, tant en el matraç com en el seu coll i en la part buida de la campana, reduït a una pressió de 28 polzades i a 10 graus del termòmetre, era, abans de l'operació, de 50 polzades cúbiques aproximadament. Quan l'operació va acabar-se, aquest mateix volum, a pressió i temperatura iguals, no era més que de 42 a 43 polzades; hi havia hagut, doncs, una disminució d'una sisena part aproximadament. Per altra banda, havent recollit cuidadosament les partícules vermelles que s'havien format, i havent-les separat, tant com va ésser possible, del mercuri de què estaven banyades, llur pes va resultar ésser de 45 grans.

M'he vist obligat a repetir moltes vegades aquesta calcinació del mercuri en vasos tancats, perquè és difícil, en una mateixa i sola experiència, conservar l'aire amb què hom ha operat i les molècules vermelles o calç de mercuri que s'han format. Tot sovint em passarà haver de confondre aixís, en una mateixa explicació, el resultat de dues o tres experiències del mateix gènere.

L'aire que quedava després d'aquesta operació, i que, per calcinació del mercuri, s'havia reduït a les cinc sisenes parts del seu volum, no era ja propi per a la respiració ni per a la combustió, perquè els animals que hom hi introduïa, morien en pocs instants, i els llums s'hi apa-

gaven immediatament, com si haguessin sigut ficats en aigua.

D'altra banda, vaig pendre els 45 grans de matèria vermella que s'havia format durant l'operació, i els vaig introduir en una retorta de vidre molt petita, a la que hi havia adaptat un aparell propi per a rebre els productes líquids i aeriformes que poguessin separar-se; després d'encendre foc en el fogó, vaig observar que a mida que la matèria vermella s'escalfava, el seu color augmentava d'intensitat. Quan després la retorta va acostar-se a la incandescència, la matèria vermella va començar a disminuir poc a poc de volum, i en quelques minuts va desaparèixer per complet; al mateix temps es varen condensar en el recipient 41 grans i mig de mercuri, i varen passar a la campana de 7 a 8 polzades cúbiques d'un fluid elàstic, molt més propi que l'aire de la atmòsfera per a entretenir la combustió i la respiració dels animals.

Havent fet passar una porció d'aquest aire a un tub de vidre d'una polzada de diàmetre, i havent'hi ficat una espelma, produïa una flama enlluernadora; el carbó, en lloc de consumir-s'hi tranquilament com en l'aire ordinarí, hi cremava amb flama i una mena de decrepitació per l'estil del fòsfor, i amb una llum tant viva, que els ulls sols la suportaven amb dificultat. Aquest aire, que hem descobert casi al mateix temps M. Priestley, M. Scheele i jo, ha sigut nomenat pel primer, aire deflogisticat; pel segon, aire empireal. Jo li havia donat de primer el nom d'*aire eminentment respirable*; després ha sigut substituït pel d'*aire vital*. Ben aviat veurem què és lo que hem de pensar d'aquestes denominacions.

Reflexionant sobre les circumstàncies d'aquesta experiència, hom veu que el mercuri, al calcinar-se, absorbeix la part salubre i respirable de l'aire, o, per a parlar d'una manera més rigorosa, la base d'aquesta espècie de mofeta, incapaç d'entretenir la combustió i la respiració;

l'aire de l'atmosfera està, doncs, compost de dos fluids elàstics de naturalesa diferent, i, per dir-ho aixís, oposada.

Una prova d'aquesta important veritat és, que recombinant els dos fluids elàstics que han sigut obtinguts aixís separadament, és a dir, les 42 polzades cúbiques de mofeta o aire no respirable, i les 8 polzades cúbiques d'aire respirable, hom torna a formar aire, semblant en tot al de l'atmosfera, i que és propi, aproximadament en el mateix grau, per a la combustió, calcinació de metalls i respiració dels animals.

Encara que aquesta experiència proporciona un mitjà infinitament senzill per a obtenir separadament els dos principals fluids elàstics que entren en la composició de nostra atmosfera, no ens dóna pas idees exactes sobre la proporció d'aquests dos fluids. L'afinitat del mercuri per a la part respirable de l'aire, o més aviat per a sa base, no és pas prou gran per a que pugui vèncer completament els obstacles que s'oposen a aquesta combinació. Aquests obstacles són: l'adherència dels dos fluids constitutius de l'aire de l'atmosfera, i la força d'afinitat que uneix la base de l'aire vital al calòric; per consegüent, un cop fïnada la calcinació del mercuri, o al menys portada tant lluny com sigui possible en una quantitat determinada d'aire, resta encara una mica d'aire respirable combinat amb la mofeta, i aquesta darrera porció, el mercuri no pot separar-la. Seguidament faré veure, que la proporció d'aire respirable i d'aire atmosfèric està en la relació de 27 a 73, al menys en els climes que nosaltres habitem; al mateix temps discutiré les causes d'incertitud que encara existeixen sobre l'exactitud d'aquesta proposició.

Desde el moment que en la calcinació del mercuri hi ha descomposició de l'aire, i que hi ha també fixació i combinació de la base de la part respirable amb el mercuri, resulta dels principis que he exposat precedentment, que deu haver-hi desprendiment de calòric i llum,

i hom no sabria explicar-se que aquest desprendiment no tingués lloc; dos causes, però, priven que hom el noti d'un mode sensible en l'experiència de què acabo de donar compte. La primera, perquè, prolongant-se la calcinació durant molts dies, el desprendiment de calòric i de llum repartit en un interval de temps tant llarc, és infinitament feble per a cada instant en particular, i la segona, perquè, fent-se l'operació en un fogó i amb l'ajuda del foc, la calor ocasionada per la calcinació es confon amb la del fogó. Podria afegir que la part respirable de l'aire, o més aviat sa base, al combinar-se amb el mercuri, no abandona pas la totalitat del calòric que estava unit a aquest, i que una part queda adherida a la nova combinació, però aquesta discussió i les proves que em veuria obligat a acompanyar no estarien aquí en son lloc.

Es fàcil, ademés, fer sensible el desprendiment de calor i de llum fent la descomposició de l'aire d'una manera més ràpida. El ferro, que té molta més afinitat que el mercuri amb la base de la part respirable de l'aire, en proporciona un mitjà. Tothom coneix avui l'hermosa experiència de M. Ingenhousz sobre la combustió del ferro. Hom pren un troç de filferro molt prim *BC* (figura 6) cargolat en espiral; hom fixa una de ses extremitats *B* en un tap de suro *A* destinat a tapar la botella *DEFG*. A l'altre cantó d'aquest filferro hom hi penja un trocet d'esca *C*. Aixís disposades les coses, hom omple la botella *DEFG* amb aire privat de sa part no respirable. Hom encén l'esca *C*, hom l'introdueix depressa en la botella junt amb tot el filferro *BC*, i hom tapa, com demostra la figura que acabo de citar.

Desseguida que l'esca està submergida en l'aire vital, comença a cremar amb un esclat enlluernador; comunica la inflamació al ferro, i aquest també crema espargint guspires brillants, les quals cauen al fons de la botella en glòbuls arrodonits, que es tornen negres al refre-

dar-se i que conserven un rest de brillantor metàlica. El ferro, cremat aixís, és més trencadiç i més fràgil que no pas el mateix vidre; es redueix fàcilment a pols i encara és atret per l'imant, menys, no obstant, de lo que ho era abans de sa combustió.

M. Ingenhousz no va examinar ni lo que passava al ferro ni lo que succeïa al aire en aquesta operació; de manera que m'he vist obligat a repetir-la en circumstàncies diferents i en un aparell més propi per a satisfer els meus pòsits.

Vaig omplir una campana *A* (figura 7) de sis pintes ⁽¹⁾ de capacitat aproximadament, d'aire pur, és a dir, de la part eminentment respirable de l'aire. Per medi d'un vas molt pla, vaig transportar aquesta campana a un bany de mercuri contingut en el recipient *BC*, després de lo qual vaig assecar cuidadosament, amb paper d'estrassa, la superfície del mercuri tant a l'interior com a l'exterior de la campana. Per altra banda, vaig proveir-me d'una petita càpsula de porcelana *D*, de forma plana i ampla, en la que vaig posar petites tornejadures de ferro cargolades en espiral i que vaig arreglar del mode que em va semblar més favorable per a que la combustió es comuniqués a tots els troços. A l'extrem d'una d'aquestes tornejadures, vaig unir-hi un petit troç de fòsfor que apenes pesava una setzava part de grà. Vaig introduir la càpsula sota de la campana, aixecant una mica aquesta. No ignoro pas, que, amb aquest mode de procedir, una petita porció d'aire comú es barreja amb l'aire de la campana, però aquesta barreja, que és poc considerable quan hom opera amb traça, no perjudica gens a l'èxit de l'experiència.

Quan la càpsula *D* ha sigut introduïda sota de la campana, hom xucla una part de l'aire que conté a fi d'eleva-

(1) 1 pinta=981 c. c. (*N. dels T.*)

el mercuri en son interior fins a EF ; per a lograr-ho, hom es serveix d'un sífó GHI , que hom passa per sota, i per a que no s'ompli de mercuri, hom enrotlla en son extrem un trocet de paper. Hi ha un mode bo per a elevar aixís, xuclant, el mercuri de sota la campana; si hom s'acontentava d'aspirar aire amb el pulmó, sols arribaria a una elevació molt lleugera, per exemple, d'una polzada o una polzada i mitja tot lo més, mentres que per l'acció dels muscles de la boca, hom eleva el mercuri fins a 6 o 7 polzades, sense fatigar-se, o al menys sense risc d'incomoditat.

Un cop tot preparat aixís, hom enrogeix al foc un ferro corbat MN (fig. 8) destinat a aquesta mena d'experiències; hom el passa per sota la campana, i, abans de que hagi tingut temps de refredar-se, hom l'acosta al trocet de fòsfor contingut en la càpsula de porcelana D ; el fòsfor s'encén tot seguit, comunica la inflamació a l'esca, i aquesta la comunica al ferro. Quan hom ha arreglat bé les tornejadures, tot el ferro crema fins al darrer àtom, despedint una llum blanca, brillant i semblant a la que hom observa en les estrelles artificials xines. La gran calor que s'opera durant aquesta combustió, liquida el ferro, que cau en glòbuls rodons de diferents grossors, dels quals la major part resten en la càpsula, però alguns son llençats a fora i neden en la superfície del mercuri.

En el primer instant de la combustió hi ha un lleuger augment en el volum de l'aire, en raó de la dilatació ocasionada per la calor; però bentost una disminució ràpida succeeix a la dilatació; el mercuri puja de nou en la campana, i, si la quantitat de ferro és suficient i l'aire amb el que hom ha operat és ben pur, hom arriba a absorbir-lo quasi per complet.

Dec advertir aquí, que, al menys que hom vulgui fer experiències d'investigació, és millor no cremar sinó

quantitats mitjanes de ferro. Quan hom vol portar l'experiència massa lluny i absorbir quasi tot l'aire, la càpsula *D*, que neda damunt del mercuri, s'acosta massa a la volta de la campana; la gran calor, junt al refredament súbit ocasionat pel contacte del mercuri, fa esclatar el vidre, i el pes de la columna de mercuri, que cau ràpidament tot seguit que en la campana s'hi ha fet una esquerda, ocasiona una onada que fa saltar una gran part d'aquest fluid fora del recipient. Per a evitar aquests inconvenients i estar segur de l'èxit de l'experiència, hom no deu cremar gaire més d'una dracma i mitja de ferro sota una campana de 8 pintes de capacitat. Aquesta campana deu ésser forta, a fi de resistir el pes del mercuri que està destinada a contenir.

En aquesta experiència no és possible determinar a la vegada el pes que adquireix el ferro i els canvis experimentats per l'aire. Si hom busca conèixer la quantitat de l'augmentació de pes del ferro i la seva relació amb l'absorció de l'aire, hom ha de marcar molt exactament en la campana, amb una senyal feta amb un diamant, l'alçada del mercuri abans i després de l'experiència; hom passa després per sota la campana el sífó *G H* (fig. 7) proveït d'un paper que el privi d'omplir-se de mercuri. Hom posa el polze en l'extremitat *G*, i hom hi afegeix poc a poc l'aire, separant el polze. Quan el mercuri ha descendit al seu nivell, hom treu suaument la campana, hom separa de la càpsula els glòbuls de ferro que hi hagi, hom arreplega cuidadosament els que hagin pogut saltar i que neden damunt del mercuri, i hom els pesa tots junts. Aquest ferro es troba en l'estat que els antics químics anomenaren *etiop marcial*; té una mena de brillantor metàlica, és molt trencadís, molt friable, i es redueix a pols amb el martell i amb la mà de morter. Quan l'operació ha anat bé, amb 100 grans de ferro hom obté 135 a 136 grans de etiop. Hom pot, endemés,

comptar amb un augment de pes al menys de 35 lliures per quintà.

Si a aquesta experiència hom li ha donat tota la atenció que es mereix, l'aire es troba disminuït d'una quantitat en pes exactament igual a aquella en què el ferro ha augmentat. Si, doncs, hom ha cremat 100 grans de ferro, i l'augment de pes que aquest metall ha sofert ha sigut de 35 grans, la disminució de volum de l'aire és bastant exactament de 70 polzades cúbiques, a raó de mig gra per polzada cúbica. Hom veurà, seguint aquestes Memòries, que el pes de l'aire vital és, en efecte, amb bastant exactitud, de mig gra per polzada cúbica.

Faig constar aquí, per darrera vegada, que en totes les experiències d'aquest gènere, hom no deu mai oblidar-se de reduir per càlcul el volum de l'aire, al començament i al final de l'experiència, al que tindria a 10 graus del termòmetre i a una pressió de 28 polzades; a la fi d'aquesta obra entraré en alguns detalls sobre la manera de fer aquestes correccions.

Si és sobre la qualitat de l'aire que queda en la campana que hom es proposa fer experiències, hom opera de un mode una mica diferent. Hom comença aleshores, després d'haver fet la combustió i que els vasos s'han refredat, per retirar el ferro i la càpsula que el contenia, passant la mà fins a sota la campana, a través del mercuri; desseguida hom introdueix sota aquesta mateixa campana, potassa o àlcali càustic dissolt en aigua, sulfur potàssic, o qualsevol altra substància que hom considera a propòsit per a examinar l'acció que exerceix sobre l'aire. Més endavant tornaré a insistir sobre aquests mètodes d'anàlisi de l'aire, quan hagi fet conèixer la naturalesa d'aquestes diferents substàncies, de les que sols parlo accidentalment en aquest instant. Hom acaba per introduir sota aquesta mateixa campana la quantitat d'aigua necessària per a desplaçar tot el mercuri, després de lo

qual, hom tapa per sota amb un vas o una espècie de càpsula molt plana, amb la que hom la transporta a l'aparell pneumatoquímic ordinari (d'aigua), on hom opera més en gran i amb més facilitat.

Quan hom ha empleat ferro molt dolç o molt pur, i la porció respirable de l'aire en què hom ha fet la combustió estava exenta de tota barreja d'aire no respirable, l'aire que resta després de la combustió és tant pur com abans; és, però, rar, que el ferro no contingui ni una petita quantitat de matèria carbonosa; sobretot l'acer, en conté sempre. També és extremadament difícil obtenir la porció respirable de l'aire perfectament pura; quasi bé sempre va barrejada amb una petita porció de la part no respirable, però aquesta espècie de mofeta no modifica per a res el resultat de l'experiència, i hom la retroba a la fi en la mateixa quantitat que al començament.

Ja he dit que hom podia determinar de dues maneres la naturalesa de las parts constituents de l'aire de l'atmòsfera: per via de descomposició i per via de composició. La calcinació del mercuri ens ha proporcionat l'exemple de la una i de l'altre, perquè després d'haver privat de la base a la part respirable per medi del mercuri, li hem retornat per a formar de nou, aire semblant en tot al de l'atmòsfera. Però també hom pot fer aquesta composició de l'aire treient de diferents regnes els materials que han de formar-lo. Hom veurà més endavant, que quan hom disol matèries animals en àcid nítric, es desprèn una gran quantitat d'un aire que apaga els llums, que és perjudicial als animals, i que és en tot semblant a la part no respirable de l'aire de l'atmòsfera. Si a 73 parts d'aquest fluid elàstic hom n'hi afegeix 27 d'aire eminentment respirable, extret del mercuri reduït a calç vermella per la calcinació, hom forma un fluid elàstic perfectament semblant al de l'atmòsfera, i que en té totes les propietats.

Hi ha molts altres mitjans de separar la part respirable de l'aire, de la part no respirable, però jo no podria exposar-los aquí sense tenir d'avençar nocions que en l'ordre dels coneixements pertanyen als capítols següents. Endemés, les experiències que he mencionat són suficients per a un tractat elemental, i en aquesta mena de matèries, l'elecció de les proves es més important que llur nombre.

Acabaré aquest article indicant una propietat que té l'aire de l'atmòsfera i que tenen, en general, tots els fluids elàstics que coneixem: és la de disoldre l'aigua. La quantitat d'aigua que pot disoldre un peu cúbic d'aire de l'atmòsfera és, segons les experiències de M. de Saussure, de 12 grans; altres fluids elàstics, tals com l'àcid carbònic, sembla que en disolen més, però encara hom no ha fet experiències exactes per a determinar-ne la quantitat. Aquesta aigua que contenen els fluids aeriformes dóna lloc, en algunes experiències, a fenòmens particulars que mereixen molta atenció i que sovint han fet incórrer als químics en grans errors.

CAPITOL IV

NOMENCLATURA DE LES DIFERENTS PARTS CONSTITUTIVES
DE L'AIRE DE L'ATMÒSFERA

Fins aquí m'he vist obligat a servir-me de perífrasis per a designar la naturalesa de les diferents substàncies que componen la nostra atmòsfera, i he adoptat provisionalment aquestes expressions: *part respirable* i *part no respirable de l'aire*. Els detalls en que vaig a entrar exigeixen que camini a un pas més ràpid, i que, després d'haver provat de donar idees senzilles de les diferents substàncies que entren en la composició de l'aire de l'atmòsfera, les expressi també per mots senzills.

Essent la temperatura del planeta que habitem, molt propera del grau al que l'aigua passa de l'estat líquid al estat sòlid i reciprocament, i tenint sovint lloc aquest fenomen a la nostra vista, no és estrany que en totes les llengües, al menys en les dels climes on hom passa hivern, hom hagi donat un nom a l'aigua esdevinguda sòlida per absència de calòric.

En canvi, no ha passat lo mateix amb l'aigua reduïda a vapor per una adició més gran de calòric. Els que no han fet un estudi particular d'aquestes coses, ignoren encara que a un grau una mica superior al de l'aigua bullenta, l'aigua es transforma en un fluid elàstic aeri-forme, susceptible, com tots els gasos, d'ésser recollit i

contingut en vasos, i que conserva sa forma gaseosa mentre està sotmès a una temperatura superior a 80 graus, combinada amb una pressió igual a la d'una columna de mercuri de 28 polzades. Com que aquest fenòmen ha escapat a la multitud, cap llengua ha designat l'aigua en aquest estat amb un nom particular, i lo mateix passa amb tots els fluids, i, en general, amb totes les substàncies que no són susceptibles de vaporisar-se al grau habitual de temperatura i de pressió a què vivim.

Per conseqüència de la mateixa causa, hom no ha donat nom a la major part de fluids aeriformes en estat líquid o sòlid; hom ignorava que aquests fluids fossin el resultat de la combinació d'una base amb el calòric, i, com que hom no els havia vist mai en estat de líquid o sòlid, llur existència en aquesta forma era desconeguda fins del físics.

No hem pas cregut que ens fos permès canviar els noms acceptats i consagrats en la societat per l'ús des de l'antigor. Als mots d'*aigua* i *glaç* els hem conservat, doncs, llur significat vulgar; igualment hem expressat pel molt *aire*, la col·lecció de fluids elàstics que componen la nostra atmòsfera, però no ens hem pas cregut obligats al mateix respecte envers les denominacions molt modernes proposades ara de nou pels físics. Hem pensat que estavem en el dret de rebutjar-les i de substituir-les per d'altres menys pròpies a induir a errors, i, fins quan ens hem determinat a adoptar-les, no hem tingut cap inconvenient en modificar-les i en referir-hi idees més fermes i concises.

Es principalment del grec d'on hem tret els mots nous, procurant que llur etimologia recordés la idea de les coses que ens proposavem indicar; sobretot hem procurat no admetre més que noms curts i, tant com ha sigut possible, que fossin susceptibles de formar adjectius i verbs.

Segons aquests principis, hem conservat, a exemple de Macquer, el nom de *gas* de que es servia Vanhelmont, i sota aquesta denominació hi hem comprès la classe nombrosa del fluids elàstics aeriformes, fent excepció de l'aire atmosfèric. El mot *gas* és, doncs, per a nosaltres, un nom genèric, que designa el darrer grau de saturació d'una substància qualsevol pel calòric; és l'expressió d'una manera d'ésser dels cossos. Es tractava després de determinar cada espècie de gas, i hi hem arribat prenent un segon nom del de la seva base. Aixís, anomenarem gas aquós, a l'aigua combinada amb el calòric i en estat de fluid elàstic aeriforme; la combinació de l'èter amb el calòric serà el gas eteri; la de l'esperit de vi amb el calòric serà el gas alcohòlic, i igualment tindrem el gas àcid muriàtic, el gas amònic, i aixís amb tots els demés. Ja m'estendré més sobre aquest article quan serà qüestió de nomenar les diferents bases.

Hom ha vist que l'aire de l'atmòsfera estava compost principalment de dos fluids aeriformes o gasos: l'un, respirable, capaç d'entretenir la vida del animals, en el qual els metalls es calcinen i els cossos combustibles poden cremar; l'altre, que té propietats absolutament oposades: no pot ésser respirat pels animals, no pot entretenir la combustió, etc. A la base de la porció respirable de l'aire li hem donat el nom d'oxigen, derivant-lo de dos mots grecs ὀξύς, *àcid*; γεινομαι, *jo engendro*, perquè, en efecte, una de les propietats més generals d'aquesta base és la de formar àcids combinant-se amb la major part de substàncies. La reunió d'aquesta base amb el calòric, la denominarem, doncs, gas oxigen. El seu pes en aquest estat és bastant exactament de mig gra per polzada cúbica, o d'una unça i mitja per peu cúbic, tot a 10 graus de temperatura i 28 polzades del baròmetre.

No essent encara ben conegudes les propietats químiques de la part no respirable de l'aire de l'atmòsfera,

ens hem acontentat de deduir el nom de sa base de la propietat que té aquest gas de privar de la vida als animals que el respiren; l'hem anomenada, doncs, azot, de l'x privativa dels grecs i de ζωή, *vida*; aixís, la part no respirable de l'aire, serà el gas azòtic. El seu pes és de 1 unça, 2 dracmes, 48 grans per peu cúbic, o de 0,4444 grans per polzada cúbica.

No hem deixat pas de veure, que aquest nom presentava qualque cosa d'extraordinari, però és la sort de tots els noms nous; sols és per l'ús que hom es familiarisa amb ells. No obstant, durant molt temps n'hem buscat un de millor, sense que ens hagi sigut possible trobar-lo; al començament estavem tentats d'anomenar-lo gas alcaligen, perquè està provat per les experiències de M. Berthollet, com hom veurà més endavant, que aquest gas entra en la composició de l'àlcali volàtil o amoníac, però d'altra banda, no tenim encara la certitud de que sigui un dels principis constitutius dels altres àlcalis, i com que està ben provat que entra igualment en la combinació de l'àcid nítric, hi hauria hagut també fonament per a anomenar-lo principi nitrigen. En fi: hem tingut de rebutjar un nom que representava una idea sistemàtica, i no creiem pas enganyar-nos adoptant el d'*azot* i gas azòtic. que no expressa més que un fet, o millor una sola propietat: la de privar de la vida als animals que respiren aquest gas.

Si m'extenia més en la nomenclatura de les diferents espècies de gasos, anticiparia idees sobre nocions reservades per a articles subsegüents. En tinc suficient amb haver donat aquí, nó la denominació de tots, sinó el mètode d'anomenar-los tots. El mèrit de la nomenclatura que hem adoptat consisteix principalment, en que, un cop donat el nom a la substància senzilla, el nom de tots els seus compostos es desprèn necessàriament d'aquest primer mot.

CAPITOL V

DE LA DESCOMPOSICIÓ DEL GAS OXIGEN PEL SOFRE, EL FÒSFOR
I EL CARBÓ, I DE LA FORMACIÓ DELS ÀCIDS EN GENERAL

Un dels principis que hom no deu mai perdre de vista en l'art de fer experiències, és el de simplificar-les lo més possible i d'apartar-ne totes les circumstàncies que puguin complicar-ne els efectes. En les experiències que seran objecte d'aquest capítol, no operarem, doncs, amb aire de l'atmosfera, que no és una substància simple. És ben veritat que el gas azòtic, que és una de les parts de la barreja que el constitueix, sembla comportar-se passivament en les calcinacions i combustions; però com que les retarda, i com que no és pas impossible que fins n'alteri els resultats en certes circumstàncies, m'ha semblat necessari eliminar aquesta causa d'incertitud.

En les experiències de que vaig a donar compte, exposaré, doncs, el resultat de les combustions tal com tenen lloc en l'aire vital o gas oxigen pur, i faré notar les diferències que presenten quan el gas oxigen està barrejat amb diverses proporcions de gas azòtic.

Vaig pendre una campana de cristall *A* (fig. 7) de 5 a 6 pintes de capacitat, vaig omplir-la amb gas oxigen damunt d'aigua, i després vaig transportar-la al bany de mercuri per mitjà d'una càpsula de vidre que vaig passar per sota: tot seguit vaig assecar la superfície del mer-

curi i vaig introduir-hi 6l grans $\frac{1}{4}$ de fòsfor de Kunkel, que vaig dividir en dos càpsules de porcelana semblants a la que hom veu en *D* (fig. 7) sota la campana *A*, i per a poguer encendre separatament cada una de les dues porcions, i que la inflamació no es comunicés de la una a l'altra, vaig recobrir una de les dues amb una petita placa quadrada de vidre. Quan tot fou preparat aixís, vaig elevar el mercuri en la campana fins a l'altura *EF*, xuclant amb un sifó de vidre *GHI* (mateixa figura) que hom introdueix per sota la campana; per a que no s'ompli al passar a través del mercuri, hom enrotlla en sa extremitat *I* un trocet de paper. Després, amb un ferro retorçat i enrogit al foc, representat en la figura 8, vaig encendre successivament el fòsfor de les dues càpsules, començant per la que no estava recoberta del quadrat de vidre.

La combustió es va fer amb una gran rapidesa, amb flama brillant i considerable desprendiment de calor i llum. En el primer instant ya haver-hi una considerable dilatació del gas oxigen per la calor, però ben aviat el mercuri va pujar per damunt de son nivell, i va haver-hi una absorció considerable; a la vegada, tot l'interior de la campana va tapissar-se de borrallons blancs, lleugers, que no eren altra cosa sinó àcid fosfòric sòlid.

La quantitat utilitzada d'oxigen era, un cop fetes totes les correccions, de 162 polzades cúbiques al començament de l'experiència; a la fi va trobar-se reduïda a 23 polzades $\frac{1}{4}$: la quantitat de gas oxigen absorbit havia, doncs, sigut de 138 polzades $\frac{3}{4}$, o sigui de 69,375 grans.

La totalitat del fòsfor no s'havia pas cremat; en la càpsula en quedaven encara algunes porcions, que després de rentades, per a separar-ne l'àcid, i seques, pesaven uns 16 grans $\frac{1}{4}$, lo que redueix aproximadament a 45 grans la quantitat cremada de fòsfor; dic aproximadament, perquè no seria pas impossible que

hi hagués hagut 1 ó 2 grans d'error en el pes del fòsfor que quedà després de la combustió.

Aixís, en aquesta operació, 45 grans de fòsfor es van combinar amb 69,375 grans d'oxigen, i com no hi ha res que tingui pes que passi a través del vidre, hom té el dret de concloure, que el pes de la substància que ha resultat d'aquesta combinació, i que s'havia reunit en borrallons blancs, tenia d'ésser la suma dels pesos de l'oxigen i del fòsfor, és a dir, 114,375 grans. Hom veurà aviat que aquests borrallons no són altra cosa que un àcid sòlid. Reduint aquestes quantitats al quintà, hom troba que calen 154 lliures d'oxigen per a saturar 100 lliures de fòsfor, resultant-ne 254 lliures de borrallons blancs o àcid fosfòric sòlid.

Aquesta experiència prova, d'una manera evident, que, a un cert grau de temperatura, l'oxigen té més afinitat amb el fòsfor que amb el calòric; en conseqüència, el fòsfor descomposa el gas oxigen, s'apodera de sa base, i aleshores el calòric que esdevé lliure, s'escapa i es dissipa repartint-se pels cossos del voltant.

Per concluint que fos aquesta experiència, no era encara suficientment rigorosa. En efecte: en l'aparell que vaig emplear, i que acabo de descriure, no és pas possible comprovar el pes dels borrallons blancs o del àcid sòlid que s'ha format; solament hom pot saber-lo pel càlcul, i suposant-lo igual a la suma dels pesos del oxigen i del fòsfor. No obstant, per evident que sigui aquesta conclusió, en física i en química no està mai permès suposar lo que hom pot determinar per experiències directes. He cregut, doncs, que devia fer de nou aquest experiment, una mica més en gran i amb un altre aparell.

Vaig pendre un matraç de vidre *A* (fig. 9), qual obertura *EF*, tenia tres polzades de diàmetre. Aquesta obertura podia ésser tapada amb una placa de cristall esme-

rilada, proveïda de dos forats per a que passessin els tubs *y y y*, *x x x*.

Abans de tancar el matraç amb sa placa, vaig introduir-hi un suport *B C* acabat en una càpsula de porcelana *D*, que contenia 150 grans de fòsfor. Estant tot disposat aixís, vaig adaptar la placa de cristall damunt l'obertura del matraç i vaig enllotar amb llot gras, que vaig recobrir amb tires de tela impregnades amb calç i clara d'ou. Un cop ben sec aquest llot, vaig penjar aquest aparell del bras d'una balança, i vaig determinar-ne el pes amb una aproximació d'un gra o un gra i mig. Aleshores vaig adaptar el tub *x x x* a una petita bomba neumàtica i vaig fer el buit, després de lo qual, obrint una aixeta adaptada al tub *y y y*, vaig introduir gas oxigen en el matraç. Faré observar, que hom fa aquesta mena d'experiència amb bastant facilitat, i sobretot amb molta exactitud, per mitjà de la màquina hidro-neumàtica de la que M. Meunier i jo donàrem la descripció en les Memòries de l'Acadèmia, any 1782, p. 466, i de la que hom trobarà una descripció en la darrera part d'aquesta obra; per mitjà d'aquest instrument, al que M. Meunier ha fet després adicions i correccions importants, hom pot conèixer d'una manera rigorosa la quantitat de gas oxigen introduïda en el matraç, i la que s'hagi consumit en el curs de l'operació.

Un cop tot fou disposat aixís, vaig encendre el fòsfor amb un vidre ardent. La combustió va ésser extremadament ràpida, acompanyada d'una gran flama i de molta calor; a mida que transcorria, es formava gran quantitat de borrallons blancs que es depositaven sobre les parets interiors del vas, i que aviat el varen entelar completament. L'abundància de vapors era tal, que encara que contínuament hi entrava nou gas oxigen que hauria d'haver entretingut la combustió, el fòsfor s'apagà aviat. Després d'haver deixat refredar per complet tot l'apa-

rell, vaig començar per assegurar-me de la quantitat de gas oxigen que s'havia empleat, i per pesar el matraç abans d'obrir-lo. Després vaig rentar, assecat i pesar la petita quantitat de fòsfor que havia quedat en la càpsula, i que era de color groc d'ocre, a fi de restar-la de la quantitat total de fòsfor empleada en l'experiència. Hom veu clarament, que per mitjà de totes aquestes precaucions em va ésser fàcil de determinar: primer, el pes del fòsfor cremat; segon, el dels borrallons blancs obtinguts per la combustió, i tercer, el pes del gas oxigen que s'havia combinat amb el fòsfor. Aquesta experiència va donar-me, gairebé, els mateixos resultats que la precedent; igualment va resultar-ne, que el fòsfor, al cremar-se, absorbia una mica més d'una vegada i mitja el seu pes d'oxigen, i d'altra banda, vaig adquirir la certitud de que el pes de la nova substància produïda, era igual a la suma del pes del fòsfor cremat i de l'oxigen que havia absorbit, lo que era, endemés, fàcil de preveure *a priori*.

Si el gas oxigen que hom fa servir en aquesta experiència, és pur, el residu que queda després de la combustió també és pur, lo que prova que no s'escapa res del fòsfor que pugui alterar la puresa de l'aire, i que no actua més que prenent al calòric la seva base, és a dir, l'oxigen que hi estava unit.

Ja he dit abans, que si hom crema un cos combustible qualsevol en una esfera buida de glaç o en algun altre aparell construït sobre el mateix principi, la quantitat de glaç fosa durant la combustió és una mida exacta de la quantitat de calòric després. Respecte a això, hom pot consultar la memòria que M. de Laplace i jo vàrem presentar en col·laboració a l'Acadèmia, any 1780, p. 355. Havent sotmés la combustió del fòsfor a aquesta prova, vàrem trobar que una lliura de fòsfor fon, al cremar-se, una mica més de 100 lliures de glaç.

La combustió del fòsfor també va bé en l'aire de l'atmosfera, solament amb dues diferències: primera, que la combustió és molt menys ràpida, ja que està retardada per la gran proporció de gas azòtic que hi ha barrejat amb el gas oxigen; segona, que tot lo més s'absorbeix una quinta part de l'aire, perquè fent-se tota aquesta absorció a expenses del gas oxigen, la proporció del gas azòtic arriba a ésser tan gran al final de l'operació, que la combustió ja no pot tenir lloc.

El fòsfor, per sa combustió, sigui en l'aire ordinari, sigui en el gas oxigen, es transforma, com ja he dit, en una matèria blanca, borrallosa i molt lleugera, i adquireix propietats completament noves; d'insoluble que era en aigua, no solament esdevé soluble, sinó que atrau la humitat continguda en l'aire amb una rapidesa molt notable, i es resol en un licor molt més dens que l'aigua, i d'un pes específic molt més gran. En l'estat de fòsfor, i abans de sa combustió, no tenia quasi cap gust; després d'unir-se amb l'oxigen, agafa un gust extremadament agre i picant; en fi, de la classe de combustibles passa a la de les substàncies incombustibles, i esdevé lo que hom en diu un àcid.

Aquesta conversibilitat d'una substància combustible en un àcid per l'adició d'oxigen, és, com aviat veurem, una propietat comú a un gran nombre de cossos. En bona lògica, hom no pot dispensar-se de designar amb un nom comú totes les operacions que presenten resultats anàlegs; és el sol medi de simplificar l'estudi de les ciències, i seria impossible retenir-ne tots els detalls si hom no procurava agrupar-los. Denominarem, doncs, *oxigenació*, a la conversió del fòsfor en un àcid, i, en general, a la combinació de qualsevol cos combustible amb l'oxigen.

Igualment adoptarem l'expressió *oxigenar*, i aixís diré, per consegüent, que *oxigenant* el fòsfor, es converteix en un àcid.

El sofre és també un cos combustible, és a dir, que té la propietat de descomposar l'aire i de pendre l'oxigen al calòric. Hom pot assegurar-s'en fàcilment per experiments molt semblants als que acabo de detallar per al fòsfor, però dec advertir, que operant d'igual manera que amb aquest, és impossible obtenir resultats tan exactes per la raó de que l'àcid que es forma per la combustió del sofre és difícil de condensar, de que el sofre crema amb molta dificultat, i de que és susceptible de disoldre's en els diferents gasos. Lo que jo puc assegurar, segons les meves experiències, és que el sofre, al cremar, absorbeix aire; que l'àcid que es forma és molt més pesant de lo que ho era el sofre; que son pes és igual a la suma del pes del sofre i del oxigen que ha absorbit, i en fi, que aquest àcid és pesant, incombustible i susceptible de combinar-se amb l'aigua en totes proporcions; sols hi ha incertitud sobre la quantitat de sofre i d'oxigen que constitueixen aquest àcid.

El carbó, que fins ara tot contribuïa a fer-lo considerar com una substància combustible simple, té també la propietat de descomposar el gas oxigen i de pendre la seva base al calòric; però l'àcid que resulta d'aquesta combustió no es condensa al grau de pressió i temperatura a que vivim; queda en estat gaseós, i cal una gran quantitat d'aigua per a absorbir-lo. Per lo demés, aquest àcid té totes les propietats comuns als àcids, però en grau més feble, i com ells s'uneix a totes les bases susceptibles de formar sals neutres.

Hom pot fer la combustió del carbó com la del fòsfor, sota una campana de vidre *A* (fig. 7) plena de gas oxigen i invertida damunt de mercuri, però com que la calor d'un ferro calent, i fins roent, no arribaria pas a encendre'l, hom coloca damunt del carbó un trocet d'esca i un petit àtom de fòsfor, que hom encén amb un ferro roent; la

inflamació es comunica desseguida a l'esca i després al carbó.

L'explicació detallada d'aquesta experiència es troba en les *Mémoires de l'Académie*, any 1781, p. 448. Hom hi veurà que calen 72 parts en pes d'oxigen per a saturar-ne 28 de carbó, i que l'àcid aeriforme que es produeix, té un pes exactament igual a la suma dels pesos del carbó i de l'oxigen que han servit per a formar-lo. Aquest àcid aeriforme fou denominat aire fixe o aire fixat, pels primers químics que varen descobrir-lo; aleshores ignoraven si era aire semblant al de l'atmosfera o un altre fluid elàstic viciat i fet malbé per la combustió, però com que avui està vist que aquesta substància aeriforme és un àcid, i que es forma, com tots els altres àcids, per l'oxigenació d'una base, és fàcil de comprendre que el nom d'aire fixe no li convé gens.

Havent provat, M. de Laplace i jo, de cremar carbó en l'aparell propi per a determinar la quantitat de calòric després, vàrem trobar que una lliura de carbó fonia, al cremar, 96 lliures, 6 unces de glaç; 2 lliures, 9 unces, 1 dracma, 10 grans d'oxigen es combinen en aquesta operació amb el carbó, i es formen 3 lliures, 9 unces, 1 dracma, 10 grans de gas àcid; aquest gas pesa 0,695 grans per polzada cúbica, lo que dona 34242 polzades cúbiques pel volum total de gas àcid que es forma per la combustió d'una lliura de carbó.

Podria multiplicar molt més els exemples d'aquest gènere, i fer veure, per un seguit de fets nombrosos, que la formació dels àcids s'opera per l'oxigenació d'una substància qualsevol; però la marxa que m'he compromés a seguir, i que consisteix en no procedir més que de lo conegut a lo desconegut, i no presentar al llegidor més que exemples trets de les coses que li han sigut explicades abans, m'impedeix aquí anticipar-me als fets. Per altra banda, els tres exemples que acabo de citar són suficients

per a donar una idea clara i precisa de la manera com es formen els àcids. Hom veu que l'oxigen és un principi comú a tots, i que és ell que constitueix llur acidesa; després es diferencien uns d'altres per la naturalesa de la substància acidificada. Cal, doncs, distingir en tot àcid, la base acidificable, a la qual M. de Morveau ha donat el nom de radical, i el principi acidificant, és a dir, l'oxigen.

CAPITOL VI

DE LA NOMENCLATURA DELS ÀCIDS EN GENERAL, I PARTICULARMENT DELS PROCEDENTS DEL NITRE I DE LA SAL MARINA

Res hi ha més fàcil, segons els principis enunciats en el capítol precedent, que establir una nomenclatura metòdica dels àcids: el mot *àcid* serà el nom genèric; cada àcid serà després diferenciat en el llenguatge, com ho és en la natura, pel nom de sa base o del seu radical. Anomenarem, doncs, *àcids* en general, al resultat de la combustió o de l'oxigenació del fòsfor, del sofre o del carbó. Al primer d'aquests el denominarem àcid fosfòric; al segon, àcid sulfúric; al tercer, àcid carbònic. Del mateix mode, en totes les ocasions que puguin presentar-se, treurem del nom de la base la designació específica de cada àcid.

Una circumstància remarcable que presenta l'oxigenació dels cossos combustibles, i en general d'una part dels cossos que es transformen en àcids, és que són susceptibles de diferents graus de saturació, i els àcids que en resulten, malgrat estar formats per la combinació de les dues mateixes substàncies, tenen propietats molt diferents que depenen de la diferència en llur proporció. L'àcid fosfòric, i sobretot l'àcid sulfúric, en són exemples. Si el sofre està combinat amb poc oxigen, forma en aquest primer grau d'oxigenació un àcid volàtil,

d'olor penetrant i que té propietats molt particulars. Una proporció més gran d'oxigen el converteix en un àcid fixe, pesant, sense olor, i que en ses combinacions dóna productes molt diferents de les del primer. Aquí, el principi de nostre mètode de nomenclatura semblava trobar-se compromès, i en apariència era difícil derivar del nom de la base acidificable dues denominacions que expressessin, sense circumlocució i sense perífrasi, els dos graus de saturació. Però la reflexió, i pot-ser més encara la necessitat, ens han obert nous camins, i hem cregut poguer-nos permetre d'expressar les varietats dels àcids per canvis senzills en llurs terminacions. L'àcid volàtil del sofre havia sigut designat per Stahl amb el nom d'àcid sulfurós; nosaltres li hem conservat aquest nom, i hem donat el de *sulfúric* a l'àcid del sofre completament saturat d'oxigen. Servint-nos d'aquest nou llenguatge, direm, doncs, que el sofre, al combinar-se amb l'oxigen, és susceptible de dos graus de saturació: el primer constitueix l'àcid sulfurós, que és penetrant i volàtil; el segon constitueix l'àcid sulfúric, que és inodor i fixe. Per a tots els àcids que presentin varis graus de saturació, adoptarem aquest mateix canvi de terminacions; així tindrem, doncs, un àcid fosforós i un àcid fosfòric, un àcid acetós i un àcid acètic, i lo mateix passarà amb els altres.

Tota aquesta part de la química hauria sigut extremadament senzilla, i la nomenclatura dels àcids no hauria presentat res de molest, si en l'època del descobriment de cada un d'ells hom hagués conegut el seu radical o la seva base acidificable. L'àcid fosfòric, per exemple, no va ésser descobert sinó posteriorment al descobriment del fòsfor, i el nom que hom li ha donat es deriva, en conseqüència, del de la base acidificable de què està format. Però quan, al contrari, l'àcid ha sigut descobert abans de la base, o millor dit, quan en l'època que hom va descobrir l'àcid hom ignorava quina era la base acidi-

dificable a què pertanyia, l'àcid i a la base han rebut noms que no tenien cap relació mútua, i no solament hom ha carregat la memòria de denominacions inútils, sinó que hom ha portat a l'esperit dels començants, i fins dels químics consumats, idees falses que sols poden borrar el temps i la reflexió.

Com a exemple, citarem l'àcid del sofre. En els primers temps de la química va ésser obtingut del vitriol de ferro, i hom va denominar-lo àcid vitriòlic, derivant son nom del de la substància d'on provenia. Hom ignorava aleshores que aquest àcid fos el mateix que hom obtenia del sofre per la combustió.

Lo mateix passa amb l'àcid aeriforme, al que hom va donar originàriament el nom d'aire fixe; hom ignorava que aquest àcid fos el resultat de la combinació del carbó amb l'oxigen, i d'aquí vingueren la infinitat de denominacions que varen ésser-li donades i de les que cap evoca idees justes. Res ens ha sigut més fàcil que corregir i modificar el llenguatge antic per lo que fa referència a aquests àcids; hem convertit el nom d'àcid vitriòlic en àcid sulfúric, i el d'aire fixe en àcid carbònic, però no ens ha sigut possible seguir el mateix camí amb els àcids qual base ens era desconeguda. Ens hem vist aleshores obligats a seguir un procediment invers, i en lloc de derivar el nom de l'àcid, del de la base, hem anomenat, al contrari, la base segons la denominació de l'àcid. Això és lo que ens ha passat amb l'àcid que hom obté de la sal marina o sal de cuina. Per a despendre aquest àcid, n'hi ha prou amb tirar àcid sulfúric damunt la sal marina; desseguida es fa una viva efervescència, s'enlairen vapors blancs d'olor molt penetrant, i escalfant lleugerament, es desprèn tot l'àcid. Com que naturalment està en forma gaseosa al grau de temperatura i pressió a que vivim, hom té de pendre precaucions especials per a retenir-lo. L'aparell més còmode i més senzill

per a les experiències en petit, consisteix en una petita retorta *G* (fig. 10), en la que hom hi fica sal marina ben seca; hom hi tira damunt àcid sulfúric concentrat, i desseguida hom fa arribar el bec de la retorta sota petits gerros o campanes de vidre *A* (mateixa figura), que prèviament han sigut omplerts de mercuri. A mida que es desprèn el gas àcid, passa al gerro i s'en va cap amunt desplaçant el mercuri. Quan el desprendiment es fa més lent, hom escalfa lleugerament i augmenta el foc fins que no passi res més. Aquest àcid té una gran afinitat amb l'aigua, i aquesta n'absorbeix una quantitat enorme. Hom s'en pot convèncer introduint una petita capa d'aigua en el gerro de vidre que el conté; en un instant l'àcid es combina amb ella i desapareix per complet. En els laboratoris i en la indústria, hom aprofita aquesta circumstància per a obtenir l'àcid de la sal marina en forma de licor. A aquest fi hom es serveix de l'aparell representat en la figura 11. Consisteix: primer, en una retorta *A*, on hom introdueix la sal marina, i en la que hom hi tira l'àcid sulfúric per la tubulura *H*; segon, en el matràç *CB*, destinat a rebre la petita quantitat de licor que es desprèn; tercer, en una sèrie de botelles de dos colls *L*, *L'*, *L''*, *L'''*, plenes d'aigua fins a la meitat. Aquesta aigua està destinada a absorbir el gas àcid que es desprèn durant la destil·lació. Aquest aparell està descrit més extensament en la darrera part d'aquesta obra.

Malgrat que hom no hagi arribat encara a compondre ni a descompondre l'àcid procedent de la sal marina, hom no pot dubtar de que no estigui format, com tots els altres, de la reunió d'una base acidificable amb l'oxigen. A aquesta base desconeguda l'hem anomenada *base muriàtica*, *radical muriàtic*, derivant aquest nom, a l'exemple de M. Bergman i de M. de Morveau, del mot llatí *muria*, donat antigament a la sal marina. Aixís, sense poguer determinar quina és exactament la com-

posició del àcid muriàtic, designarem amb aquesta denominació un àcid volàtil, qual estat natural és la forma gaseosa al grau de calor i pressió que nosaltres experimentem, que es combina amb l'aigua en quantitat molt gran i amb molta facilitat, i en el que, finalment, el radical acidificable està tant fortament unit al oxigen, que hom no coneix, fins ara, cap mitjà de separar-los.

Si un jorn hom arriba a identificar el radical muriàtic amb alguna substància coneguda, caldrà aleshores canviar sa denominació, i donar-li un nom anàleg al de la base qual naturalesa hagi sigut descoberta.

L'àcid muriàtic presenta, endemés, una circumstància molt remarcable; com l'àcid del sofre i com molts d'altres, és susceptible de diferents graus d'oxigenació, però l'excés d'oxigen produeix en ell un efecte completament contrari al que produeix en l'àcid del sofre. Un primer grau d'oxigenació transforma al sofre en un àcid gaseós volàtil, que solament es barreja en petita quantitat amb l'aigua: és el que designem, d'acord amb Stahl, amb el nom d'àcid sulfurós. Una dosi més forta d'oxigen el converteix en àcid sulfúric, és a dir, en un àcid que presenta qualitats àcides més marcades, que és molt més fixe, que sols pot existir en estat gaseós a una alta temperatura, que no té gens d'olor, i que s'uneix a l'aigua en quantitat molt gran. En l'àcid muriàtic passa al contrari: l'adició d'oxigen el fa més volàtil, d'una olor més penetrant, menys miscible amb l'aigua, i disminueix ses qualitats àcides. Havíem estat tentats d'expressar aquests dos graus de saturació fent variar les terminacions, com ho havíem fet per l'àcid del sofre; al àcid menys saturat d'oxigen l'hauríem nomenat àcid *muriatós*, i al més saturat, àcid *muriàtic*, però hem cregut que aquest àcid, que presenta resultats particulars, i del qual hom no coneix cap més exemple en la química, demanava una excepció, i ens hem contentat en denominar-lo àcid muriàtic oxigenat.

Hi ha un altre àcid que ens contentarem amb definir-lo com ho hem fet per l'àcid muriàtic, encara que hom conegui millor sa base; és el que els químics han designat fins ara amb el nom d'àcid nítrós. Hom extreu aquest àcid del nitre per procediments anàlegs als que hom emplea per a obtenir l'àcid muriàtic. També és per mitjà de l'àcid sulfúric que hom el separa de la base a la que està unit, i hom es serveix igualment de l'aparell representat en la figura 11. A mida que l'àcid passa, s'en condensa una part en el matràç, i l'altra és absorbida per l'aigua de les botelles *L*, *L'*, *L''*, *L'''*, que esdevé primer verda, després blava, i finalment groga, segons el grau de concentració de l'àcid. Durant aquesta operació es desprèn una gran quantitat d'oxigen barrejat amb una mica de gas azòtic.

L'àcid que hom extreu aixís del nitre està compost, com tots els altres, d'oxigen unit a una base acidificable, i és precisament el primer en el qual l'existència de l'oxigen ha sigut ben demostrada. Els dos principis que el constitueixen tenen poca adherència mútua, i hom els separa fàcilment presentant a l'oxigen una substància amb la que tingui més afinitat que no pas amb la base acidificable que constitueix l'àcid del nitre. Es per experiències d'aquest gènere que hom ha arribat a reconèixer que l'azot o base de la mofeta entrava en sa composició i era la seva base acidificable. L'azot és, doncs, veritablement el radical nítric, o siga que l'àcid del nitre és un verdader àcid azòtic. Hom veu doncs, que per a estar d'acord amb nosaltres mateixos i amb els nostres principis, tindriem d'haver adoptat la una o l'altra d'aquestes maneres d'expressió. No obstant, ens en havem separat per diferents motius: de primer moment, ja ens ha semblat difícil de canviar el nom de nitre, adoptat generalment en les arts, en la societat i en la química, i per altra banda, no hem cregut que devíem donar a l'azot el nom

de radical nítric, perquè aquesta substància és també la base de l'àlcali volàtil o amoníac, segons ha descobert M. Berthollet. Continuarem, doncs, designant amb el nom d'azot a la base de la part no respirable de l'aire atmosfèric, que és al mateix temps el radical nítric i el radical amoníac, i conservarem igualment el nom de nitrós i de nítric a l'àcid procedent del nitre. Molts químics de gran autoritat han desaprovat la nostra condescendència per les denominacions antigues; haurien preferit que únicament haguessim endreçat nostres esforços vers el perfeccionament de la nomenclatura, que haguessim reconstruït de dalt a baix l'edifici del llenguatge químic, sense preocupar-nos en posar-lo d'acord amb costums antigues, qual record serà esborrat insensiblement pel temps, i aixís és que ens hem trobat exposats simultàneament a la crítica i a les queixes dels dos partits oposats.

L'àcid del nitre és susceptible de presentar-se en un gran nombre d'estats que depenen del grau d'oxidació que ha sofert, és a dir, de la proporció d'azot i d'oxigen que entra en sa composició. Un primer grau d'oxidació de l'azot constitueix un gas particular que nosaltres continuarem designant amb el nom de gas nitrós; està compost aproximadament de dues parts en pes d'oxigen i d'una d'azot, i en aquest estat no és miscible amb l'aigua. En aquest gas manca molt per a que l'azot estigui saturat d'oxigen; al contrari, li queda una gran afinitat per a aquest principi, i l'atreu amb tal activitat que fins el pren a l'aire de l'atmòsfera desseguida que està en contacte amb ell. La combinació de gas nitrós amb l'aire de l'atmòsfera, fins és un dels medis que hom utilitza per a determinar la quantitat d'oxigen continguda en aquest darrer i per a jutjar del seu grau de salubritat. Aquesta adició d'oxigen converteix el gas nitrós en un àcid poderós, que té una gran afinitat amb l'aigua i que és sus-

ceptible de diferents graus d'oxigenació. Si les quantitats relatives d'oxigen i d'azot estan per sota de tres parts per una, l'àcid és vermell i fumant; en aquest estat l'anomenarem àcid nítrós; escalfant-lo lleugerament hom pot despendre'n gas nítrós. Quatre parts d'oxigen amb una d'azot donen un àcid blanc i incolor, més fixe al foc que el precedent, amb menys olor, i quals dos principis constitutius estan combinats més sòlidament; segons els principis abans exposats, li hem donat el nom d'àcid nítric.

L'àcid nítric és, per consegüent, l'àcid del nitre sobre-carregat d'oxigen; l'àcid nítrós és l'àcid del nitre sobre-carregat d'azot, o lo que és igual, de gas nítrós; en fi, el gas nítrós és l'azot que encara no està prou saturat d'oxigen per a arribar a tenir les propietats dels àcids. Es lo que més endavant anomenarem un òxid.

CAPITOL VII

DE LA DESCOMPOSICIÓ DEL GAS OXIGEN PELS METALLS
I DE LA FORMACIÓ DELS ÒXIDS METÀLICS

Quan hom escalfa les substàncies orgàniques a un cert grau de temperatura, l'oxigen té més afinitat amb elles que amb el calòric; per consegüent, totes les substàncies metàl·liques, a excepció de l'or, l'argent i el platí, tenen la propietat de descompondre l'oxigen, d'apoderar-se de sa base i de despendre'n el calòric. Hom ha vist abans la manera de fer la descomposició del aire pel mercuri i pel ferro; hom ha pogut observar que la primera sols podia ésser considerada com una combustió lenta, i que la segona, al contrari, era molt ràpida i anava acompanyada d'una flama brillant. Si en aquestes operacions és necessari un cert grau de calor, és per a separar unes d'altres les molècules del metall i disminuir llur afinitat d'agregació, o lo que és igual, l'atracció que exerceixen les unes sobre les altres.

Les substàncies metàl·liques augmenten de pes durant llur calcinació, a proporció de l'oxigen que absorbeixen; al mateix temps perden llur esclat metàl·lic i es redueixen a pols terrosa. Els metalls, en aquest estat, no han d'ésser considerats com completament saturats d'oxigen, ja que llur acció sobre aquest principi està equilibrada per la força d'atracció que sobre d'ell exerceix el calòric. En la calcinació dels metalls, l'oxigen

obeeix, doncs, realment a dues forces: a l'exercida pel calòric i a l'exercida pel metall; la tendència que té a unir-se a aquest darrer, és sols en raó de la diferència d'aquestes dues forces, de l'excés de la una sobre l'altra, i aquest excés, en general, no és pas molt considerable. Endemés, al oxigenar-se les substàncies metàliques en l'aire o en el gas oxigen, no es converteixen en àcids, com el sofre, el fòsfor i el carbó; es formen substàncies intermitges que comencen a acostar-se a l'estat salí, però que encara no han adquirit totes les propietats salines. Els antics donaren el nom de calç no solament als metalls que han arribat a aquest estat, sinó també a tota substància que havia sigut exposada molt temps a l'acció del foc sense fondre's. Del mot *calç* en feren, per tant, un nom genèric, i varen confondre dins d'aquesta denominació la pedra calcària, que de sal neutra que era abans de la calcinació es converteix al foc en un àlcali terrós perdent a la vegada la meitat del seu pes, i els metalls, que per la mateixa operació s'associen una nova substància qual quantitat excedeix a voltes la meitat de llur pes, i que els acosta a l'estat d'àcids. Hauria sigut contrari als nostres principis l'agrupar substàncies tan diferents sota un mateix nom, i, especialment, conservar als metalls una denominació tan pròpia a fer nàixer idees falses. Hem proscrit, per lo tant, l'expressió calçs metàliques, i la hem substituïda per la d'*òxids*, del grec ὀξείδς.

Hom veu, segons això, com és fecon i expressiu el llenguatge que hem adoptat: un primer grau d'oxigenació constitueix els òxids; un segon grau constitueix els àcids acabats en *ós*, com l'àcid nítrós, l'àcid sulfurós; un tercer grau constitueix els àcids en *ic*, tals com l'àcid nítric, l'àcid sulfúric; en fi, podem encara expressar un quart grau d'oxigenació de les substàncies, afegint-hi l'epítet d'*oxigenat*, com ja hem admès per l'àcid muriàtic oxigenat.

No ens hem acontentat de designar sota el nom d'*òxids* la combinació del metalls amb l'oxigen; no creiem que sigui cap inconvenient servir-nos-en per a expressar el primer grau d'oxigenació de totes les substàncies, aquell que, sense fer-les àcides, les acosta a l'estat salí. Així direm *òxid de sofre*, al sofre que ha esdevingut tou per un començament de combustió, i anomenarem *òxid de fòsfor*, a la substància groga que deixa el fòsfor quan ha cremat.

De la mateixa manera direm que el gas nitrós, que és el primer grau d'oxidació de l'azot, és un òxid d'azot. En fi, el regne vegetal i el regne animal tindran llurs òxids, i més endavant faré veure la molta llum que aquest nou llenguatge projectarà damunt de totes les operacions de l'art i de la natura.

Quasi tots els òxids metàlics tenen, com ja hem fet observar, colors que els són propis, i aquests colors varien no solament pels diferents metalls, sinó també segons el grau d'oxigenació del mateix metall. Ens hem trobat, doncs, forçats d'afegir a cada òxid dos epítets: un que indiqués el metall oxidat, i l'altre, sa color; així direm òxid negre de ferro, òxid roig de ferro, òxid groc de ferro, i aquestes expressions correspondran a les d'etíop marcial, còlcotar i rovell de ferro o ocre.

Igualment direm òxid gris de plom, òxid groc de plom, òxid roig de plom, i aquestes expressions designaran la cendra de plom, el massicot i el mini.

Aquestes denominacions seran a voltes una mica llargues, especialment quan hom voldrà expressar si el metall ha sigut oxidat a l'aire, si ho ha sigut per detonació amb el nitre, o per l'acció dels àcids, però al menys seran sempre justes, i faran nàixer la idea precisa del objecte que hi correspon.

Les taules annexes a aquesta obra faran això més sensible.

CAPITOL VIII

DEL PRINCIPI RADICAL DE L'AIGUA I DE SA DESCOMPOSICIÓ
PEL CARBÓ I PEL FERRO

Fins en aquests darrers temps, hom havia considerat l'aigua com una substància simple, i els antics no havien tingut cap inconvenient en aplicar-li el nom d'element; per a ells era, sens dubte, una substància elemental perquè no havien arribat a descompondre-la, o al menys perquè les descomposicions de l'aigua que cada dia s'operaven a llur vista havien escapat a llurs observacions, però hom veurà desseguida que l'aigua ja no és un element per a nosaltres. En aquest lloc no donaré la història d'aquest descobriment, que és molt modern i que fins encara és posat en dubte. Per a aquest objecte hom pot consultar les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, any 1781.

M'acontentaré de consignar les principals proves de la descomposició i de la recomposició de l'aigua; jo m'atreveixo a dir, que quan hom voldrà pesar-les bé sense parcialitat, hom les trobarà demostratives.

PRIMERA EXPERIÈNCIA

PREPARACIÓ

Hom pren un tub de vidre *EF* (fig. 12), de vuit a dotze línees de diàmetre, que hom fa passar a través d'un

fornet, donant-li una lleugera inclinació de E a F . A l'extremitat superior E d'aquest tub hom hi ajusta una retorta de vidre A , que conté una quantitat ben coneguda d'aigua destil·lada, i a la seva extremitat F , un serpentí SS' que s'adapta en S' al coll d'un frasc H de dues tubulures; finalment, a l'una de les dues tubulures del frasc, s'hi adapta un tub de vidre torçat KK , destinat a conduir els fluids aeriformes o gasos dins d'un aparell propi per a determinar-ne la qualitat i la quantitat.

Per a assegurar l'èxit d'aquesta experiència, és necessari que el tub $E F$ sigui de vidre vert, ben cuit i difícil de fondre; hom el recobreix, endemés, d'un llot d'argila barrejada amb ciment fet amb objectes de terrissa de gres reduïts a pols, i per a evitar que es doblegui al estovar-se, hom el sosté en sa meitat amb una barra de ferro que atravesa el forn. Els tubs de porcelana són preferibles als de vidre, però és difícil procurar-s'en que no siguin porosos, i quasi sempre hom hi descobreix petits forats que donen pas a l'aire o als vapors.

Un cop disposat tot així, hom encén el foc en el forn $E F C D$, i hom l'entreté de manera que el tub de vidre $E F$ es torni vermell, sense fondre's; al mateix temps hom encén en el fogó $V V X X$ el foc necessari per a que l'aigua de la retorta A bulli sempre.

EFFECTE

A mida que l'aigua de la retorta A es vaporisa per ebullició, omple l'interior del tub $E F$, i en treu l'aire comú que surt pel tub KK ; el gas aquós és condensat desseguida per refredament en el serpentí $S S'$, i l'aigua cau gota a gota en el frasc tubulat H .

Continuant la calefacció fins que s'hagi evaporat tota l'aigua de la retorta A , i deixant escórrer bé totes

les porcions de l'aparell, hom troba en el frasc *H* una quantitat d'aigua rigorosament igual a la que hi havia en la retorta *A*, sense que hi hagi hagut desprendiment de cap gas. Aquesta operació es redueix, doncs, a una senzilla destil·lació ordinària, qual resultat és absolutament el mateix que si l'aigua no hagués sigut portada a l'estat incandescent al atravesar el tub intermediari *EF*.

SEGONA EXPERIÈNCIA

PREPARACIÓ

Hom ho disposa tot com en l'experiència precedent, solament amb la diferència d'introduir en el tub *EF* 28 grans de carbó picat en troços de grandària mitjana i que amb antelació ha sigut exposat molt temps a una calor incandescent en vasos tancats. Com en l'experiència anterior, hom fa bullir l'aigua de la retorta *A* fins a l'evaporació total.

EFFECTE

L'aigua de la retorta *A*, destil·lada en aquesta experiència com en la precedent, es condensa en el serpenti i raja gota a gota dins del frasc *H*; però, a la vegada, es desprèn una quantitat considerable de gas que s'escapa pel tub *KK*, i que hom recull en un aparell convenient.

Acabada l'operació, en el tub *EF* hom no troba més que alguns àtoms de cendra: els 28 grans de carbó han desaparegut totalment.

Els gasos que s'han després, examinats cuidadosament, resulten pesar en conjunt ⁽¹⁾ 113 grans $\frac{7}{10}$: n'hi

(1) En la darrera part d'aquesta obra, hom trobarà el detall dels procediments que hom utilitza per a separar les diferents espècies de gasos i per a pesar-los.

ha de dues classes, és a dir: 14 polzades cúbiques de gas àcid carbònic que pesen 100 grans, i 380 polzades cúbiques d'un gas extremadament lleuger, que pesa 13 grans $\frac{7}{10}$ i que s'encén al acostar un cos inflammat, quan està en contacte amb l'aire. Si hom comprova el pes de l'aigua que ha passat dins del frasc, hom el troba disminuït de 85 grans $\frac{7}{10}$.

Aixís, en aquesta experiència, 85 grans $\frac{7}{10}$ d'aigua més 28 grans de carbó, han donat 100 grans d'àcid carbònic més 13 grans $\frac{7}{10}$ d'un gas particular, susceptible d'inflamar-se.

Ja he fet veure abans, que per a formar 100 grans 'de gas àcid carbònic calia unir 72 grans d'oxigen amb 28 grans de carbó; el 28 grans de carbó colocats en el tub de vidre han pres, doncs, a l'aigua, 72 grans d'oxigen. 85 grans $\frac{7}{10}$ d'aigua estan compostats, per lo tant, de 72 grans d'oxigen i de 13 grans $\frac{7}{10}$ d'un gas susceptible d'inflamar-se. Hom veurà aviat, que hom no pot pas suposar que aquest gas no hagi sigut després del carbó, i que, per consegüent, sigui un producte de l'aigua.

En l'exposició d'aquesta experiència he suprimit alguns detalls que no haurien servit més que per a complicar-la i omplir d'obscuritat les idees dels llegidors. El gas inflamable, per exemple, disol una mica de carbó, i aquesta circumstància augmenta el seu pes i disminueix, al contrari, l'àcid carbònic; l'alteració que d'això resulta en les quantitats no és pas molt considerable, però jo m'he cregut en el deure de corregir-la per càlcul i presentar l'experiència en tota sa simplicitat, com si aquesta circumstància no tingués lloc. En tot cas, si encara que-

daven alguns dubtes sobre la veritat de les conseqüències que dedueixo d'aquesta experiència, ben aviat serien esvaïts per les altres experiències que citaré en son apoi.

TERCERA EXPERIÈNCIA

PREPARACIÓ

Hom disposa tot l'aparell com en l'experiència precedent, amb la sola diferència de que en lloc dels 28 grans de carbó, hom posa en el tub *E F* (fig. 12), 274 grans de petites làmines de ferro molt dolç, enrotllades en espiral. Hom fa enrogir el tub com en les anteriors experiències; hom encén el foc sota de la retorta *A*, i hom procura que l'aigua que conté bulli sempre fins que s'hagi evaporat per complet, hagi passat en totalitat pel tub *E F* i s'hagi condensat dins del frasc *H*.

EFFECTE

En aquesta experiència no es desprèn gens de gas àcid carbònic, sinó solament un gas inflamable, tretze vegades més lleuger que l'aire de l'atmosfera; el pes total que hom n'obté és de 15 grans, i el seu volum és d'unes 416 polzades cúbiques. Si hom compara la quantitat d'aigua primitivament empleada amb la que resta en el frasc *H*, hom troba un dèficit de 100 grans. Per altra banda, els 274 grans de ferro continguts en el tub *E F*, pesen 85 grans de més que quan hi han sigut introduïts, i llur volum ha augmentat considerablement. Aquest ferro quasi ja no és atret per l'imant, i es dissol sense efervescència en els àcids; en una paraula, es troba en estat d'òxid negre, precisament com aquell que ha sigut cremat en el gas oxigen.

REFLEXIONS

El resultat d'aquesta experiència posa de manifest una verdadera oxidació del ferro per l'aigua, oxidació completament semblant a la que té lloc en l'aire per mitjà de la calor. Han sigut descomposats 100 grans d'aigua: 85 d'oxigen s'han unit al ferro per a convertir-lo en òxid negre, i s'han després 16 grans d'un gas inflamable particular. L'aigua està, doncs, composta d'oxigen i de la base d'un gas inflamable, en la proporció de 85 parts per 15.

Resulta d'això, que l'aigua, endemés de l'oxigen, que és un de sos principis i que li és comú amb moltes altres substàncies, en conté un altre que li és propi, que és son radical constitutiu, i al qual ens hem vist forçats a donar-li un nom. Cap ens ha semblat més convenient que el d'hidrogen, és a dir, «principi generador de l'aigua», de ὕδωρ, *aigua* i de γείνομαι: *jo engendro*. Anomenarem *gas hidrogen* la combinació d'aquest principi amb el calòric, i el mot d'*hidrogen* sol, expressarà la base d'aquest mateix gas, el radical de l'aigua. (1)

Vet'aquí, doncs, un nou cos combustible, és a dir, un cos que té prou afinat amb l'oxigen per a pendre'l al calòric i per a descompondre l'aire o el gas oxigen. Aquest cos combustible té una tal afinat pel calòric, que, a menys que no estigui integrant una combinació, sempre es troba en estat aeriforme o de gas, al grau habitual de pressió i de temperatura a què vivim. En

(1) Hom ha criticat, fins amb bastant mala intenció, aquesta expressió *hidrogen*, perquè hom ha pretès que significava fill de l'aigua i no el que engendra l'aigua. Això no vé d'aquí si l'expressió és tant justa en un sentit com en l'altre. Les experiències consignades en aquest capítol, proven que l'aigua, al descomposar-se, dóna naixença al hidrogen, i sobretot que l'hidrogen dóna naixença a l'aigua combinant-se amb l'oxigen. Hom pot dir, doncs, indistintament, que l'aigua engendra l'hidrogen, i que l'hidrogen engendra l'aigua.

aquest estat de gas, és aproximadament tretze vegades més lleuger que l'aire de l'atmosfera; no és gens absorbible per l'aigua, però és susceptible de disoldre'n una petita quantitat; en fi, no pot servir per a la respiració dels animals.

No essent la propietat de cremar i d'inflamar-se en aquest gas, com en tots els altres combustibles, més que la propietat de descompondre l'aire i de pendre l'oxigen al càlbric, hom concebeix que sols pot cremar en contacte de l'aire o del gas oxigen. Aixís, quan hom omple una botella amb aquest gas i hom l'encén, crema tranquilament en el coll de la botella i després en son interior a mida que l'aire exterior hi penetra, però la combustió és successiva i lenta: sols té lloc en la superfície on s'opera el contacte dels dos gasos abans d'encendre'ls; si, per exemple, després d'haver introduït en una botella de coll estret una part de gas oxigen i dues de gas hidrogen, hom acosta a la seva boca un cos inflammat, com una espelma o un troç de paper encesos, la combustió dels dos gasos es fa d'una manera instantània i amb una forta explosió. Aquesta experiència sols deu ésser feta en una botella de vidre vert, molt forta, que no tingui més d'una pinta de capacitat, i que, per a més precaució, hom embolica amb un drap; altrament, hom s'exposaria a accidents funestos per la ruptura de la botella, quals fragments podrien ésser llençats a grans distàncies.

Si tot lo que he exposat fins ara referent a la descomposició de l'aigua és exacte i cert, si realment aquesta substància està composada, com he probat de demostrar, d'un principi que li és propi, l'hidrogen, combinat amb oxigen, s'en desprèn que reunint aquests dos principis hom ha de poguer tornar a fer aigua; això és lo que efectivament passa, segons hom va a veure per l'experiència següent.

QUARTA EXPERIÈNCIA — RECOMPOSICIÓ DE L'AIGUA

PREPARACIÓ

Hom pren un matraç *A* de cristall (fig. 13) i de coll ample, qual capacitat sigui aproximadament de trenta pintes, i hom hi mastica una placa de coure *BC*, atravesada per quatre forats pels que passen quatre tubs. El primer, *Hh*, està destinat a adaptar-se per sa extremitat *h* a una bomba neumàtica per mitjà de la qual hom pot fer el buit en el matraç. Un segon tub, *gg*, comunica per son extrem *MM* amb un recipient ple d'oxigen, i està destinat a conduir-lo al matraç. Un tercer *dDd'*, comunica per sa extremitat *dNN* amb un dipòsit de gas hidrogen; l'extremitat *d'* d'aquest tub s'acaba amb una obertura molt petita, per on gairebé no pot passar una agulla molt fina. Per aquesta petita obertura és que ha de sortir el gas hidrogen contingut en el dipòsit, i a fi de que tingui una velocitat suficient, hom ha de sotmetre'l a una pressió de una a dues polzades d'aigua. En fi, la platina *BC* està atravesada per un gran forat que porta un tub de vidre masticat, per dintre del qual passa un fil de metall *GL* en qual extrem *L* hi ha adaptada una petita bola, a fi de poguer fer saltar una guspira elèctrica de *L* a *d'*, per a encendre, com desseguida hom veurà, el gas hidrogen. El fil de metall *GL* es mòbil per dins del tub de vidre, a l'objecte de poguer allunyar la bola *L* de l'extremitat *d'* de la peça *Dd'*. Els tres tubs *dDd'*, *gg* i *Hh* estan tots proveïts de llur aixeta.

Per a que el gas hidrogen i el gas oxigen arribin ben secs pels tubs respectius que deuen conduir-los al matraç *A* i que estiguin privats d'aigua tant com sigui possible, hom els fa passar pels tubs *MM*, *NN*, d'una polzada aproximadament de diàmetre, plens d'una sal molt delicuescent, és a dir, que atregui la humitat de

l'aire amb molta avidesa, com l'acetit de potassa, el muriat o el nitrat de calç (Vegi's quina és la composició d'aquestes sals en la segona part d'aquesta obra). Aquestes sals deuen ésser en pols grollera, a fi de que no puguin formar una sola massa i que el gas passi fàcilment a través els intersticis que deixen els troços.

Hom deu haver-se procurat amb antelació una provisió suficient de gas oxigen ben pur, i, per a assegurar-se de que no conté gens d'àcid carbònic, hom l'ha de deixar molt temps en contacte de potassa disolta en aigua i privada del seu àcid carbònic per medi de la calç; més endavant, hom donarà alguns detalls sobre els mitjans d'obtenir aquest àlcali.

Amb el mateix compte hom prepara un volum doble de gas hidrogen. El procediment més segur per a obtenir-lo sense barreja és el de descompondre l'aigua pel ferro ben dúctil i ben pur.

Un cop preparats aixís aquests dos gasos, hom adapta la bomba neumàtica al tub *Hh* i hom fa el buit en el gran matraç *A*; hom introdueix desseguida l'un o l'altre dels dos gasos, però de preferència l'oxigen, pel tub *gg*, i després hom obliga al gas hidrogen a entrar, per un cert grau de pressió, en el mateix matraç pel tub *d D d'*, qual extremitat *d'* acaba en punta. Finalment, hom encén aquest gas per medi d'una guspira elèctrica. Deixant-hi entrar de l'un o de l'altre dels dos gasos, hom arriba a mantenir la combustió durant molt temps. En un altre lloc ja he donat la descripció dels aparells que he fet servir per a aquesta experiència, i he explicat com hom arriba a mesurar, amb una exactitut rigorosa, les quantitats de gas consumides. (Vegi's la tercera part d'aquesta obra.)

EFECTE

A mida que la combustió s'opera, es deposita aigua damunt les parets interiors del matraç; la quantitat

d'aquesta aigua augmenta poc a poc, reunint-se en gotes grosses, que rellisquen i es reuneixen en el fons del recipient.

Pesant el matraç abans i després de l'operació, és fàcil de conèixer la quantitat d'aigua que s'ha reunit aixís. En aquesta experiència hom té, doncs, una doble comprovació: d'una banda, el pes dels gasos; de l'altra, el de l'aigua formada, i aquestes dues quantitats han d'ésser iguals. Per una experiència d'aquest gènere és que M. Meusnier i jo hem reconegut que calien 85 parts en pes d'oxigen, i 15 parts, també en pes, d'hidrogen per a compondre 100 parts d'aigua. Aquesta experiència, que encara no ha sigut publicada, va ésser feta en presència d'una nombrosa comissió de l'Acadèmia; nosaltres vàrem adoptar les precaucions més escrupoloses, i tenim dret a creure-la exacta amb un error màxim d'un dos-centsau.

Aixís, tant si hom opera per via de descomposició com de recomposició, hom pot considerar com constant i tant ben provat com hom pugui fer-ho en química i en física, que l'aigua no és una substància simple, sinó que està composta de dos principis: l'oxigen i l'hidrogen, i que aquests dos principis, separats l'un de l'altre, tenen tanta afinitat amb el calòric, que sols poden existir en forma de gas, al grau de temperatura i de pressió a que vivim.

Aquest fenòmen de la descomposició i de la recomposició de l'aigua s'opera continuament a la nostra vista, a la temperatura de l'atmosfera i per efecte de les afinitats compostades. Es a aquesta descomposició que es deuen, al menys fins a un cert punt, com aviat veurem, els fenòmens de la fermentació espirитуosa, de la putrefacció i fins de la vegetació. És força extraordinari que fins ara hagi escapat als ulls atents dels físics i dels químics, i hom en deu concloure que en les ciències,

com en la moral, és difícil vèncer els prejudicis amb els quals hem sigut imbuïts originàriament, i seguir un altre camí que aquell en el qual hom s'ha acostumat a caminar.

Acabaré aquest article amb una experiència molt menys concluent que les consignades fins ara, però que no obstant, m'ha semblat que feia més impressió que qualsevol altra sobre un gran nombre de persones. Si hom crema 1 lliura o 16 unces d'esperit de vi o alcohol en un aparell propi per a recollir tota l'aigua que es desprengui durant la combustió, hom n'obté de 17 a 18 unces. ⁽¹⁾ Com que qualsevol matèria no pot mai produir en una experiència res que sobrepassi la totalitat del seu pes, cal, doncs, que al esperit de vi se li afegixi una altre substància durant la combustió; ja he fet veure que aquesta altra substància era la base de l'aire, l'oxigen. L'esperit de vi, conté, doncs, un dels principis de l'aigua, l'*hidrogen*, i és l'aire de l'atmòsfera qui proporciona l'altre, *oxigen*; això és una nova prova de que l'aigua és una substància composta.

(1) Vegi's la descripció d'aquest aparell en la tercera part d'aquesta obra.

CAPITOL IX

DE LA QUANTITAT DE CALÒRIC QUE ES DESPRÈN EN LES
DIFERENTS ESPÈCIES DE COMBUSTIÓ

Ja hem vist que fent una combustió qualsevol en una esfera buida de glaç, i afegint'hi aire al zero del termòmetre per a mantenir-la, la quantitat de glaç que hi hauria en l'interior de l'esfera donaria una mida, sinó absoluta, al menys relativa, de les quantitats despreses de calòric. M. de Laplace i jo, hem donat la descripció de l'aparell que hem fet servir en aquest gènere d'experiències. (Vegi's *Mémoires de l'Académie des Sciences*, any 1780, p. 355; vegi's també la tercera part d'aquesta obra). Havent provat de determinar les quantitats de glaç que es fonien per la combustió de tres de les quatre substàncies combustibles simples, és a dir, el fòsfor, el carbone i l'hidrogen, hem obtingut els resultats que segueixen:

Per a la combustió d'una lliura de fòsfor, 100 lliures de glaç.

Per a la combustió d'una lliura de carbone, 96 lliures, 8 unces.

Per a la combustió d'una lliura de gas hidrogen, 295 lliures, 9 unces, 3 1/2 dracmes.

Essent la substància que es forma pel resultat de la combustió del fòsfor, un àcid sòlid, és probable que en

aquest àcid hi quedi molt poc calòric, i que, per consegüent, aquesta combustió proporcioní un mitjà de conèixer amb molta aproximació la quantitat de calòric continguda en el gas oxigen. Però encara que hom volgués suposar que l'àcid fosfòric reté una quantitat considerable de calòric, com que el fòsfor en contenia també una porció abans de cremar-se, l'error no seria més que de la diferència, i per consegüent de poca importància.

Ja he fet veure (p. 40), que una lliura de fòsfor absorbeix al cremar-se, una lliura, vuit unces d'oxigen, i com que al mateix temps es fonen 100 lliures de glaç, resulta que la quantitat de calòric continguda en una lliura de gas oxigen és suficient per a fer fondre 66 lliures, 10 unces, 5 dracmes, 24 grans de glaç.

Una lliura de carbó sols fa fondre, al cremar-se, 96 lliures de glaç, però absorbeix a la vegada 2 lliures, 9 unces, 1 dracma, 10 grans de gas oxigen. Partint dels resultats obtinguts en la combustió del fòsfor, 2 lliures, 9 unces, 1 dracma, 10 grans de gas oxigen, tindrien d'abandonar el calòric suficient per a fondre 171 lliures, 6 unces, 5 dracmes de glaç. En aquesta experiència desapareix, doncs, una quantitat de calòric que hauria sigut suficient per a fer fondre 74 lliures, 14 unces, 5 dracmes de glaç, però com que l'àcid carbònic no és, com el fosfòric, sòlid després de la combustió, sinó que al contrari, es troba en estat gaseós, ha sigut forçosament necessària una certa quantitat de calòric per a portar-lo a aquest estat, i és aquesta quantitat la que hom troba a faltar en la combustió precedent. Dividint-la pel nombre de lliures d'àcid carbònic que es formen per la combustió d'una lliura de carbó, hom troba que la quantitat de calòric necessària per a portar una lliura d'àcid carbònic des de l'estat sòlid a l'estat gaseós, faria fondre 20 lliures, 15 unces, 5 dracmes de glaç.

Hom pot fer un càlcul semblant en la combustió de l'hidrogen i en la formació de l'aigua; una lliura d'aquest fluid elàstic absorbeix, al cremar-se, 5 lliures, 10 unces, 5 dracmes, 24 grans d'oxigen, i fa fondre 295 lliures, 2 unces, 3 $\frac{1}{2}$ dracmes de glaç.

	<u>Lliures</u>	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>
Al passar de l'estat aeriforme a l'estat sòlid 5 lliures, 10 unces, 5 dracmes, 24 grans de gas oxigen, perderien, segons els resultats obtinguts per al calòric del fòsfor, el calòric suficient per a fer fondre una quantitat de glaç igual a	377	12	3
En la combustió del gas hidrogen sols s'en desprenen	295	2	3 $\frac{1}{2}$
En l'aigua que es forma quan es troba al zero del termòmetre, no en queden, doncs, més que	82	9	7 $\frac{1}{2}$

Com que en la combustió d'una lliura de gas hidrogen es formen 6 lliures, 10 unces, 5 dracmes, 24 grans d'aigua, resulta que en cada lliura d'aigua hi queda, al zero del termòmetre, una quantitat de calòric igual a la necessària per a fondre 12 lliures, 5 unces, 2 dracmes, 48 grans de glaç, sense parlar de la continguda en el gas hidrogen, que és impossible de tenir en compte en aquesta experiència, perquè no'n sabem pas la quantitat. Hom desprèn d'això que l'aigua, fins a l'estat de glaç, conté encara molt calòric, i que l'oxigen en conserva una quantitat molt considerable al passar a constituir aquesta combinació.

Els resultats d'aquestes diverses temptatives poden ésser resumits com segueix:

COMBUSTIÓ DEL FÒSFOR

	<u>Lliures</u>	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>	<u>Grans</u>
Quantitat de fòsfor cremat	1	—	—	—
Quantitat de gas oxigen necessari per a la combustió	1	8	—	—
Quantitat d'àcid fosfòric obtingut.	<u>2</u>	<u>8</u>	<u>—</u>	<u>—</u>

Quantitat de calòric després per la combustió d'una lliura de fòsfor, expressada per la quantitat de lliures de glaç que pot fondre	100,00000
Quantitat de calòric després de cada lliura de gas oxigen en la combustió del fòsfor.	66,66667
Quantitat de calòric que es desprèn en la formació d'una lliura d'àcid fosfòric	40,00000
Quantitat de calòric restant en cada lliura d'àcid fosfòric	0,00000

Hom suposa aquí que l'àcid fosfòric no conserva cap porció de calòric, lo que rigorosament no és cert; però, com ja hom ha observat abans, la quantitat és probablement molt petita, i tant sols hom la suposa nula per manca de poder evaluar-la.

COMBUSTIÓ DEL CARBÓ

	<u>Lliures</u>	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>	<u>Grans</u>
Quantitat de carbó cremada	1	—	—	—
Quantitat de gas oxigen absorbit durant la combustió	2	9	1	10
Quantitat d'àcid carbònic format	<u>3</u>	<u>9</u>	<u>1</u>	<u>10</u>

Quantitat de calòric després per la combustió d'una lliura de carbó, expressada per la quantitat de lliures de glaç que pot fondre	96,50000
Quantitat de calòric després de cada lliura de gas oxigen	37,52823
Quantitat de calòric que es desprèn en la formació d'una lliura de gas àcid carbònic	27,02024
Quantitat de calòric conservada per una lliura d'oxigen en aquesta combustió	29,13844
Quantitat de calòric necessària per a portar una lliura d'àcid carbònic a l'estat de gas.	20,97960

COMBUSTIÓ DEL GAS HIDROGEN

	Lliures	Unces	Dracm.	Grans
Quantitat de gas hidrogen cremat	1	—	—	—
Quantitat de gas oxigen empleat en la combustió.	5	10	5	24
Quantitat d'aigua formada	6	10	5	24

Quantitat de calòric després per la combustió d'una lliura de gas hidrogen	295,58950
Quantitat de calòric després per cada lliura de gas oxigen	52,16280
Quantitat de calòric que es desprèn durant la formació d'una lliura d'aigua	44,33840
Quantitat de calòric que resta en una lliura d'oxigen en sa combustió amb l'hidrogen	14,50386
Quantitat de calòric que conserva una lliura d'aigua a zero	12,32823

DE LA FORMACIÓ DE L'ÀCID NÍTRIC

Quan hom combina el gas nitrós amb gas oxigen per a formar àcid nítric o nitrós, es produeix una lleugera calor, però aquesta és molt més petita que la que té lloc en les altres combinacions de l'oxigen; d'aquí resulta,

per una conseqüència necessària, que al fixar-se el gas oxigen en l'àcid nítric reté una gran part del calòric que es desprèn durant la reunió dels dos gasos, i fàcilment hom en deduirà desseguida la que queda unida a la combinació. Hom arribaria a obtenir la primera d'aquestes dades fent la combinació del gas nitrós i del gas oxigen en un aparell voltat de glaç; però com que en aquesta combinació es desprèn poc calòric, solament hom arribaria a determinar-ne la quantitat operant molt en gran amb aparells molestos i complicats; això és lo que, fins ara, ens ha impedit provar-ho a M. de Laplace i a mi. Mentrestant, hom pot suplir aquesta experiència per càlculs, que no poden allunyar-se molt de la veritat.

M. de Laplace i jo hem fet detonar en un aparell de glaç una quantitat convenient de nitre i de carbó, i hem observat que una lliura de nitre podia fondre, al detonar aixís, 12 lliures de glaç.

Però una lliura de nitre, com hom veurà més endavant, conté:

	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>	<u>Grans</u>	<u>Grans</u>
Potassa	7	6	51,84	=4515,84
Acid sec.	8	1	20,16	=4700,16

I les 8 unces, 1 dracma, 20,16 grans d'àcid estan compostades per:

	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>	<u>Grans</u>	<u>Grans</u>
Oxigen	6	3	66,34	=3738,34
Mofeta	1	5	25,82	= 961,82

En aquesta operació hom ha cremat, doncs, en realitat, 2 dracmes, 1 $\frac{1}{2}$ gra de carbó per mitjà de 3738, 34 grans, o 6 unces, 3 dracmes, 66,34 grans, d'oxigen, i com que la

quantitat de glaç fosa en aquesta combustió havia sigut de 12 lliures, s'en desprèn que una lliura de gas oxigen cremat de la ma- teixa manera en fondria	29,58320
Afegint-hi la quantitat de calòric que conserva una lliura d'oxigen en sa combinació amb el carbó per a constituir l'àcid carbònic en l'estat de gas, que segons hom ha vist abans és de	<u>29,13844</u>
hom té com a quantitat total de calòric con- tingut en una lliura d'oxigen quan aquest es troba combinat en l'àcid nítric	<u>58,72164</u>
Hom ha vist, pel resultat de la combustió del fòsfor, que en l'estat de gas oxigen en conté al menys.	<u>.66,66667</u>
Combinant-se amb l'azot per a formar àcid nítric, no en perd, doncs, més que	<u>7.94502</u>

Experiències posteriors ensenyaran si aquest resultat, deduït pel càlcul, està d'acord amb operacions més directes.

Aquesta enorme quantitat de calòric que l'oxigen porta amb ell en l'àcid nítric, explica perquè en totes les detonacions del nitre, o millor dit, en totes les ocasions en què l'àcid nítric es descompon, hi ha un desprendiment tant gran de calòric.

COMBUSTIÓ D'UNA CANDELA

Després d'haver examinat alguns cassos de combustions sencilles, vaig a donar exemples de combustions més complexes; començaré per la cera.

Una lliura d'aquesta substància que cremi tranquil·lament en l'aparell de glaç destinat a mesurar les quanti-

tats de calòric, fon 133 lliures, 2 unces, 5 $\frac{1}{3}$ dracmes de glaç.

Però una lliura de candela, segons les experiències que jo he comunicat, *Mémoires de l'Académie*, any 1784, p. 606, conté:

	Unces	Dracm.	Grans
Carbó	13	1	23
Hidrogen	2	6	49
<u>Lliures de glaç</u>			
Les 13 unces, 1 dracma, 23 grans de carbó, segons les experiències abans detallades, han de fondre			79,39390
Les 2 unces, 6 dracmes, 49 grans d'hidrogen han de fondre			52,37605
Total.			131,76995

Hom veu per aquests resultats, que la quantitat de calòric que es desprèn de la candela que crema és bastant exactament igual a la que hom obtindria cremant separadament un pes de carbó i d'hidrogen igual al que entra en sa combinació. Havent repetit moltes vegades les experiències sobre la combustió de la candela, tinc dret a presumir que són exactes.

COMBUSTIÓ DE L'OLI D'OLIVES

Vàrem tancar en l'aparell ordinari una làmpara que contenia una quantitat ben coneguda d'oli d'olives, i un cop acabada l'experiència, vàrem determinar exactament el pes de l'oli que s'havia consumit i del glaç que havia sigut fos; el resultat va ésser que una lliura d'oli d'olives

podia fondre, al cremar, 148 lliures, 14 unces, 1 dracma de glaç.

Però una lliura d'oli d'olives, segons les experiències que jo he publicat, *Mémoires de l'Académie*, any 1784, i de les quals hom en trobarà un extret en el següent capítol, conté:

	<u>Unces</u>	<u>Dracm.</u>	<u>Grans</u>
Carbó	12	5	5
Hidrogen	3	2	67
			<u>Lliures de glaç</u>
La combustió de 12 unces, 5 dracmes, 5 grans de carbó, sols devia fondre			76,18723
I la de 3 unces, 2 dracmes, 67 grans d'hidrogen			62,15053
Total.			<u>138,33776</u>
Se n'han fos			<u>148,88330</u>
El desprendiment de calòric ha sigut més considerable de lo que devia, en una quantitat equivalent a			<u>10,54554</u>

Aquesta quantitat, que per lo demás no és molt considerable, pot procedir d'errors inevitables en les experiències d'aquest gènere o de que la composició de l'oli encara no està prou rigorosament coneguda. De tots modes, sempre en resulta que hi ha molta concordància en la marxa de les experiències relatives a la combustió i al desprendiment de calòric.

Lo que hi ha encara per fer, i és de lo que ara ens ocupem, és determinar quant calòric conserva l'oxigen en sa combinació amb els metalls per a convertir-los en òxids; quant en conté l'hidrògen en els diferents estats en què pot existir; en fi, conèixer d'una manera més exacta

la quantitat de calòric que es desprèn en la formació de l'aigua. En aquesta determinació ens queda encara una incertitud bastant grossa que és necessari eliminar amb noves experiències. Un cop ben coneguts aquests diferents punts, i nosaltres esperem que ho seran aviat, ens veurem segurament obligats a fer correccions, potser fins bastant considerables, en la major part dels resultats que acabo d'exposar; però jo no he cregut que això fos una raó per a diferir l'ajudar als que puguin proposar-se treballar sobre el mateix tema. Quan hom busca els elements d'una ciència nova, és difícil no començar per aproximacions, i és rar que sigui possible portar-la, des del primer moment, al seu estat de perfecció.

CAPITOL X

DE LA COMBINACIÓ DE LES SUBSTÀNCIES COMBUSTIBLES
UNES AMB ALTRES

Essent en general les substàncies combustibles les que tenen una gran avidesa per l'oxigen, s'en desprèn que també han de tenir afinitat entre elles, que deuen tenir tendència a combinar-se unes amb altres: *quae sunt eadem uni tertio sunt eadem inter se*; i això és, en efecte, lo que hom observa. Quasi tots els metalls, per exemple, són susceptibles de combinar-se uns amb altres, donant lloc a una classe de compostos anomenats *aliatges* en el llenguatge corrent. No hi ha res que s'oposi a que adoptem aquesta expressió; així direm que la major part de metalls s'alien uns amb altres; que els aliatges, com totes les combinacions, són susceptibles d'un o de varis graus de saturació; que les substàncies metàliques en aquest estat, són generalment més trencadices que els metalls purs, sobretot quan els metalls aliats són molt diferents en llur grau de fusibilitat; en fi, afegirem que és a aquesta diferència dels graus de fusibilitat dels metalls que es deuen una part dels fenòmens particulars que presenten els aliatges, com per exemple la propietat que tenen algunes classes de ferro d'ésser trencadices en calent. Aquests ferros han d'ésser considerats com un aliatge de ferro pur, metall quasi infusible, amb una petita

quantitat d'un altre metall, sigui el que sigui, que es liquidi a un calor molt més moderat. Mentres un aliatge d'aquesta mena és fret i els dos metalls romanen en estat sòlid, pot ésser maleable; però si hom l'escalfa a un grau suficient per a liquidar el metall més fusible dels dos, les porcions líquides interposades entre les sòlides deuen rompre la solució de continuïtat, i el ferro esdevé tren-cadiç.

Respecte als aliatges del mercuri amb els metalls, hom acostuma a designar-los amb el nom d'*amalgames*, i tampoc hem vist cap inconvenient en conservar aquesta denominació.

El sofre, el fòsfor i el carbó, també són susceptibles de combinar-se amb els metalls; les combinacions del sofre han sigut designades, en general, amb el nom de *pirites*; les altres no han sigut anomenades, o al menys, han rebut denominacions tant modernes, que res s'oposa a que siguin canviades.

A les primeres d'aquestes combinacions els hem donat el nom de *sulfurs*, a les segones el de *fosfurs*, i finalment, a les terceres el de *carburs*.

Aixís, el sofre, el fòsfor i el carbó oxigenats, formen òxids o àcids; però quan entren en combinacions sense haver-se oxigenat amb anterioritat, formen sulfurs, fosfurs i carburs. Aquestes denominacions les extendrem a les combinacions alcalines: aixís designarem amb el nom de *sulfur de potassa*, la combinació del sofre amb la potassa o àlcali fixe vegetal, i amb el nom de *sulfur d'amoniac*, la combinació del sofre amb l'àlcali volàtil o amoniac.

L'hidrogen, aquesta substància eminentment combustible, també és susceptible de combinar-se amb gran nombre de substàncies combustibles. En l'estat de gas, disol el carbone, el sofre, el fòsfor i molts metalls. Aquestes combinacions les designarem amb el nom de

gas hidrogen carbonat, de *gas hidrogen sulfurat*, de *gas hidrogen fosforat*. El segon d'aquests gasos, el gas hidrogen sulfurat, és el que els químics han designat amb el nom de *gas hepàtic*, i que M. Scheele ha denominat *gas pudent del sofre*; és a ell a qui deuen llurs virtuts algunes aigües minerals, i és la seva emanació que és causa principal de l'olor infecte de les dejeccions animals. Respecte al gas hidrogen fosforat, és notable per la propietat que té d'inflamar-se espontàniament quan es troba en contacte de l'aire o, encara millor, del gas oxigen, segons ha descobert M. Gengembre. Aquest gas té olor de peix podrit, i en efecte, és probable que s'exhali un veritable gas hidrogen fosforat de la carn dels peixos en putrefacció.

Quan l'hidrogen i el carbone s'uneixen sense que l'hidrogen hagi sigut convertit en gas pel calòric, en resulta una combinació particular coneguda amb el nom d'*oli*, i aquest oli és fixe o volàtil segons les proporcions de l'hidrogen i del carbone.

No serà inútil observar aquí, que un dels principals caràcters que distingeixen els olis fixes extrets per expressió dels vegetals, dels olis volàtils o essencials, és que els primers contenen un excés de carbone que s'en separa quan hom els escalfa més amunt del grau de l'aigua bullenta; al contrari, com que els olis volàtils estan formats d'una proporció més justa de carbone i d'hidrogen, no són susceptibles d'ésser descomposats a un grau de calor superior al de l'aigua bullenta; els dos principis que els constitueixen romanen units, es combinen amb el calòric per a formar un gas, i en aquest estat és que els olis passen en la destil·lació.

En una Memòria sobre la combinació de l'esperit de vi i dels olis amb l'oxigen, impresa en el *Recueil de l'Académie*, any 1784, p. 593, jo he donat la demostració de que els olis estaven compostats d'hidrogen i carbone.

Hom hi veurà que al cremar els olis fixes en el gas oxigen, es converteixen en aigua i àcid carbònic, i que aplicant el càlcul a l'experiència, estan compostats de 21 parts d'hidrogen i de 79 de carbone. Les substàncies oleoses sòlides, com la cera, contenen, potser, endemés una mica d'oxigen, al que deuen llur estat sòlid. En aquest moment m'ocupo d'experiències que donaran un gran desenrotllo a tota aquesta teoria.

Es una qüestió molt digna d'ésser examinada el saber si l'hidrogen és susceptible de combinar-se amb el sofre, el fòsfor i fins amb els metalls en estat sòlid. No hi ha res que indiqui *a priori* que aquestes combinacions siguin impossibles, doncs, essent els cossos combustibles, en general, susceptibles de combinar-se uns amb altres, hom no veu pas perquè l'hidrogen té d'exceptuar-s'en. A la vegada, no hi ha encara cap experiència directa que provi la possibilitat o la impossibilitat d'aquesta unió. El ferro i el zinc són, de tots els metalls, aquells en quins hi hauria més dret a sospitar una combinació d'hidrogen, però, al ensems, tenen la propietat de descomposar l'aigua, i com que en les experiències químiques és difícil eliminar els darrers vestigis d'humitat, no és pas fàcil de provar si les petites quantitats de gas hidrogen que hom obté en algunes experiències sobre els metalls, estaven combinades amb ells o si provenen de la descomposició de quelques molècules d'aigua. Lo que hi ha de cert és, que com més amb compte hom va en separar l'aigua en aquest gènere d'experiències, més disminueix la quantitat de gas hidrogen, i que prenent moltes precaucions hom arriba a no tenir-ne sinó quantitats quasi insensibles.

Sigui lo que sigui, tant si el sofre, el fòsfor i els metalls són susceptibles d'absorbir hidrogen com si no ho són, hom pot assegurar al menys que sols s'hi combina en quantitat molt petita, i que aquesta combinació,

lluny d'ésser essencial a llur constitució, solament hom pot considerar-la com una adició estranya que altera llur pureza. Es qüestió de que els que han adoptat aquest sistema demostrin, per experiències decisives, l'existència d'aquest hidrogen, ja que fins al present sols han donat conjectures fonamentades en suposicions.

CAPITOL XI

CONSIDERACIONS SOBRE ELS ÒXIDS I ELS ÀCIDS AMB MOLTES BASES
I SOBRE LA COMPOSICIÓ DE LES MATÈRIES VEGETALS I ANIMALS

En els capítols V i VIII hem examinat quin era el resultat de la combustió i de l'oxigenació de les quatre substàncies combustibles simples: el fòsfor, el sofre, el carbone i l'hidrogen; hem fet veure en el capítol X, que les substàncies combustibles simples són susceptibles de combinar-se unes amb altres per a formar cossos combustibles compostos, i hem fet notar que els olis en general, principalment els olis fixes dels vegetals, pertanyien a aquesta classe, i que tots estaven compostats d'hidrogen i carbone. Em resta per a tractar en aquest capítol, de l'oxigenació dels cossos combustibles compostats, i fer veure que hi ha àcids i òxids de base doble o triple, dels que la natura ens en dona exemples a cada pas; és principalment per aquest gènere de combinacions que ella ha arribat a formar, amb un nombre tan petit d'elements o cossos simples, una varietat de resultats tan gran.

Hom havia observat molt antigament, que barrejant àcid muriàtic i àcid nítric, en resultava un àcid mixte que tenia propietats molt diferents de les dels dos àcids de que estava compostat. Aquest àcid ha sigut cèlebre per la propietat que té de disoldre l'or, *el rei dels metalls*

en el llenguatge alquímic, i d'aquí ve que li hagi sigut donat el nom brillant d'*aigua règia*. Aquest àcid mixte, com ha demostrat molt bé M. Berthollet, té propietats particulars que depenen de l'acció combinada de les seves dues bases acidificables, i per aquesta causa hem cregut que deviem buscar-li un nom particular. El d'*àcid nitro-muriàtic* ens ha semblat el més convenient, perquè expressa la naturalesa de les dues substàncies que entren en sa composició.

Però aquest fenòmen, que sols ha sigut observat en l'àcid nitro-muriàtic, es presenta contínuament en el regne vegetal; és sumament rar el trobar-hi un àcid simple, és a dir, que no més estigui constituït per una base acidificable. Tots els àcids d'aquest regne tenen per base l'hidrogen i el carbone, devegades l'hidrogen, el carbone i el fòsfor, combinat el conjunt amb una proporció més o menys considerable d'oxigen. El regne vegetal té també òxids formats de les mateixes bases dobles i triples, però menys oxigenades.

Els àcids i els òxids del regne animal són encara més compostos; en la combinació de la major part d'ells hi entren quatre bases acidificables: l'hidrogen, el carbone, el fòsfor i l'azot.

No m'estendré molt aquí sobre aquesta matèria, de la qual no fa pas gaire temps que en tinc idees clares i metòdiques; en les memòries que preparo per a l'Acadèmia la tractaré més a fons. La major part de les experiències ja estan fetes, però tinc de repetir-les moltes vegades per a poguer donar resultats exactes en les quantitats. Em contentaré, per lo tant, de fer una enumeració curta dels òxids i àcids vegetals i animals, i acabar aquest article amb quelques reflexions sobre la constitució vegetal i animal.

Els òxids vegetals de dues bases són: el sucre, les diferents espècies de goma que hem reunit amb el nom

genèric de *mucosos*, i el midó. Aquestes tres substàncies tenen per radical l'hidrogen i el carbone combinats mútuament, formant una sola base i convertits en òxid per una certa quantitat d'oxigen; sols es diferencien per la proporció dels principis que componen la base. Hom pot fer-los passar de l'estat d'òxid al d'àcid, combinant-los amb una nova quantitat d'oxigen; hom forma aixís, segons el grau d'oxigenació i la proporció d'hidrogen i carbone, els diferents àcids vegetals.

Per a aplicar a la nomenclatura dels àcids i dels òxids vegetals els principis que abans hem establert per als òxids i àcids minerals, hom no ha de fer més que donar-los noms relatius a la naturalesa de les dues substàncies que componen llur base. Els òxids i els àcids vegetals serien aleshores òxids i àcids hidro-carbonosos; endemés, amb aquest mètode hom tindria l'aventatge de poguer indicar sense perífrasi quin és el principi que hi ha en excés, com ja ho havia imaginat M. Rouelle per als extrets vegetals, qui anomenava *extracto-resinós* a aquell on dominava l'extret, i *resino-extractiu*, al que contenia més resina.

Partint dels mateixos principis i variant les terminacions per a donar encara més extensió a aquest llenguatge, hom tindria per a designar els àcids i els òxids vegetals, les denominacions següents:

Oxid hidro-carbonós.

Oxid hidro-carbònic.

Oxid carbono-hidrós.

Oxid carbono-hídric.

Acid hidro-carbonós.

Acid hidro-carbònic.

Acid hidro-carbònic oxigenat.

Acid carbonohidrós.

Acid carbonohídric.

Acid carbonohídric oxigenat.

Es probable que aquesta varietat d'expressió serà suficient per a indicar totes les varietats que ens presenta la natura, i que a mida que els àcids vegetals seran ben coneguts, s'incluiran naturalment i com si diguessim per ells mateixos, en el quadre que acabem de presentar. Però ens manca molt per a arribar a l'estat de fer una classificació metòdica d'aquestes substàncies; sabem quins són els principis que les componen, i d'això no en tinc cap dubte, però n'ignorem les proporcions. Aquestes consideracions ens han determinat a conservar provisionalment els noms antics, i encara ara que he avençat una mica més en aquests treballs, comparant-ho amb l'època en que va aparèixer el nostre assaig de nomenclatura, em sabria greu treure conseqüències massa atrevides d'experiències que encara no són prou exactes; no obstant, tot i convenir en que aquesta part de la química queda endarrerida, puc afegir l'esperança de que aviat serà coneguda.

Encara em trobo forçat més imperiosament a pendre el mateix partit respecte als òxids i àcids de tres o quatre bases, dels que el regne animal en presenta un gran nombre d'exemples, i que de vegades es troben fins en el regne vegetal. L'azot, per exemple, entra en la composició de l'àcid prússic, on es troba junt amb el carbone i l'hidrogen formant una base triple; també entra igualment, per lo que sembla, en l'àcid gàl·lic. Finalment, quasi tots els àcids animals tenen per base l'azot, el fòsfor, l'hidrogen i el carbone. Una nomenclatura que es proposés expressar a la vegada aquestes quatre bases, seria sens dubte metòdica i tindria l'aventatge d'expressar idees clares i determinades, però aquesta acumulació

de substantius i adjectius grecs i llatins, dels quals els mateixos químics encara no n'han admès l'ús d'un mode general, semblaria constituir un llenguatge bàrbar, tant difícil de recordar com de pronunciar. Endemés, la perfecció de la ciència ha de precedir a la del llenguatge, i encara manca molt per a que aquesta part de la química hagi arribat al punt que un dia ha d'atènyer. Es, doncs, indispensable conservar, al menys temporalment, els noms antics per als àcids i òxids animals. Solament ens hem permès fer-hi algunes lleugeres modificacions; per exemple, acabar en *ós* la denominació d'aquells en els quals suposem que el principi acidificable hi és en excés, i de fer acabar, al contrari, en *ic* el nom d'aquells en els quals tenim raons per a creure que l'oxigen hi és predominant.

Els àcids vegetals que hom coneix, fins al present, són tretze, a saber:

- L'àcid acetós.
- L'àcid acètic.
- L'àcid oxàlic.
- L'àcid tartarós.
- L'àcid piro-tartarós.
- L'àcid cítric.
- L'àcid màlic.
- L'àcid piro-mucós.
- L'àcid piro-lignós.
- L'àcid gàl·lic.
- L'àcid benzoic.
- L'àcid canfòric.
- L'àcid succínic.

Encara que tots aquests àcids estiguin, com ja he dit, principal i casi únicament composts d'hidrogen, de carboni i d'oxigen, no contenen pas, parlant en propietat, ni aigua, ni àcid carbònic, ni oli, sinó tan sols els principis propis per a formar-los. La força d'atracció que recípro-

cament exerceixen l'hidrogen, el carbone i l'oxigen, es troba en aquests àcids en un estat d'equilibri que sols pot existir a la temperatura en què vivim; per poc que hom els escalfi més enllà del grau de l'aigua bullenta, l'equilibri es trenca: l'oxigen i l'hidrogen es reuneixen per a formar aigua, una porció del carbone s'uneix a l'hidrogen per a produir oli, es forma també àcid carbònic per combinació del carbone i l'oxigen, i, finalment, hi ha gairebé sempre una quantitat sobrant de carbó que queda lliure. Això és lo que em proposo desenrotllar una mica més en el capítol següent.

Els òxids del regne animal són encara menys coneguts que els del regne vegetal, i fins llur nombre està encara indeterminat. La part vermella de la sang, la linfa i quasi totes les secrecions són veraders òxids, i és des d'aquest punt de vista que és important estudiar-los.

En quant als àcids animals, el nombre dels actualment coneguts es redueix a sis, i encara és probable que molts d'aquests àcids s'identifiquin uns amb altres, o al menys sols es diferenciïn d'una manera poc sensible. Aquests àcids són:

L'àcid làctic.

L'àcid sacco-làctic.

L'àcid bòmbic.

L'àcid fòrmic.

L'àcid sebàcic.

L'àcid prússic.

No incloc l'àcid fosfòric entre els animals, perquè pertany a tots tres regnes.

La conexió dels principis que constitueixen els àcids i els òxids animals, no és pas més sòlida que la dels àcids i òxids vegetals; un canvi molt lleuger en la temperatura és suficient per a trastornar-la, i això és lo que espero fer més comprensible amb les observacions que consignaré en el capítol següent.

CAPITOL XII

DE LA DESCOMPOSICIÓ DE LES MATÈRIES VEGETALS I ANIMALS
PER L'ACCIÓ DEL FOC

Per a concebre bé lo que passa en la descomposició de les substàncies vegetals pel foc, no solament cal considerar la naturalesa dels principis que entren en llur composició, sinó també les diferents forces d'atracció que les molècules d'aquests principis exerceixen unes sobre les altres, i a la vegada la que el calòric exerceix sobre ells.

Els principis verdaderament constitutius dels vegetals es redueixen a tres, com acabo d'exposar en el capítol anterior: l'hidrogen, l'oxigen i el carbone. Els anomeno *constitutius* perquè son comuns a tots els vegetals, ja que sense ells els vegetals no poden existir, a diferència de les altres substàncies que sols són essencials a la constitució d'un determinat vegetal en particular, però nó de tots els vegetals en general.

D'aquests tres principis, dos, l'hidrogen i l'oxigen, tenen una gran tendència a unir-se al calòric i a convertir-se en gasos, mentres que el carbone, al contrari, és un principi fixe i que té molt poca afinitat amb el calòric.

Per altra banda, l'oxigen, que tendeix amb un grau de força gairebé igual a unir-se amb l'hidrogen o amb

el carbone a la temperatura habitual a què vivim, té a la calor roja més afinitat amb el carbone; l'oxigen abandona, doncs, l'hidrogen a aquesta temperatura, i s'uneix al carbone per a formar àcid carbònic.

Em serviré a voltes d'aquesta expressió *calor roja*, que, encara que no indiqui un grau de calor ben determinat, fa referència sempre a un de molt superior al de l'aigua bullenta.

Encara que estiguem molt allunyats de conèixer el valor de totes aquestes forces i de poguer expressar-ne l'energia per nombres, estem al menys segurs, per lo que passa cada dia a nostra vista, que, per variables que siguin segons el grau de temperatura, o lo que és lo mateix, segons la quantitat de calòric amb que estan combinades, estan quasi bé en equilibri a la temperatura a què vivim; aixís, el vegetals no contenen oli, aigua ni gas carbònic ⁽¹⁾ però contenen els elements de totes aquestes substàncies.

L'hidrogen no està pas combinat ni amb l'oxigen ni amb el carbone, i recíprocament; però les molècules d'aquestes tres substàncies formen una combinació tripla, d'on resulten el repòs i l'equilibri.

Un canvi molt lleuger en la temperatura és suficient per a trabocar tota aquesta bastida de combinacions, si és permès el servir-se d'aquesta expressió. Si la temperatura a què ha sigut exposat el vegetal no excedeix molt de la de l'aigua bullenta, l'hidrogen i l'oxigen es reuneixen i formen aigua que passa en la destil·lació; una

(1) Hom comprèn que no suposo aquí vegetals reduïts a l'estat de dessecació perfecta, i que per lo que respecta al oli, no parlo pas dels vegetals que en produeixen, sigui per expressió en fred o per una calor que no excedeixi la de l'aigua bullenta. Aquí hom parla sols de l'oli empireumàtic que hom obté per destil·lació a foc directe a un grau de foc superior al de l'aigua bullenta. Es sols aquest oli que jo presento com un producte de l'operació. Hom pot veure lo que sobre això he publicat en el volum de l'Acadèmia, any 1786.

porció del hidrogen i del carbone s'uneixen per a formar oli volàtil; altre porció de carbone queda lliure, i com a principi més fixe, roman en la retorta. Però si, en lloc d'una calor propera a la de l'aigua bullenta, hom aplica a una substància vegetal la calor roja, aleshores ja no és aigua lo que es forma, o més ben dit, la que es podia haver format per la primera impressió de la calor es descompon; l'oxigen s'uneix al carbone, amb el qual té més afinitat a aquest grau, es forma àcid carbònic, i l'hidrogen que queda lliure s'escapa sota la forma de gas, unint-se al calòric. No solament, a aquest grau, no es forma gens d'oli, sinó que, si s'en hagués format, es descomposaria.

Hom veu, doncs, que la descomposició de les matèries vegetals es fa a aquest grau, en virtut d'un joc d'afinitats dobles i triples, i que mentres el carbone atreu l'oxigen per a formar àcid carbònic, el calòric atreu l'hidrogen per a formar gas hidrogen.

No hi ha cap substància vegetal qual destil·lació no confirmi aquesta teoria, si per cas hom pot aplicar aquest nom a una senzilla enumeració de fets. Destil·lem sucre: mentres hom no li faci experimentar més que una calor inferior a la de l'aigua bullenta, sols perdrà una mica d'aigua de cristal·lització; serà encara sucre i en conservarà totes ses propietats. Però tot seguit que hom l'exposa a una calor per poc superior que sigui a la de l'aigua bullenta, s'ennegreix; una part de carbone es separa de la combinació, a la vegada que passa aigua lleugerament àcida i una mica d'oli; el carbó que queda en la retorta és cosa d'un terç del pes primitiu.

El joc de les afinitats és encara més complicat en les plantes que contenen azot, com les crucíferes, i en les que tenen fòsfor; però com que aquestes substàncies sols entren en petita quantitat en llur combinació, no determinen grans canvis, al menys en apariència, en

els fenòmens de la destil·lació; sembla que el fòsfor queda combinat amb el carbó, que li comunica fixesa. En quant a l'azot, s'uneix al hidrogen per a formar amoníac o àlcali volàtil.

Com que les matèries animals estan compostades aproximadament dels mateixos principis que les plantes crucíferes, llur destil·lació dóna el mateix resultat; però com que contenen més hidrogen i més azot, produeixen més oli i més amoníac. Per a fer conèixer amb quina exactitud dóna compte aquesta teoria de tots els fenòmens que tenen lloc en la destil·lació de les matèries animals, sols citaré un fet: la rectificació i la descomposició total dels olis volàtils animals denominats vulgarment *olis de Dippel*. Quan hom obté aquests olis per una primera destil·lació a foc directe, són bruns perquè contenen una mica de carbó quasi lliure, però esdevenen blancs per rectificació. El carbone té tant poc aguant en aquestes combinacions que s'en separa per llur sola exposició a l'aire. Si hom coloca un oli volàtil animal ben rectificat, i per consegüent blanc, límpid i transparent, sota una campana plena de gas oxigen, en poc temps el volum de gas disminueix i és absorbit per l'oli. L'oxigen es combina amb l'hidrogen de l'oli per a formar aigua, que cau al fons; a la vegada, la porció de carbó que estava combinada amb l'hidrogen queda lliure i es manifesta per son color negre. Per aquesta causa és que aquests olis sols es conserven blancs i clars mentres hom els guarda en recipients ben tapats, i que s'ennegreixen des de que tenen contacte amb l'aire.

Les rectificacions succesives d'aquests mateixos olis presenten un altre fenòmen confirmatiu d'aquesta teoria. Cada vegada que hom els destil·la, queda una mica de carbó en el fons de la retorta, i al mateix temps es forma un xic d'aigua per la combinació de l'oxigen de l'aire dels recipients amb l'hidrogen de l'oli. Com que

aquest fenòmen té lloc en cada destil·lació del mateix oli, resulta que al cap d'un gran nombre de rectificacions succesives, sobre tot si hom opera a un grau de foc una mica fort i en aparells d'una capacitat una mica gran, la totalitat de l'oli es troba descomposada, i hom arriba a convertir-lo per complet en aigua i carbó. Aquesta descomposició total de l'oli per rectificacions repetides, és molt més llarga i molt més difícil quan hom opera en recipients de poca capacitat, i sobre tot a un grau de foc lent i poc superior al de l'aigua bullenta. En una memòria particular donaré compte a l'Acadèmia dels detalls de les meves experiències sobre aquesta descomposició dels olis, però lo que he dit em sembla suficient per a donar idees precises sobre la constitució de les matèries vegetals i animals i llur descomposició pel foc.

CAPITOL XIII

DE LA DESCOMPOSICIÓ DELS ÒXIDS VEGETALS PER LA
FERMENTACIÓ VINOSA

Tot-hom sab el mode de fer el vi, la sidra, l'hidromel i en general totes les begudes fermentades espirituoses. Hom exprem el suc dels raïms i de les pomes (hom dilueix aquest darrer amb aigua), i hom posa el líquid en grans cups situats en un lloc on la temperatura sigui al menys de 10 graus del termòmetre Reaumur. Molt aviat s'hi excita un moviment ràpid de fermentació; nombroses bombolles d'aire venen a esclatar en la superfície, i quan la fermentació es troba en son període més alt, la quantitat d'aquestes bombolles és tan gran, la quantitat de gas que es desprèn és tan considerable, que hom creuria que el licor està damunt d'un braser encès i que aquest hi excita una violenta ebullició. El gas que es desprèn és àcid carbònic, i quan hom el recull amb compte, és perfectament pur i sense barreja de qualsevol altra espècie d'aire o gas.

El suc de raïms, de dolç i ensucrat que era, es canvia per aquesta operació en un licor vinós, que quan la fermentació és completa, no conté ja sucre, i del qual hom pot retirar per destil·lació un líquid inflamable conegut en el comerç i en les arts amb el nom d'*esperit de vi*. Com hom pot comprendre, essent aquest líquid el resultat

de la fermentació de qualsevol matèria ensucrada suficientment diluïda amb aigua, hauria sigut anar en contra dels principis de nostra nomenclatura si l'haguéssim anomenat esperit de vi de preferència a esperit de sidra o a esperit de sucre fermentat. Ens hem vist, doncs, obligats a adoptar un nom més general, i el d'*alcohol*, que ens ve dels Arabs, ens ha semblat bo per a complir el nostre objecte.

Aquesta operació és una de les més sorprenents i de les més extraordinàries de les que la química ens presenta; en ella tenim per a examinar d'on ve l'àcid carbònic que es desprèn, d'on surt l'esperit inflamable que es forma, i com un cos dolç, un òxid vegetal, pot transformar-se aixís en dues substàncies tant diferents, de les quals l'una és combustible i l'altra eminentment incombustible. Hom veu que, per a arribar a la solució d'aquestes dagues qüestions, calia, per de prompte, conèixer bé l'anàlisi i la naturalesa del cos susceptible de fermentar i dels productes de la fermentació, car res es crea en les operacions artificials ni en les de la natura, i hom pot sentar com un principi, que en tota operació, hi ha la mateixa quantitat de matèria abans que després, que la qualitat i la quantitat dels principis és la mateixa, i que no hi ha més que canvis, modificacions.

Es damunt d'aquest principi que està fonamentat tot l'art de fer, experiències en química; hom està obligat a suposar en totes una veritable igualtat o equació entre els principis del cos que hom examina i els que hom n'extreu per anàlisi. Aixís, com que el most de raïm dóna gas àcid carbònic i alcohol, puc dir que el *most de raïm* = *àcid carbònic* + *alcohol*. D'aquí en resulta que hom pot arribar de dues maneres a aclarir lo que passa en la fermentació vinosa: la primera, determinant bé la naturalesa i els principis del cos fermentescible; la segona, observant bé els productes que en resulten per

la fermentació, i és evident que els coneixements que hom pugui adquirir sobre l'un, condueixen a conseqüències certes sobre la naturalesa dels altres, i recíprocament.

Era important, segons això, que em dedicués a conèixer bé els principis constituents del cos fermentescible. Hom concebeix que, per a arribar-hi, no he anat pas a escollir els sucus de fruits molt compostos i dels quals un anàlisi rigorós seria potser impossible. He escollit de tots els cossos susceptibles de fermentar, el més senzill, el sucre, qual anàlisi és fàcil i qual naturalesa ja he fet conèixer anteriorment. Hom es recorda que aquesta substància és un veritable òxid vegetal, un òxid de dues bases, que està compostat per hidrogen i carbone portat a l'estat d'òxid per una certa proporció d'oxigen, i que aquest tres principis es troben en un estat d'equilibri que una força molt lleugera és suficient per a rompre. Una llarga sèrie d'experiències fetes per diferents camins, i que jo he repetit moltes vegades, m'ha ensenyat que les proporcions dels principis que entren en la composició del sucre són aproximadament les següents:

Hidrogen	8 parts
Oxigen	64 »
Carbone	28 »
TOTAL	<u>100 »</u>

Per a fer fermentar el sucre, cal diluir-lo primer amb unes quatre parts d'aigua. Però la barreja d'aigua i sucre, sigui en la proporció que hom vulgui, no fermentaria mai per ella mateixa, i sempre hi hauria equilibri entre els principis d'aquesta combinació si hom no el trencava per un mitjà qualsevol. Una mica de llevat de cervesa és suficient per a produir aquest efecte i per a donar el pri-

mer moviment a la fermentació; després es continua per ella mateixa fins al final. Més endavant donaré compte dels efectes del llevat i dels que són propis als ferments en general. Per lo regular he empleat 10 lliures de llevat en pasta per un quintà de sucre, i una quantitat d'aigua igual a quatre vegades el pes del sucre. Aixís, el licor fermentescible estarà compost tal com segueix; dono aquí els resultats de les meves experiències tal com els he obtingut, i fins conservant les fraccions que m'ha donat el càlcul de reducció:

MATERIALS DE LA FERMENTACIÓ PER A UN QUINTÀ DE SUCRE

	Lliures	Unces	Dracm.	Grans
Aigua	400	—	—	—
Sucres	100	—	—	—
Llevat de cervesa en pasta {				
Aigua	7	3	6	44
composat de. {	7	12	1	28
Llevat sec				
TOTAL	510	—	—	—

DETALL DELS PRINCIPIS CONSTITUTIUS DELS MATERIALS DE LA FERMENTACIÓ

Lliures	Unces	Dracm.	Grans		Lliures	Unces	Dracm.	Grans	
407	3	6	44	d'aigua, com-	Hidrogen	61	1	2	71,40
				posades de {	Oxigen .	346	2	3	44,60
100	—	—	—	de sucre, com-	Hidrogen	8	—	—	—
				posades de {	Oxigen .	64	—	—	—
					Carbone.	28	—	—	—
2	12	1	28	de llevat sec,	Carbone.	—	12	4	59,00
				composades {	Azot. . .	—	—	5	2,94
				de {	Hidrogen	—	4	5	9,30
					Oxigen. .	1	10	2	28,76
TOTAL	510	—	—						

RECAPITULACIÓ DELS PRINCIPIS CONSTITUENTS DELS MATERIALS
DE LA FERMENTACIÓ

	Llures	Unces	Dracm.	Grans	Llures	Unces	Dracm.	Grans	
Oxigen .	{ de l'aigua	340	—	—	411	12	6	1,36	
	{ de l'aigua del								
	{ llevat	6	2	3					44,60
	{ del sucre	64	—	—					—
Hidrogen	{ del llevat	1	10	2	69	6	—	8,70	
	{ de l'aigua	60	—	—					—
	{ de l'aigua del								
	{ llevat	1	1	2					71,40
Carbone.	{ del sucre	8	—	—	28	12	4	59,00	
	{ del llevat	—	4	5					9,30
	{ del llevat	28	—	—					—
Azot del llevat	—	12	4	59,00	28	12	4	59,00	
TOTAL	—	—	—	—	510	—	—	—	

Després d'haver determinat bé quina és la naturalesa i la quantitat dels principis que constitueixen els materials de la fermentació, queda per examinar quins són els seus productes. Per a conseguir coneixe'ls, vaig començar per introduir les 510 lliures del líquid esmentat en un aparell per mitjà del qual no solament podia determinar la qualitat i la quantitat dels gasos a mida que es desprenien, sinó també pesar separatament cada un dels productes en el moment de l'operació en que ho cregués necessari. Seria massa llarg donar aquí la descripció de l'aparell, que, endemés, es troba en la tercera part d'aquesta obra. Em limitarè, doncs, a donar compte dels efectes.

Una hora o dues després d'haver fet la barreja, sobre tot si la temperatura a que hom opera és de 15 a 18

graus, hom comença a veure els primers indicis de fermentació: el líquid s'enterboleix, es torna escumós, i s'en desprenen bombolles que van a esclatar a la superfície; aviat augmenta el nombre d'aquestes bombolles, i té lloc un desprendiment abundant i ràpid de gas carbònic molt pur acompanyat d'escuma, que no és altra cosa que llevat que es separa. Al cap de alguns dies, segons el grau de calor, el moviment i el desprendiment de gas disminueixen, però no paren per complet, no acabant-se la fermentació fins després d'un interval de temps bastant llarc.

El pes de l'àcid carbònic sec que es desprèn en aquesta operació és de 35 lliures, 5 unces, 4 dracmes, 19 grans.

Aquest gas arrossega, endemés, una porció bastant considerable d'aigua que manté en dissolució, i que aproximadament és de 13 lliures, 14 unces, 5 dracmes.

En el recipient on hom opera queda un líquid vinós, lleugerament àcid, primerament tèrbol, que després s'aclareix per ell mateix i que deixa depositar una porció de llevat. Aquest líquid, pesa en totalitat 460 lliures, 11 unces, 6 dracmes, 53 grans.

Finalment, analitzant per separat totes aquestes substàncies, i resolent-les en llurs parts constituents, hom troba després d'un treball molt penós, els resultats que segueixen, que hom detallarà en les Memòries de l'Acadèmia:

TAULA DELS RESULTATS OBTINGUTS PER LA FERMENTACIÓ

Lliures	Unces	Dracm.	Grans		Lliures	Unces	Dracm.	Grans
35	5	4	19	d'àcid carbònic, compo-	d'oxigen . . .	25	7	1 34
				sades . . .	de carbone . . .	9	14	2 57
408	15	5	14	d'aigua, compo-	d'oxigen . . .	347	10	— 59
				sades . . .	d'hidrogen . . .	61	5	4 27
					d'oxigen combinat amb l'hidrogen .	31	6	1 64
57	11	1	58	d'alcohol, compo-	d'hidrogen combinat amb l'oxigen.	5	8	5 3
				sades	d'hidrogen combinat amb el carbone . . .	4	—	5 —
					de carbone . . .	16	11	5 63
2	8	—	—	d'àcid acetós sec, compo-	d'hidrogen . . .	—	2	4 —
				sades . . .	d'oxigen . . .	1	11	4 —
					de carbone . . .	—	10	— —
4	1	4	3	de residu en-	d'hidrogen . . .	—	5	1 67
				sucrat, compo-	d'oxigen . . .	2	9	7 27
				sades . . .	de carbone . . .	1	2	2 53
					d'hidrogen . . .	—	2	2 41
1	6	—	50	de llevat sec, compo-	d'oxigen . . .	—	13	1 14
				sades	de carbone . . .	—	6	2 30
					d'azot . . .	—	—	2 37
510	—	—	—			510	—	—

RECAPITULACIÓ DEL RESULTATS OBTINGUTS PER LA FERMENTACIÓ

Lliures	Unces	Dracm.	Grans		Lliures	Unces	Dracm.	Grans
				de l'aigua . . .	347	10	—	59
				de l'àcid carbònic. . .	25	7	1	34
409	10	—	54	d'oxigen. . .	31	6	1	64
				de l'àcid acetós . . .	1	11	4	—
				del residu ensucrat	2	9	7	—
				del llevat . . .	—	13	1	14
				de l'àcid carbònic. . .	9	14	2	57
23	12	5	59	de l'alcohol. . .	16	11	5	63
				de l'àcid acetós . . .	—	10	—	—
				del residu ensucrat	1	2	2	53
				del llevat . . .	—	6	2	30
				de l'aigua . . .	61	5	4	27
				de l'aigua de l'al-				
				cohol	5	3	5	3
				combinat amb el				
71	8	6	66	carbóne en l'al-				
				cohol	4	—	5	—
				de l'àcid acetós . . .	—	2	4	—
				del residu ensucrat	—	5	1	67
				del llevat	—	2	2	41
—	—	2	37	d'azot	—	—	2	37
510	—	—	—		510	—	—	—

Encara que, en aquests resultats, he portat la precisió del càlcul fins als grans, manca molt per a que aquesta experiència pugui ésser donada amb una exactitud tan gran; però com que jo sols he operat amb algunes lliures de sucre i per a establir comparacions m'he vist obligat a reduir-les al quintà, he cregut que tenia de deixar les fraccions tal com el càlcul me les havia donades.

Reflexionant sobre els resultats que hom exposa en les taules anteriors, és fàcil de veure clarament lo que passa en la fermentació vinosa. De primer moment hom nota que de les 100 lliures de sucre que hom va fer servir, 4 lliures, 1 unça, 4 dracmes, 3 grans varen quedar en l'estat de sucre no descomposat, de mode que en realitat hom va operar solament amb 95 lliures, 14 unces, 3 dracmes, 69 grans de sucre, és a dir, amb 61 lliures, 6 unces, 45 grans d'oxigen, 7 lliures, 10 unces, 6 dracmes, 6 grans d'hidrogen i 26 lliures, 13 unces, 5 dracmes, 19 grans de carbone. Comparant aquestes quantitats, hom veurà que són suficients per a formar tot l'esperit de vi o alcohol, tot l'àcid carbònic i tot l'àcid acetós que varen ésser produïts per l'efecte de la fermentació. No hi ha, doncs, cap necessitat de suposar que l'aigua es descompon en aquesta operació, a menys que hom pretengui que l'oxigen i l'hidrogen estan en forma d'aigua en el sucre, lo que jo no crec, perquè, al contrari, ja he sentat la proposició de que, en general, els tres principis constitutius dels vegetals, l'hidrogen, l'oxigen i el carbone, es troben en un estat d'equilibri mutu, que aquest estat d'equilibri subsisteix mentres no sigui alterat per un canvi de temperatura o per una doble afinitat, i que sols és aleshores que, combinant-se aquests principis de dos en dos, formen aigua i àcid carbònic.

Els efectes de la fermentació vinosa es redueixen, doncs, a separar en dues porcions al sucre, que és un òxid; a oxigenar la una a expenses de l'altra per a formar-ne àcid carbònic, i a desoxigenar l'altra en favor de la primera per a formar-ne una substància combustible, l'alcohol; de mode, que si fos possible recombinar aquestes dues substàncies, l'alcohol i l'àcid carbònic, tornaria a produir-se sucre. Cal notar endemés, que l'hidrogen i el carbone no estan pas en l'alcohol en forma d'oli: estan combinats amb una certa quantitat d'oxigen que

els fa miscibles amb l'aigua; els tres principis, l'oxigen, l'hidrogen i el carbone encara s'hi troben, doncs, en una espècie d'estat d'equilibri, i en efecte, fent-los passar a través d'un tub de vidre o de porcelana escalfat al roig, es recombinen de dos en dos i hom hi troba novament aigua, hidrogen i carbone.

En les meves primeres Memòries sobre la formació de l'aigua, jo m'havia atrevit a dir que aquesta substància, considerada com element, es descomposava en un gran nombre d'operacions químiques, i especialment en la fermentació vinosa; jo suposava aleshores que en el sucre existia aigua completament formada, mentres que avuiestic persuadit de que solament conté els materials propis per a formar-la. Hom concebeix lo que m'ha d'haver costat l'abandonar les meves primeres idees; tan sols m'hi he determinat després de molts anys de reflexions i d'una llarga sèrie d'experiències i observacions sobre els vegetals.

Acabaré lo que tinc de dir sobre la fermentació vinosa fent observar que pot ésser un mitjà d'anàlisi del sucre, i, en general, de les substàncies vegetals susceptibles de fermentar. En efecte: com ja he indicat al començament d'aquest article, puc considerar les matèries posades a fermentar i el resultat obtingut després de la fermentació com una equació algèbrica, i suposant successivament desconeguts cada un dels elements d'aquesta equació, puc calcular-ne el valor i rectificar aixís l'experiència pel càlcul, i el càlcul per l'experiència. Sovint m'he servit d'aquest mètode per a corregir els primers resultats de les meves experiències i per a guiar-me en les precaucions que tenia de pendre al tornar-les a començar, però no és aquí el lloc d'entrar en aquests detalls, sobre els quals, endemés, he sigut molt extens en la Memòria que he donat a l'Acadèmia sobre la fermentació vinosa i que aviat serà impresa.

CAPITOL XIV

DE LA FERMENTACIÓ PÚTRIDA

Acabo de fer veure com es descomposava el cos en-sucrat quan estava diluït amb una certa quantitat d'aigua i sotmès a una calor suau; com els tres principis que el constitueixen, l'oxigen, l'hidrogen i el carbone, que es trobaven en estat d'equilibri, i que en la forma de sucre no formen ni aigua, ni oli, ni àcid carbònic, es separen per a combinar-se d'un altre mode; com una porció de carbone es reunia a l'oxigen per a formar àcid carbònic, i com una altra porció de carbone es combinava amb l'hidrogen i amb l'aigua per a formar alcohol.

Els fenòmens de la putrefacció tenen igualment lloc en virtut d'afinitats molt complicades. Els tres principis constitutius del cos també cessen, en aquesta operació, d'ésser en estat d'equilibri; en lloc d'una combinació ternària, es formen combinacions binàries, però el resultat d'aquestes combinacions és molt diferent del que dóna la fermentació vinosa. En aquesta darrera, una part dels principis de la substància vegetal, l'hidrogen per exemple, resta unit a una porció d'aigua i de carbone per a formar alcohol. En la fermentació pútrida, al contrari, la totalitat de l'hidrogen es dissipa en forma de gas hidrogen, i al mateix temps, l'oxigen i el carbone, reunint-se al calòric, s'escapen en forma de gas àcid

carbònic. En fi, quan l'operació s'ha acabat per complet, sobretot si no ha mancat la quantitat d'aigua necessària per a la putrefacció, sols resta la terra del vegetal barrejada amb una mica de carbone i ferro.

La putrefacció dels vegetals no és, doncs, altra cosa que un anàlisi complet de les substàncies vegetals, en el qual la totalitat de llurs principis constitutius es desprèn en forma de gas, a excepció de la terra, que queda en l'estat que hom designa amb el nom de *terra-fem*.

En la tercera part d'aquesta obra donaré una idea dels aparells que hom pot utilitzar per aquest gènere d'experiències.

Aquest és el resultat de la putrefacció quan el cos que hom hi sotmet conté sols oxigen, hidrogen, carbone i una mica de terra; però aquest cas és rar, i fins sembla que quan aquestes substàncies es troben soles, fermenten difícil i malament, i que cal un temps considerable per a que la putrefacció sigui completa. No passa lo mateix quan la substància posada a fermentar conté azot, i això és lo que té lloc en totes les matèries animals i fins en un nombre bastant gros de matèries vegetals. Aquest nou ingredient facilita la putrefacció d'un mode marvellós; per això és que quan hom vol accelerar la putrefacció, hom barreja les matèries animals amb les vegetals, i és en fer aquestes barreges que consisteix quasi tota la ciència dels adobs i dels femers.

Però la introducció de l'azot en els materials de la putrefacció no produeix solament l'efecte d'accelerar-ne els fenòmens; al combinar-se amb l'hidrogen, forma una nova substància coneguda amb el nom d'àlcali volàtil o amoníac. Els resultats que hom obté analitzant les matèries animals per diferents mètodes, no deixen cap dubte sobre la naturalesa dels principis que constitueixen l'amoniac. Sempre que prèviament hom separa l'azot

d'aquestes matèries, no donen gens d'amoniac, i solament en donen mentres contenen azot. Aquesta composició de l'amoniac es veu, endemés, confirmada per experiències analítiques que M. Berthollet ha detallat en les *Mémoires de l'Académie*, any 1785, p. 316, on ha donat diferents mitjans de descompondre aquesta substància i d'obtenir separadament els dos principis, l'azot i l'hidrogen, que entren en la seva combinació.

Ja he dit anteriorment (v. cap. X) que els cossos combustibles són quasi tots susceptibles de combinar-se uns amb altres. El gas hidrogen té en alt grau aquesta propietat: disol el carbone, el sofre i el fòsfor, i d'aquestes combinacions en resulten lo que abans he anomenat *gas hidrogen carbonat*, *gas hidrogen sulfurat* i *gas hidrogen fosforat*. Els dos darrers tenen una olor particular i molt desagradable: la del gas hidrogen sulfurat té molta semblança amb la dels ous passats i corromputs; la del gas hidrogen fosforat és absolutament la mateixa del peix podrit; en fi, l'amoniac té una olor que no és menys penetrant ni desagradable que les precedents. De la combinació d'aquestes diverses olors és que en resulta la que s'exhala de les matèries animals en putrefacció, i que tant fètida és. Devegades predomina l'olor del amoniac, i hom la reconeix fàcilment perquè fa picar els ulls; a vegades és la del sofre, com en les matèries fecals, i, finalment, a voltes és la del fòsfor, com en els arengs podrits.

Fins aquí he suposat que res destorbava el curs de la fermentació modificant-ne els efectes. Però M. de Fourcroy i M. Thouret han observat fenòmens particulars en els cadàvers enterrats a una certa profunditat i privats, fins a cert punt, del contacte de l'aire. Han notat que la part muscular es converteix sovint en una verdadera grassa animal. Aquest fenòmen es deu a que, per alguna circumstància particular, l'azot que contien aquestes

matèries animals s'havia després, i lo que ha quedat és sols carbone i hidrogen, és a dir, els materials propis per a formar grassa. Aquesta observació sobre la possibilitat de convertir les matèries animals en grassa pot portar un dia a descobriments importants sobre l'aplicació que hom pot fer-ne pels usos de la societat. Les dejeccions animals, tals com les matèries fecals, estan composades principalment de carbone i d'hidrogen; s'acosten, doncs, molt a l'estat d'oli i en produeixen molt per destil·lació a foc directe, però l'olor insoportable que acompanya tots els productes que hom n'extreu no permet esperar fins d'aquí a molt temps que puguin ésser utilitzats per altra cosa que per a fer adobs.

En aquest capítol sols he donat idees generals, perquè la composició de les matèries animals encara no és coneguda molt exactament. Hom sab que estan composades d'hidrogen, de carbone, d'azot, de fòsfor i de sofre, trobant-se el conjunt en forma d'òxid mercès a una quantitat més o menys gran d'oxigen, però hom ignora per complet quina és la quantitat d'aquests principis. El temps completarà aquesta part de l'auàlisi químic, com ja n'ha completat algunes altres.

CAPITOL XV

DE LA FERMENTACIÓ ACETOSA

La fermentació acetosa no és altra cosa que l'acidificació del vi que es fa a l'aire lliure per absorció d'oxigen. L'àcid que en resulta és l'àcid acetós, anomenat vulgarment *vinagre*; està compostat d'una proporció, que encara no ha sigut determinada, d'hidrogen i de carbone combinats mútuament i convertits en àcid per l'oxigen.

Essent el vinagre un àcid, l'analogia portava per ella mateixa a treure la conclusió de que conté oxigen, però, endemés, aquesta veritat està demostrada per experiències directes. Primerament, el vi sols pot convertir-se en vinagre mentres està en contacte de l'aire i mentres aquest aire conté gas oxigen. Segonament, aquesta operació va acompanyada d'una disminució en volum de l'aire on es fa, i aquesta disminució de volum és ocasionada per l'absorció del gas oxigen. En tercer lloc, hom pot transformar el vi en vinagre oxigenant-lo per qualsevol altre mètode.

Independentment d'aquests fets, que proven que l'àcid acetós és un resultat de l'oxigenació del vi, una experiència de M. Chaptal, professor de química a Montpellier, fa veure clarament lo que passa en aquesta operació. Pren gas àcid carbònic després de la cervesa en fermentació i n'impregna aigua fins a saturació, és a dir

fins que n'hagi absorbit una quantitat aproximadament igual al seu volum; posa aquesta aigua en el celler, dins de recipients que tenen comunicació amb l'aire, i al cap d'un cert temps el conjunt es troba convertit en àcid acetós. El gas àcid carbònic de les tines de cervesa en fermentació no és completament pur, ja que està barrejat amb una mica d'alcohol que porta en dissolució; en l'aigua impregnada d'àcid carbònic després de la fermentació vinosa hi ha, doncs, tots els materials necessaris per a formar àcid acetós. L'alcohol proporciona l'hidrogen i una part del carbone; l'àcid carbònic, el carbone i l'oxigen, i finalment, l'aire de l'atmosfera deu aportar l'oxigen que manca per a convertir la barreja en àcid acetós.

Hom veu, així, que no cal més que afegir hidrogen a l'àcid carbònic per a convertir-lo en àcid acetós, o, parlant d'un mode més general, per a transformar-lo en un àcid vegetal qualsevol, segons el grau d'oxigenació, i que, al contrari, no cal més que sotraure hidrogen als àcids vegetals per a convertir-los en àcid carbònic.

No m'extendré més sobre la fermentació acetosa, sobre la que encara no tenim experiències exactes; els fets principals són coneguts, però manca l'exactitud numèrica. Hom veu, endemés, que la teoria de l'acetificació està estretament lligada amb la de la constitució de tots els àcids i òxids vegetals, i encara no sabem res sobre la proporció dels principis de que estan compostats. No obstant, és fàcil de veure que tota aquesta part de la química, com totes les altres, avença ràpidament cap a la seva perfecció, i que és molt més senzilla de lo que fins ara hom havia cregut.

CAPITOL XVI

DE LA FORMACIÓ DE LES SALS NEUTRES, I DE DIFERENTS BASES
QUE ENTREN EN LLUR COMPOSICIÓ

Hem vist com un petit nombre de substàncies simples, o al menys que fins ara no han pogut ésser descompostes, com l'azot, el sofre, el fòsfor, el carbone, el radical muriàtic i l'hidrogen, formaven, combinant-se amb l'oxigen, tots els òxids i àcids del regne vegetal i del regne animal; hem admirat amb quina simplicitat de mitjans la natura multiplicava les propietats i les formes, sigui combinant mútuament fins a tres i quatre bases acidificables en proporcions diferents, sigui canviant la dosi d'oxigen destinat a acidificar-les. No la trobarem ni menys variada ni menys senzilla, ni especialment menys feconda, en l'ordre de coses que ara anem a estudiar.

Les substàncies acidificables, al juntar-se amb l'oxigen i convertir-se en àcids, adquireixen una gran tendència a la combinació; esdevenen susceptibles d'unir-se amb substàncies terroses i metàliques, i és d'aquesta reunió que resulten les sals neutres. Els àcids, doncs, poden ésser considerats com veritables principis salificants, i les substàncies a quines s'uneixen per a formar sals neutres, com bases salificables. En aquest article ens ocuparem precisament de la combinació dels principis salificants amb les bases salificables.

Aquesta manera de considerar els àcids no em permet agrupar-los entre les sals, encara que tinguin algunes de llurs principals propietats, com la solubilitat en l'aigua, etc. Els àcids, com ja he fet observar, resulten d'un primer ordre de combinacions; es formen per la reunió de dos principis simples, o que al menys es comporten a la manera dels principis simples, i pertanyen, per consegüent, servint-me de l'expressió de Stahl, a l'ordre dels mixtes. Les sals neutres, al contrari, són d'un altre ordre de combinacions; estan formades per la reunió de dos mixtes, i entren en el grup dels compostos. Per la mateixa causa no barrejaré els àlcalis ⁽¹⁾ ni les substàncies terroses com la calç, la magnèsia, etc., amb les sals, i sols designaré amb aquest nom els compostos formats per la reunió d'una substància simple oxigenada i d'una base qualsevol.

En els capítols precedents m'he ocupat en grau suficient de la formació dels àcids, i no afegiré res més respecte al particular, però encara no he dit res de les bases que són susceptibles de combinar-se amb ells per a formar sals neutres; aquestes bases que jo anomeno salificables, són:

La potassa.

La sosa.

L'amoníac.

La calç.

La magnèsia.

La barita.

L'alúmina.

I totes les substàncies metàl·liques.

(1) Hom considerarà, potser, com un defecte del mètode que he adoptat, l'haver-me decidit a separar els àlcalis del grup de les sals, i jo mateix convinc en que és una falta que hom li pot retreure; però aquest inconvenient es troba compensat per avantatges tan grans, que no he cregut pas que tingués de disuadir-m'en.

Diré alguns mots de l'origen i de la naturalesa de cada una d'aquestes bases en particular.

DE LA POTASSA

Ja hem fet observar que quan hom escalfa una substància vegetal en un aparell destil·latori, els principis que la componen, l'oxigen, l'hidrogen i el carbone, i que formaven una combinació triple en estat d'equilibri, es reuneixen de dos en dos obeint a les afinitats que han de tenir lloc segons el grau de temperatura. Aixís, a la primera impressió del foc, i des de que la calor excedeix la de l'aigua bullenta, l'oxigen i l'hidrogen es reuneixen per a formar aigua. Poc després, una part de carbone i altra d'hidrogen es combinen per a formar oli. Més endavant, quan al progressar la destil·lació hom ha arribat a una calor roja, l'oli i fins l'aigua que s'havien format es descomponen: l'oxigen i el carbone formen àcid carbònic; es desprèn i s'escapa una gran quantitat de gas hidrogen que ha quedat lliure, i finalment, en la retorta no hi resta més que carbó.

La major part d'aquests fenòmens es reproduïxen en la combustió dels vegetals a l'aire lliure, però aleshores la presència de l'aire introdueix en l'operació tres nous ingredients, dels quals, dos al menys, ocasionen canvis considerables en els resultats de l'operació. Aquests ingredients són l'oxigen de l'aire, l'azot i el calòric. A mida que l'hidrogen del vegetal, o el que resulta de la descomposició de l'aigua, és després en forma de gas hidrogen pel progrés del foc, s'encén totseguit que es troba en contacte amb l'aire, torna a formar aigua, i el calòric dels dos gasos que queda lliure, al menys en sa major part, produeix la flama.

Un cop tot el gas hidrogen ha sigut després, cremat i reduït a aigua, el carbó que queda, crema, però sense

flama; forma àcid carbònic que s'escapa, emportant-se una porció de calòric que és causa de que es trobi en estat de gas; el reste de calòric queda lliure, s'escapa i produeix la calor i la llum que hom observa en la combustió del carbó. Tot el vegetal es troba aixís reduït a aigua i àcid carbònic; sols queda una petita porció d'una matèria terrosa gris. coneguda amb el nom de cendra, i que conté els únics principis verament fixes que entren en la constitució dels vegetals.

Aquesta terra o cendra, qual pes, per lo regular, no excedeix d'una meitat del que abans tenia el vegetal, conté una substància d'un gènere particular, coneguda amb el nom d'àlcali fixe vegetal o potassa.

Per a obtenir-la, hom passa aigua per les cendres; l'aigua es carrega de la potassa, que és soluble, i deixa les cendres que són insolubles; evaporant després l'aigua, hom obté la potassa, que és fixa encara que hom la sotmeti a un grau de calor molt gran, i que queda en forma blanca i sòlida. El meu objecte no és descriure aquí l'art de preparar la potassa i encara menys el mode de obtenir-la pura; no entro en aquests detalls per a obeïr a la llei que m'he marcat, de no admetre cap mot que no hagi sigut definit.

La potassa que hom obté per aquest procediment sempre està més o menys saturada d'àcid carbònic, i la raó és fàcil de comprendre: com que la potassa no es forma, o al menys no queda lliure, més que a mida que el carbó vegetal es converteix en àcid carbònic per l'adició d'oxigen, sigui de l'aire, sigui de l'aigua, resulta que cada molècula de potassa es troba, en el moment de la seva formació, en contacte amb una molècula d'àcid carbònic, i com que entre aquestes dues substàncies hi ha molta afinitat, deu haver-hi combinació. Encara que l'àcid carbònic sigui de tots els àcids el que té menys tendència a unir-se amb la potassa, és difícil de separar-

ne les darreres porcions. El mitjà empleat més habitualment consisteix en disoldre la potassa en aigua, afegir-hi dues o tres vegades el seu pes de calç viva, filtrar i evaporar en recipients tancats; la substància salina que hom obté és potassa quasi completament privada d'àcid carbònic.

En aquest estat, no solament és soluble en aigua, al menys en parts iguals, sinó que atrau la de l'aire amb una avidesa sorprenent, proporcionant, per consegüent, un mitjà d'assecar l'aire o els gasos als quals és exposada. També és soluble en esperit de vi o alcohol, a diferència de la que està saturada d'àcid carbònic, que no és soluble en aquest disolvent. Aquesta circumstància ha proporcionat a M. Berthollet un mitjà per a tenir potassa perfectament pura.

No hi ha cap vegetal que per incineració no dongui més o menys potassa, però hom no la obté igualment pura de tots; ordinàriament està barrejada amb diverses sals que són fàcils de separar.

Hom no pot quasi dubtar de que les cendres, també anomenades la terra, que deixen els vegetals quan es cremen, no preexistessin en aquests vegetals anteriorment a la combustió; aquesta terra forma, per lo que sembla, la part òssea, la carcassa del vegetal. Però amb la potassa, no passa lo mateix: hom no ha arribat encara a separar aquesta substància dels vegetals més que utilitzant procediments o intermedis que puguin proporcionar oxigen i azot, com la combustió o la combinació amb l'àcid nítric, de mode que encara no està demostrat que aquesta substància no sigui un producte d'aquestes operacions. He començat una sèrie d'experiències sobre aquest tema, de les que aviat em trobaré en estat de donar-ne compte.

DE LA SOSA

La sosa és, com la potassa, un àlcali que hom extreu per lixiviació de les cendres de les plantes, però solament de les que viuen a la vora de la mar, i principalment del *cali*, d'on es deriva el nom d'*àlcali* que li va ésser donat pels Arabs; té algunes propietats comuns amb la potassa, però en té d'altres que l'en distingeixen. En general, aquestes dues substàncies aporten cada una, a totes les combinacions salines, caràcters que els són propis. La sosa, tal com hom la obté per la lixiviació de les plantes marines, està molt sovint completament saturada d'àcid carbònic, però no atrau, com la potassa, la humitat de l'aire; al contrari, s'hi asseca, els seus cristalls s'eflorescen i es converteixen en una pols blanca que té totes les propietats de la sosa, i que no s'en diferencia més que per haver perdut la seva aigua de cristallització.

Fins ara, hom no coneix pas millor els principis constitutius de la sosa que els de la potassa, i encara hom no sab amb certesa si aquesta substància es troba formada en els vegetals abans de la combustió. L'analogia podria fer creure que l'azot és un dels principis constitutius dels àlcalis en general, i hom en té la prova en el cas de l'amoníac, com desseguida exposaré, però respecte a la potassa i a la sosa hom té sols lleugers sentiments que encara no han sigut confirmats per cap experiència definitiva.

DE L'AMONÍAC

Com que no teníem cap coneixement exacte per a presentar sobre la composició de la sosa i de la potassa, ens hem vist obligats a limitar-nos, en els dos paràgrafs

precedents, a indicar les substàncies d'on són extretes i els mitjans que hom utilitza per a obtenir-les. No passa lo mateix amb l'amoníac, que els antics anomenaren *àlcali volàtil*. M. Berthollet, en una Memòria impresa en el *Recueil de l'Académie*, any 1784, p. 316, ha arribat a provar, procedint per descomposició, que 1,000 parts en pes d'aquesta substància estan composades d'unes 807 d'azot i de 193 d'hidrogen.

Hom obté principalment aquesta substància per destil·lació de les matèries animals: l'azot, que és un de llurs principals constituents, s'uneix a la quantitat d'hidrogen pròpia d'aquesta combinació i es forma amoníac; però en aquesta operació hom no l'obté pas pur: està barrejat amb aigua, oli i en gran part saturat d'àcid carbònic. Per a separar-lo de totes aquestes substàncies, hom el combina primer amb un àcid tal com, per exemple, l'àcid muriàtic, i després hom el torna a despendre, sigui per adició de calç o de potassa.

Quan l'amoníac ha sigut portat aixís a son grau més gran de puresa, sols pot existir en forma gaseosa a la temperatura ordinària a què vivim; té una olor excessivament penetrant. L'aigua n'absorbeix una quantitat molt gran, sobretot si és freda i si hom afegeix la pressió al refredament; aixís, saturada d'amoníac, ha sigut denominada *àlcali volàtil fluor*; nosaltres l'anomenarem senzillament *amoniac* o *amoniac en licor*, i quan aquesta substància es trobi en estat aeriforme, la designarem pel nom de *gas amoniac*.

DE LA CALÇ, MAGNÈSIA, BARITA I DE L'ALÚMINA

La composició d'aquestes quatre terres és completament desconeguda, i com que encara hom no ha arribat a determinar quines són llurs parts constituents i elementals, estem autoritzats, mentres esperem nous desco-

briments, per a considerar-les com a cossos simples: l'art no intervé, doncs, en la formació d'aquestes terres; la natura en les presenta completament formades. Però com quasi totes elles, especialment les tres primeres, tenen una gran tendència a la combinació, hom no les troba mai soles. La calç està quasi sempre saturada d'àcid carbònic, i en aquest estat forma la creta, els espats calcàris, una part dels marbres, etc. Algunes vegades està saturada d'àcid sulfúric, com en el gipse i en les pedres de guix; altres vegades, combinada amb l'àcid fluòric, forma l'espai fluor o vitrós. Finalment, les aigües de la mar i de les fonts salades en contenen de combinada amb l'àcid muriàtic. De totes les bases salificables, és la més abundantment extesa per la natura.

Hom troba la magnèsia en un gran nombre d'aigües minerals, essent lo més freqüent que hi estigui combinada amb l'àcid sulfúric. També hom la troba molt abundantment en l'aigua de la mar, on està combinada amb l'àcid muriàtic, i endemés entra en la composició d'un gran nombre de pedres.

La barita és molt menys abundant que les dues terres precedents; hom la troba en el regne mineral combinada amb l'àcid sulfúric, i forma aleshores l'espai pesant; a voltes, però més rarament, està combinada amb l'àcid carbònic.

L'alúmina, o base de l'alum, té menys tendència a la combinació que les precedents; per aquesta causa hom la troba sovint a l'estat d'alúmina, sense estar combinada amb cap àcid. Hom la troba principalment en les argiles, de les que, parlant amb propietat, forma la base.

DE LES SUBSTÀNCIES METÀLIQUES

Els metalls, a excepció de l'or i de vegades l'argent, es presenten rarament en el regne mineral sota llur

forma metàlica; per lo comú estan més o menys saturats d'oxigen o combinats amb sofre, arsènic, àcid sulfúric, àcid muriàtic, àcid carbònic o àcid fosfòric. La docimasia i la metalúrgia ensenyen a separar-los de totes aquestes substàncies estranyes, i per aquestes qüestions enviem al llegidor a les obres que tracten d'aquesta part de la química.

Es probable que sols coneguem una part de les substàncies metàliques que existeixen en la natura; totes les que, per exemple, tenen més afinitat per l'oxigen que pel carbone, no són susceptibles d'ésser reduïdes o portades a l'estat metàlic, i sols poden presentar-se a nostres ulls en forma d'òxids, que nosaltres confonem amb les terres. Es molt probable que la barita, que acabem d'incloure en el grup de les terres, es trobi en aquest cas, ja que presenta, en la relació detallada de les experiències, caràcters que l'aproximen molt a les substàncies metàliques. Seria possible, en rigor, que totes les substàncies a les quals donem el nom de terres no fossin més que òxids metàlics irreductibles pels mitjans que nosaltres utilitzem.

Sigui lo que sigui, les substàncies metàliques que coneixem, aquelles que nosaltres podem obtenir en estat metàlic, són en nombre de disset, a saber:

L'arsènic.	El ferro.
El molibdèn.	L'estany.
El tungstèn.	El plom.
El manganès.	El coure.
El níquel.	El mercuri.
El cobalt.	L'argent.
El bismut.	El platí.
L'antimoni.	L'or.
El zinc.	

Aquests metalls no els consideraré més que com a bases salificables, i no entraré en cap detall sobre llurs propietats en relació amb les arts i els usos de la societat. Cada metall, des d'aquests punts de vista, exigiria un tractat complet, i em sortiria aleshores dels límits que m'he traçat.

CAPÍTOL XVII

CONTINUACIÓ DE LES REFLEXIONS SOBRE LES BASES SALIFICABLES
I SOBRE LA FORMACIÓ DE LES SALS NEUTRES

Hom ha estudiat en el capítol anterior les bases salificables, és a dir, susceptibles de combinar-se amb els àcids i formar sals neutres. Però hom ha d'observar que els àlcals i les terres entren pura i simplement en la composició de les sals neutres, sense cap intermedi que serveixi per a unir-les, mentres que, al contrari, els metalls no poden combinar-se amb els àcids si prèviament no han sigut més o menys oxigenats. Hom pot, doncs, dir rigorosament que els metalls no són gens solubles en els àcids, però sí els òxids metàlics. Així, quan hom introdueix una substància metàlica en un àcid, la primera condició per a que s'hi pugui disoldre és que s'hi pugui oxidar, cosa que no pot fer sinó prenent oxigen a l'àcid o a l'aigua amb què aquest àcid està diluït; és a dir, en altres termes, que una substància metàlica no pot disoldre's en un àcid sinó en tant que l'oxigen que entra en la composició de l'aigua o en la de l'àcid, té més afinitat amb el metall que no pas amb l'hidrogen o la base acidificable, o, lo que encara és lo mateix, que no hi ha disolució metàlica mentres no hi ha descomposició de l'aigua o de l'àcid.

D'aquesta senzilla observació, que va escapar fins a

l'il·lustre Bergman, depèn l'explicació dels principals fenòmens de les dissolucions metàl·liques. El primer de tots i el més sorprenent és l'efervescència, o, per a parlar d'una manera menys equívoca, el desprendiment de gas que té lloc durant la dissolució. Aquest gas, en les dissolucions per l'àcid nítric, és àcid nítrós; en les dissolucions per l'àcid sulfúric, és gas àcid sulfurós o gas hidrogen, segons que el metall s'oxidi a expenses de l'àcid sulfúric o de l'aigua.

Hom veu fàcilment que essent composts, tant l'àcid nítric com l'aigua, de substàncies que separadament sols poden existir a l'estat de gas, al menys a la temperatura a què vivim, desseguida que hom els pren l'oxigen, el principi que li estava unit deu entrar immediatament en expansió, deu adoptar la forma gaseosa, i és aquest pas ràpid de l'estat líquid a l'estat gaseós lo que constitueix l'efervescència. Lo mateix passa amb l'àcid sulfúric; els metalls, en general, i sobretot per via humida, no prenen a aquest àcid la totalitat de l'oxigen; no el redueixen a sofre, sinó a àcid sulfurós que tampoc pot existir més que en l'estat de gas al grau de temperatura i pressió a què vivim. Aquest àcid, ha de dependre's, doncs, en forma de gas, i també és a aquest desprendiment que es deu l'efervescència.

Un segon fenòmen és que totes les substàncies metàl·liques es dissolen sense efervescència en els àcids quan han sigut oxidades abans de la dissolució. Hom comprèn que aleshores, no tenint-se d'oxidar el metall, no té tendència a descomposar l'àcid ni l'aigua; no deu haver-hi aleshores efervescència per no tenir ja lloc l'efecte que la produïa.

Un tercer fenòmen és que tots els metalls es dissolen sense efervescència en l'àcid muriàtic oxigenat: lo que passa en aquesta operació mereix algunes reflexions particulars. El metall, en aquest cas, pren a l'àcid mu-

riàtic oxigenat el seu excés d'oxigen; per una banda es forma un òxid metàlic, i per altra, àcid muriàtic ordinari. Si en les disolucions d'aquesta classe no hi ha efervescència, no és pas perquè no sigui una propietat del àcid muriàtic ordinari l'existir en forma de gas al grau de temperatura a què vivim, sinó perquè aquest gas troba en l'àcid muriàtic oxigenat més aigua que la que necessita per a ésser retingut i romandre en forma líquida; no es desprèn, doncs, com l'àcid sulfurós, i després d'haver-se combinat en el primer moment amb l'aigua, es combina tranquilament amb l'òxid metàlic que dissol.

Un quart fenomen és que els metalls que tenen poca afinitat amb l'oxigen i que no exerceixen sobre aquest principi una acció prou forta per a descomposar l'àcid o l'aigua, són absolutament insolubles; per aquesta raó és que l'argent, el mercuri i el plom no són solubles en l'àcid muriàtic quan hom els presenta a aquest àcid en llur estat metàlic; però si abans hom els oxida de una manera qualsevol, esdevenen molt solubles, i la dissolució es fa sense efervescència.

L'oxigen és, doncs, el mitjà d'unió entre els metalls i els àcids, i aquesta circumstància, que té lloc per a tots els metalls com per a tots els àcids, podria conduir a creure que totes les substàncies que tenen una gran afinitat amb els àcids contenen oxigen. Es, doncs, bastant probable que les quatre terres salificables abans designades contenen oxigen, i que és per aquest *latus* que s'uneixen amb els àcids. Aquesta consideració sembla apoiar lo que he avençat anteriorment en l'article de les terres, que aquestes substàncies podrien molt bé no ésser altra cosa que metalls oxidats, amb els quals l'oxigen té més afinitat que no pas amb el carbó, i que per aquesta circumstància són irreductibles. No obstant, això no és més que una conjectura que sols experiències ulteriors podran confirmar o destruir.

Els àcids coneguts fins ara són els següents; al designar-los, indicarem el nom del radical o base acidificable del que estan compostats:

NOMS DELS ÀCIDS	NOM DE LA BASE ACIDIFICABLE, O RADICAL, DE CADA ÀCID AMB OBSERVACIONS
1. Sulfurós	} Sofre.
2. Sulfúric	
3. Fosforós	} Fòsfor.
4. Fosfòric	
5. Muriàtic	} Radical muriàtic.
6. Muriàtic oxigenat	
7. Nitrós	} Azot.
8. Nítric	
9. Nítric oxigenat	
10. Carbònic	Carbone.
11. Acetós	} Tots aquests àcids semblen estar formats de la reunió d'una base acidificable doble, el carbone i l'hidrogen, i no diferir entre ells més que per la diferència de proporció d'aquestes dues bases i de l'oxigen que les acidifica; per lo demés, encara no hi ha cap conjunt d'experiències ben fetes sobre el particular.
12. Acètic	
13. Oxàlic	
14. Tartarós	
15. Piro-tartarós	
16. Cítric	
17. Màlic	
18. Piro-lignós	
19. Piro-mucós	
20. Gàl·lic	
21. Prússic	} Sobre la naturalesa dels radicals d'aquests àcids, hom té sols coneixements molt imperfectes; solament hom sab que el carbone i l'hidrogen en són les parts principals, i que l'àcid prússic conté azot.
22. Benzoic	
23. Succinic	
24. Canfòric	
25. Làctic	
26. Sacco-làctic	} Aquests àcids i tots els que hom obté oxigenant les matèries animals, semblen tenir per base acidificable el carbone, l'hidrogen, el fòsfor i l'azot.
27. Bòmbic	
28. Fòrmic	
29. Sebàcic	

NOMS DELS ÀCIDS	NOM DE LA BASE ACIDIFICABLE, O RADICAL, DE CADA ÀCID AMB OBSERVACIONS	
30. Boràtic	El radical boràtic	} La naturalesa d'aquests dos radicals és completament desconeguda.
31. Fluòric	El radical fluòric	
32. Antimònic	Antimoni.	
33. Argèntic	Argent.	
34. Arsènic	Arsenic.	
35. Bismútic	Bismut.	
36. Cobàltic	Cobalt.	
37. Cúpric	Coure.	
38. Estànnic	Estany.	
39. Fèrric	Ferro.	
40. Mangànic	Manganès.	
41. Hidrargíric	Mercuri.	
42. Molibdíc	Molibdèn.	
43. Niquèlic	Niquel.	
44. Àuric	Or.	
45. Platínic	Plati.	
46. Plòmbic	Plom.	
47. Túngstic	Tungstèn.	
48. Zíncic	Zinc.	

Hom veu que el nombre dels àcids és de quaranta vuit, comprenent-hi els disset àcids metàlics, que encara són poc coneguts, però sobre els quals M. Berthollet publicarà aviat un treball important. Sens dubte que encara hom no pot alabar-se d'haver-los descobert tots, però per altra banda, és probable que un exàmen més minuciós farà veure que molts dels àcids vegetals considerats com diferents són idèntics uns amb altres. Per lo demés, hom no pot presentar aquí el quadre de la química sinó en l'estat en què es troba, i tot lo que hom pot fer és donar principis per a anomenar, de conformitat amb el mateix sistema, els cossos que podran ésser descoberts més endavant.

El nombre de les bases salificables, és a dir, susceptibles d'ésser convertides en sals neutres pels àcids, és de vint i quatre, que són:

Tres àlcalis.

Quatre terres.

I disset substàncies metàliques.

La totalitat de sals neutres que hom pot concebre en l'estat actual de nostres coneixements és, doncs, de mil cent cinquanta dues, però això és suposant que els àcids metàlics siguin susceptibles de disoldre altres metalls; aquesta solubilitat dels metalls oxigenats uns en altres és una ciència nova que encara no ha sigut començada, i és d'aquesta part de la ciència que depenen totes les combinacions vitroses metàliques. Per altra banda, és probable que no siguin possibles totes les combinacions salines que hom pot concebre, lo que ha de reduir considerablement el nombre de sals que la natura i l'art poden formar. Però encara que hom suposés sols cinc o siscentes espècies possibles de sals, és evident que si hom volia donar a totes denominacions arbitràries a la manera dels antics, si hom les designava pel nom dels primers autors que les han descobertes o pel nom de les substàncies d'on han sigut extretes, en resultaria tal confusió, que la memòria més feliç no la podria aclarir. Aquest mètode podia ésser tolerable en els primers temps de la química; podia ésser-ho encara fa vint anys, perquè aleshores hom no coneixia més enllà de trenta espècies de sals, però avui que llur nombre augmenta cada dia, que cada àcid que hom descobreix enriqueix sovint la química amb vintiquatre sals noves, i devegades amb quaranta vuit en raó dels dos graus d'oxigenació de l'àcid, cal necessàriament un mètode, i aquest mètode està donat per l'analogia: és el que hem seguit en la nomenclatura dels àcids, i com que el camí de la natura

és únic, s'aplicarà, naturalment, a la nomenclatura de les sals neutres.

Al posar nom a les diferents espècies d'àcids, hem distingit en aquestes substàncies la base acidificable particular a cada un d'ells, i el principi acidificant, l'oxigen, que és comú a tots. Hem expressat la propietat comú a tots pel nom genèric d'àcid, i hem diferenciat després els àcids pel nom de la base acidificable peculiar de cada un. D'aquest mode havem donat al sofre, al fòsfor i al carbone oxigenats els noms d'àcid *sulfúric*, àcid *fosfòric* i àcid *carbònic*: finalment, hem cregut tenir d'indicar els diferents graus de saturació d'oxigen canviant l'acabament de la paraula. Aixís hem distingit l'àcid sulfurós de l'àcid sulfúric, l'àcid fosforós de l'àcid fosfòric.

Aquests principis, aplicats a la nomenclatura de les sals neutres, ens han obligat a donar un nom comú a totes les sals en qual combinació entra un mateix àcid. i a diferenciar-les després pel nom de la base salificable. Aixís hem designat totes les sals que tenen l'àcid sulfúric per àcid amb el nom de *sulfats*, totes les que tenen l'àcid fosfòric per àcid amb el nom de *fosfats*, i aixís successivament. Distingirem, doncs, *sulfat* de potassa, *sulfat* de sosa, *sulfat* d'amoniac, *sulfat* de calç, *sulfat* de ferro, etc., i com que coneixem vint i quatre bases entre alcalines, terroses i metàliques, tindrem vint i quatre espècies de *sulfats*, un nombre igual de *fosfats*, i aixís successivament amb tots els altres àcids. Però com que el sofre és susceptible de dos graus d'oxigenació, constituint una primera dosi d'oxigen l'àcid sulfurós i una segona l'àcid sulfúric, i com que les sals neutres que formen aquests dos àcids amb les diferents bases no són les mateixes i tenen propietats molt diferents, ha calgut distingir-les, endemés, per una terminació particular; hem designat, per consegüent, amb el nom de *sulfits*, *fosfits*, etc., les sals neutres formades per l'àcid menys oxigenat. Aixís.

el sofre oxigenat serà susceptible de formar quaranta vuit sals neutres, vint i quatre *sulfats* i vint i quatre *sulfits*, i lo mateix passarà amb les altres substàncies susceptibles de dos graus d'oxigenació.

Seria molt molest per als llegidors l'ocupar-se d'aquestes denominacions en tots els seus detalls; n'hi ha prou amb haver exposat clarament el mètode de nomenclatura; quan hom l'haurà après, hom podrà aplicar-lo sense esforç a totes les combinacions possibles, i un cop conegut el nom de la substància combustible i acidificable, hom recordarà fàcilment el de l'àcid que és susceptible de formar i el de totes les sals neutres que deuen derivar-s'en.

Em limitaré, doncs, a aquestes nocions elementals, però per a satisfer a la vegada als que podrien menester més detalls, afegiré formant la segona part, diverses taules que presentaran una recapitulació no solament de totes les sals neutres, sinó en general de totes les combinacions químiques, junt amb algunes explicacions curtes sobre el mètode més senzill i més curt per a procurar-se les diferents espècies d'àcids i sobre les propietats generals de les sals neutres que en resulten.

Jo no deixo de comprendre que per a completar aquesta obra hauria sigut necessari afegir-hi observacions particulars sobre cada espècie de sal, sobre la solubilitat en l'aigua i en l'esperit de vi, la proporció d'àcid i de base que entra en la seva composició, la quantitat d'aigua de cristallització, els diferents graus de saturació de què és susceptible, i en fi, sobre el grau de força amb la qual l'àcid adhereix la seva base. Aquest treball inmens ha sigut començat per M. Bergman, M. de Morveau, M. Kirwan i alguns altres químics cèlebres, però sols està mitjanament avençat, i les bases damunt les que descansa no són encara d'una exactitud rigorosa. Detalls tan nombrosos no haurien convingut a una obra elemental, i el

temps de reunir els materials i de completar les experiències hauria retardat molts anys la publicació d'aquesta obra. Es aquest un camp extens obert al zel i a l'activitat dels químics joves, però al acabar aquí la meua tasca, siguim permès recomanar als que tinguin el valor d'empendre-ho, que es proposin més aviat fer-ho bé que fer molt; assegurar-se primer, per experiències precises i multiplicades, de la composició dels àcids abans d'ocupar-se de la de les sals neutres. Tot edifici destinat a resistir els ultratges del temps ha d'aixecar-se damunt de fonaments sòlids, i en l'estat on ha arribat la química, hom retarda son camí si hom estableix els seus progressos sobre experiències que no són ni prou exactes ni prou rigoroses.

TAULA DE MATÈRIES

	<u>Pàgines</u>
DISCURS PRELIMINAR.	VII

PRIMERA PART

DE LA FORMACIÓ DELS FLUIDS AERIFORMES I DE LLUR DESCOMPOSICIÓ; DE LA COMBUSTIÓ DELS COSSOS SIMPLES I DE LA FORMACIÓ DELS ÀCIDS

CAPITOL I.	De les combinacions del calòric i de la formació dels fluids elàstics aeriformes	1
CAPITOL II.	Idees generals sobre la formació i constitució de l'atmosfera de la terra	18
CAPITOL III.	Anàlisi de l'aire de l'atmosfera; sa resolució en dos fluids elàstics: un respirable, l'altre irrespirable	22
CAPITOL IV.	Nomenclatura de les diferents parts constitutives de l'aire de l'atmosfera	34
CAPITOL V.	De la descomposició del gas oxigen pel sofre, el fòsfor i el carbó, i de la formació dels àcids en general	38
CAPITOL VI.	De la nomenclatura dels àcids en general, i particularment dels procedents del nítre i de la sal marina	47
CAPITOL VII.	De la descomposició del gas oxigen pels metalls i de la formació dels òxids metàlics	55
CAPITOL VIII.	Del principi radical de l'aigua i de sa descomposició pel carbó i pel ferro	58

	<u>Pàgines</u>
CAPÍTOL IX. De la quantitat de calòric que es desprèn en les diferents espècies de combustió	69
Combustió del fòsfor.	72
Combustió del carbó.	72
Combustió del gas hidrogen	73
Formació de l'àcid nítric	73
Combustió d'una candela	75
Combustió de l'oli d'olives.	76
CAPÍTOL X. De la combinació de les substàncies combustibles unes amb altres	79
CAPÍTOL XI. Consideracions sobre els òxids i els àcids amb bases, i sobre la composició de les matèries vegetals i animals	84
CAPÍTOL XII. De la descomposició de les matèries vegetals i animals per l'acció del foc	90
CAPÍTOL XIII. De la descomposició dels òxids vegetals per la fermentació vinosa	95
CAPÍTOL XIV. De la fermentació pútrida	105
CAPÍTOL XV. De la fermentació acetosa	109
CAPÍTOL XVI. De la formació de les sals neutres, i de les diferents bases que entren en llur composició	111
De la potassa	113
De la sosa	116
De l'amoniac	116
De la calç, de la magnèsia, de la barita i de l'alúmina.	117
De les substàncies metàliques	118
CAPÍTOL XVII. Continuació de les reflexions sobre les bases salificables i sobre la formació de les sals neutres.	121

ERRADES

<u>Pàgina</u>	<u>Línia</u>	<u>Diu</u>	<u>Ha de dir</u>
X .	18 .	de els . . .	dels
» .	23 .	de el. . . .	del
23 .	27 .	<i>L Z</i>	<i>L L</i>
29 .	33 .	complert . . .	complet
61 .	1 .	14.	144
64 .	15 .	dels dos gasos	dels dos gasos. No passa pas lo mateix quan hom barreja els dos aires
» .	26 .	podrian. . .	podrien
» .	30 .	probat . . .	provat
68 .	15 .	altre. . . .	altra
70 .	17 .	96 lliures . .	96 lliures 8 unces
101 .	11 .	alcohol . . .	alcohol sec
128 .	5 .	l'ocupar-se. .	ocupar-se
132 .	13 .	bases	moltes bases

Hi ha, endemés, quelques altres errades ortogràfiques que omitim perquè no alteren el sentit de la frase on estan incloses. Confiam en que el llegidor les remarcarà i corregirà.

AQUESTA OBRA FOU ACABADA D'IMPRIMIR
EN ELS TALLERS GRAFICS DE
BELLSOLEY & LLAUGER
EN 21 DE JULIOL DE
MCMXIX



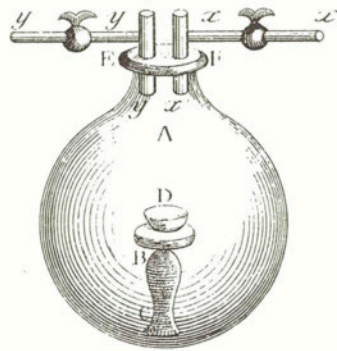
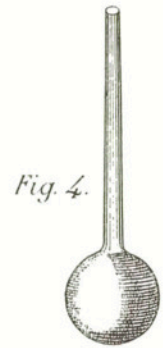
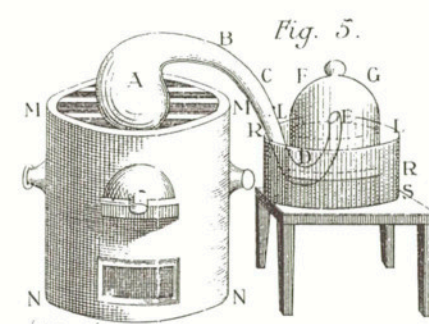
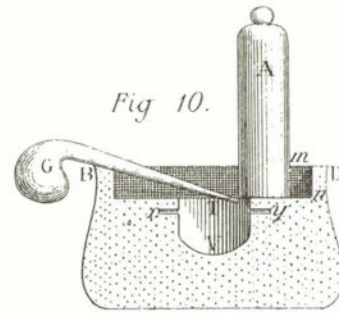
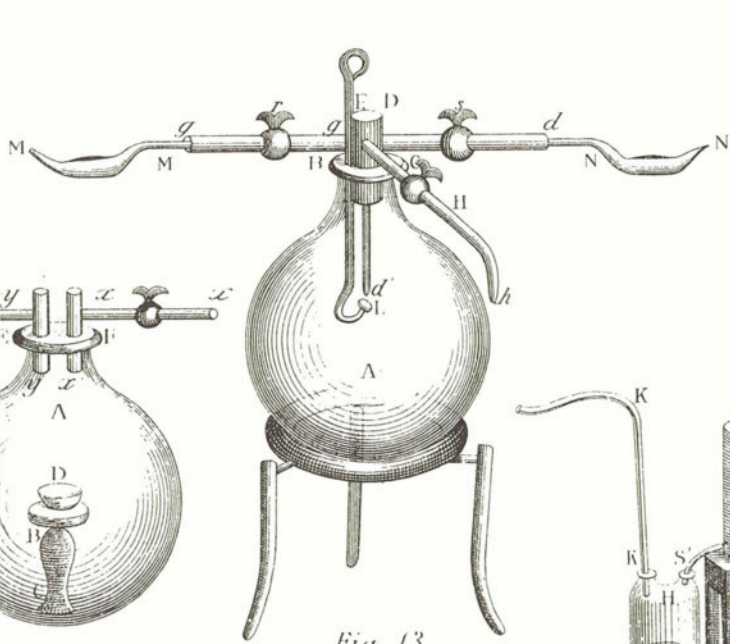
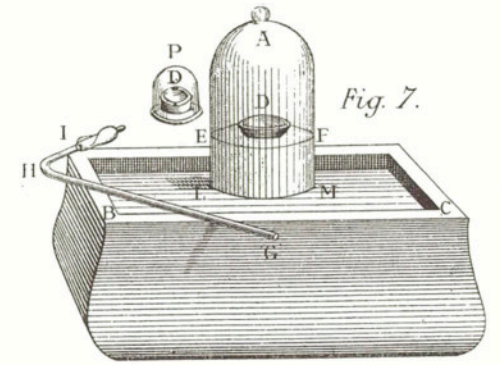
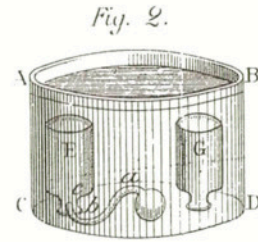
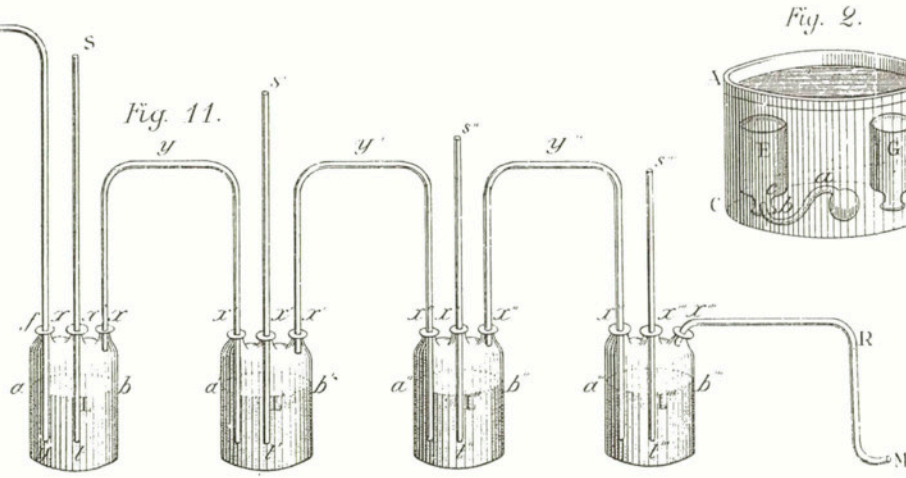
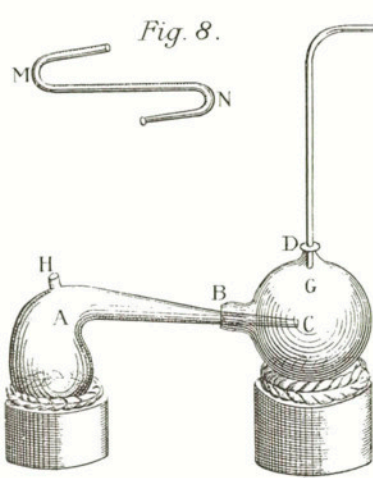
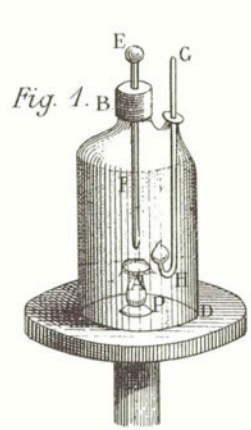


Fig. 13.

Fig. 9.

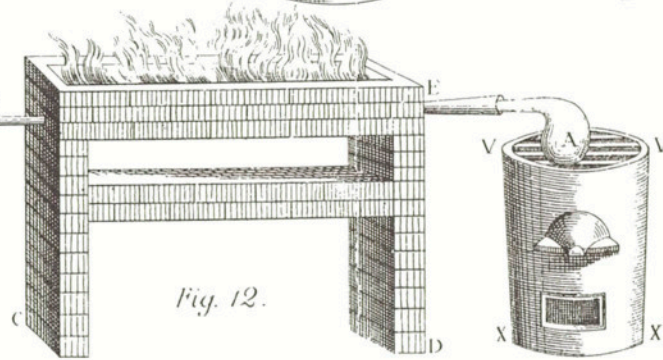


Fig. 12.

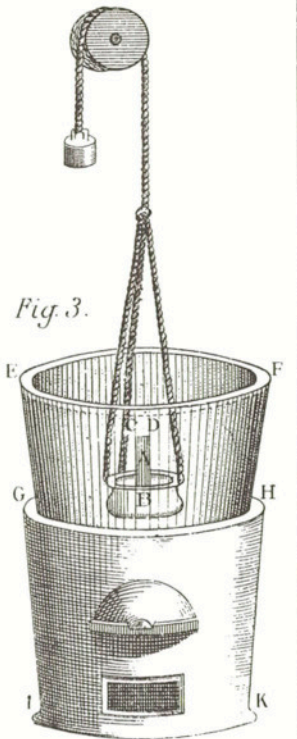


Fig. 3.



DIPÒSIT _____
LLIBRERIA VERDAGUER
_____ BARCELONA