

萬 有 文 庫

第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

德 斐 傳

格 蘭 嘉 著
汪 仁 鏡 譯

商 務 印 書 館 發 行



德 斐 傳

著 嘉 蘭 格
譯 鏡 仁 汪

書 叢 小 學 科 然 自

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第

傳 斐 德

The Scientific Achievements of
Sir Humphry Davy
究必印翻有所權販

中華民國二十六年三月初版

原 著 者 J. C. Gregory

譯 述 者 汪 仁 鏡

發 行 人 王 雲 五
上海河南路

印 刷 所 商 務 印 書 館
上海河南路

發 行 所 商 務 印 書 館
上海及各埠

◆ E 六九五

徐

(本書校對者施伯朱)

原序

亨佛蘭德斐爵士 (Sir Humphry Davy) 嘗親自撰文詳述其一生種種發明及其科學上之觀念。其弟約翰德斐博士 (Dr. John Davy) 哀集之都八冊，刊行於一八三九至一八四〇年。題曰：亨佛蘭德斐爵士全集 (The Collected Works of Sir Humphry Davy, Edited by his Brother, John Davy, M. D. F. R. S.) 此集爲德斐爵士之胞弟所編集，實爲記述爵士科學上成績之主要紀錄。此集共九冊，第二冊至第九冊爲爵士之著作，至第一冊則爲爵士之傳記而爲其弟所撰述者也。

巴黎博士 (Dr. Paris) 曾於一八三一年著有亨佛蘭德斐爵士傳記 (Life of Sir Humphry Davy) 一書，凡二冊。約翰德斐博士亦曾於一八三六年著有亨佛蘭德斐爵士生平言行錄 (Memoirs of the Life of Sir Humphry Davy) 一書，書亦二冊。其後德斐博士編著德斐爵

士全集時所作之傳記卽以此言行錄爲根據。

德斐博士對於巴黎博士之著作性質頗爲不滿。以其「對於德斐爵士之爲科學偉人，爲原始之研究者其批評尙稱公允」而其對於德斐爵士之「爲人爲哲學家」則頗多中傷其名譽之處。於是德斐博士不惜將巴黎博士所作傳記中諷貶之處逐項與以更正。今世讀者若就其所鄭重更正之處試爲瀏覽，有時或將笑其迂闊而疑德斐博士之爲不解幽默者也。例如巴黎博士書中記有一段故事，謂有一船上遭難之法籍外科醫士曾以一枚注射器贈予爵士一節，德斐博士讀之頗爲憤恚，似可不必。依巴黎博士之紀載謂此「寂默無聞於世之機械一經爵士觀察之，不轉瞬間頓呈爲風行一時之各種複雜空氣器械。」巴黎博士之爲此說，所以比示德斐爵士精良之技巧，豐富之計劃，及發明器械之能力深有賴於早年應用器械之獲得，固不必真有其事也。德斐博士以爲作此杜撰故事者疑其另有背景，而於巴黎博士之言論雖有文彩奕奕精密過人之處亦多抹殺，殊屬無謂耳。又如德斐博士之記及塔必泰靈茶社（Tepidarian Society）一節，亦微嫌過於認真。此茶社以社員開會之時祇許飲茶得名。依巴黎博士之紀載，此茶社會於爵士早年爲其召集聽衆，有助於

爵士之早日成名。德斐博士於一八三六年方主張爵士之在皇家學院獲有迅速及顯著之成功時，力闢塔必泰靈茶社之說，似亦非屬必要。蓋任何會社不論其飲茶規條如何之信守，對於社員之協助如何其忠實，其所能為爵士所效力者均不能若爵士本人之能力之辯才為有效。雖然，德斐博士，爵士之胞弟也，本其弟兄之親切關係為爵士所撰之言行錄，允稱當行出色。後世歷史家知所選擇，則於此兩傳記所貢獻之兩方面論點均必歡迎之。當知巴黎博士有時則過於貶刺，而德斐博士則恭維乃兄無微不至也。本書所論，以德斐爵士在科學上之成績為主，故於此等傳記上之爭執不生重要關係。惟巴黎德斐二傳記家之科學知識均合本書採擇之條件。

德斐爵士之學問軼事不獨於上述兩傳中見之。他項書報雜誌如「Edinburgh Review」
「The Quarterly Review」
「The Philosophical Magazine」
「Nicholson's Journal」
「The Gentleman's Magazine」等均有紀述。湯麥斯湯姆孫博士（Dr. Thomas Thomson）於其所撰之化學史（History of Chemistry）中述之亦詳。時為一八三〇——一八三一年，適後於德斐爵士之去世方一年也。此外復可於法拉第（Faraday）之紀載中觀察德斐爵士之學問人格。

瓊斯博士 (Dr. Bence Jones) 編有法拉第氏文鈔及行述一書 (The Life and Letters of Faraday) 頗多法拉第氏關於德斐爵士之紀載。夫以法氏嘗爲爵士之助手有年又嘗參加爵士之種種研究工作。其知爵士之深，決不能盲然於爵士之過失，亦決不能昧乎爵士科學上之智慧。德斐爵士一生言行散見於各種書籍，故吾人欲求紀錄之完備必須一一參考之。本書之編輯，對於以上各種書籍均曾參考及之。

時至一九二九年適爲德斐爵士逝世百週紀念，吾人此時將爵士科學上之成績重述一過，使人緬懷前哲，知所景仰，或亦適當機會也。每一時代必須有前代之歷史爲其參考。歷史無終古不變者，故雖歷史上之事實無所變更，而後人觀察歷史之目光則日新月異而歲不同也。德斐爵士之成績及其見解雖至今依然如同百年之前，而吾人之目光既不同於巴黎博士，亦未合於德斐博士。蓋年代久遠者之追思往昔，迥不同於當世之評論時賢也。琉善氏 (Lucian) 嘗以史筆簡潔評史學家，而史筆之簡潔尤須以時代之悠遠益使其見長也。大多數之現代讀者所欲知於爵士之處，較諸巴黎德斐二博士所欲告吾人者爲少。本書專重紀錄德斐爵士在科學上之貢獻，比諸以前二歷史

家性質較專。故僅採用必需之傳記材料以適合傳記體裁耳。亨佛蘭德斐爵士在歷史上爲不可磨滅之人物者，非以其有薄弱之人格，非以其一生之遭遇，亦非以其能號召盛大聽衆，爵士之偉大處蓋在其科學上之價值。綜合其一生科學上之發明及學說摘其綱領，撰爲要略，可使吾人於當世之科學運動及其進步得一詳確之見解。本書編輯之宗旨卽在於此。使本書而不能達此宗旨則著者當負其咎，而於論旨何尤。

本書較諸滔泊 (Thorp) 氏新著之享佛蘭德斐詩家及哲學家 (Humphry Davy, Poet and Philosopher) 一書又爲側重爵士之科學。本書中論及數項問題最爲值得注意。泊拉脫氏 (Prout) 之假說或曾受有德斐爵士之暗示。德斐爵士在學說迷亂時期曾就一種修正的燃素說之可能性詳爲評論。此種關於燃素能力之索引通常未能爲人所通曉者應受相當之注意。德斐爵士有受道爾頓 (Dalton) 之助處，通常不爲吾人充分認識。本書中特將道爾頓之「定比例」所予德斐之協助盡力表明之。德斐爵士曾預料科學上之見解將有種種變化。此種見解包括酸類之含氧學說，空氣之爲物理之混合而非化學之化合，及英國科學家終究採用 H_2O 爲水之分子式

等。

格蘭嘉 (Joshua C. Gregory) 序於英國約克省之

勃拉福 (Bradford, Yorkshire)

西歷一九三〇年三月三十一日

目錄

裏封面	遺像	此係亨佛蘭德斐爵士遺像爲斯克立文 (E. Scriven) 摹倣勞倫斯爵士 (Sir Thomas Lawrence) 所繪畫像而彫刻者
第一章	光氧 一
第二章	一氧化二氮 二七
第三章	電化學上之成功 四〇
第四章	一個學說迷亂時期 六一
第五章	不可分解之氯及化學原理 七六
第六章	八年之研究 九五
第七章	從一八二〇年至一八二六年 一〇九

第八章 德斐與道爾頓……………一二七

第九章 末年……………一四一

德斐傳

第一章 光氣

吾人爲德斐爵士作其科學上之成功之傳記者，確嘗感受一種美中不足之處，卽其性情之頗多瑕疵是也。茲先就其性情上之不幸一面節述數行，以作弁言，庶幾於吾人敘述之時不必更贅其瑕疵矣。法拉第者，曾爲德斐之助手有年，其與德斐合作之時期亦甚久，嘗謂：吾常以吾居停之爲人作吾所應戒免之模範。蓋德斐之爲人完全爲其成功所毀損。德斐刻意好名，而名譽之來固至速捷，於是其自尊自大之心油然而生矣。此項妄自尊大之心於德斐之爲人固有損毀，然於其爲自然科學家則或反大有裨益，年方二十四歲卽已爲著名之發明家而爲公衆所推崇也。雖以運動中釣魚之微，爲渠所愛好，亦不喜爲他人所勝，設有人提起他人於科學上可以超過其地位者，則必悻悻然

不勝憤怒。其自大之習性自始卽有之，因成名而益甚，常使其傲視同僚而於他人之批評則暴躁無容人之量。曾有一次偶以細故致使其嫉妬法拉第，而反對法拉第爲皇家學院會員。其自大之心常使其睥睨一切，甚且有時對於渠所認爲匹敵者度量過狹。至德斐與其弟約翰德斐所以得能常保其友愛關係者，或係其弟之善於事兄有以致之。亨佛蘭德斐爵士之爲人並非完全無足取者，亦並非僅就科學家之人格上始見其偉大者。渠嘗運用其科學上之智慧發明一種安全燈，使煤礦工人之工作得以安全，渠未嘗因此要求專利以圖其個人之利益，此時之人格固亦高尚可取。惟有一點則爲確切不移者，卽德斐爵士爲人之高尚程度斷不若其爲科學家之偉大也。德斐夫婦之間秉賦不同，意見時相參商，然當一八二九年德斐赴日內瓦（Geneva）去世之時，仍與夫人偕行，可見其夫婦間之情感亦未嘗完全破裂。德斐之爲人確有缺點，然其科學上之成績則光明燦爛儘足掩其瑕疵。此種事實，雖於德斐之爲人最感不滿之傳記者亦當確切承認。法拉第雖於德斐之爲人發見種種缺點爲其終身之殷鑑，然於德斐之爲自然科學家則深知其確係聰明偉大，世上較德斐之爲人更高尚者有之，較德斐在科學上更偉大者亦或有之；然以其具有真確之科學成績與其所受當

世之推崇備至二者相提並論，則未見有能勝之者。亨佛蘭德斐爵士以一大科學家而能及身備受公衆之熱烈推崇，幾可謂舉世無雙矣。

使約翰孫博士 (Dr. Johnson) 今日猶存，殆將謂德斐之所以得成爲一自然科學家或一化學家者，由於德斐之嘗讀臬古爾生化學辭典 (Nicholson's Dictionary of Chemistry) 及開爾氏 (Kerr) 所譯之拉瓦節化學原論 (Lavoisier's Traité Élémentaire de Chimie)。約翰孫之言曰：「真正天才者，其心靈具有偉大普遍之能力，祇以偶然之緣因而使其傾向於一方。」照此種見解，則天才者可以學習任何事業無往而不可，徒以所遇之環境關係而擇取其一端耳。譬如雷那爵士 (Sir Joshua Reynolds) 之得成名油畫家，卽由其讀律却生氏之油畫學論 (Richardson's Treatise on Painting)。約翰孫復謂史本塞之仙后詩 (Spenser's Fairy Queen) 嘗使考力氏 (Cowley) 始知韻文之美，引起其好詩之癖，而考力終得成爲詩人。約翰孫博士以爲一人成功之方向常取決於一偶然之事件。仙后詩之終使考力氏爲詩人，律却生油畫學論之造就雷那爲畫家，卽其例也。使約翰孫生於德斐之後而不生於其前，彼將曰臬古爾生之辭典及拉瓦節

之論文嘗使此青年之德斐成爲化學家矣。

亨佛蘭德斐爵士生於本盛司城 (Penzance)，時在西歷一七七八年之十二月十七日也。年十九，始習化學（約在一七九七年十一月至十二月間）。著名之拉瓦節論文及有權威之臬古爾生辭典，卽其所遭遇之偶然事件，引起其學習化學之動機，終致成爲其畢生事業之最大鵠的。德斐博士與爵士弟兄間友於篤切，其崇敬兄長終身如一日，終且爲其兄立傳紀功，曾謂其兄生平嘗有各種際遇使其傾向於科學之研習，譬如山岬之石，或稱石龍子者，卽曾引起其好奇之心，以研究「自然界不可思議之工作」；海中所產之海藻曾爲其最先研究各項問題中之一項；爵士所居附近之銅礦鐵礦亦曾引起其注意。德斐博士對於其兄之與瓦特 (Gregory Watt) 及吉柏 (Davies Gilbert) 二人之交際亦認爲頗關重要，惟拉瓦節之論文及臬古爾生之辭典實爲啓發爵士終身致力於科學事業之最要動機耳。德斐爵士曾於一七九五年習醫藥業於本盛司。其師名平漢波拉斯 (Bingham Borlase)，一藥劑師而兼外科醫生者也。其始或以職業上之需要而求正於拉臬二人之著作，終且爲二人所同化，由一醫士而變爲一化學家也。

德斐爵士之得成爲名化學家及其所以決心研究自然科學，果否由於此項偶然之遭遇，一若約翰孫之所或將推測者，殊令人未能置信。大凡吾人之偶有遭遇而能受其感應者，必其人之趨向及才能原已傾向於其遭遇而感應斯能隨之耳。考力氏之得成詩人或有疑其由於史本塞之仙后詩所啓發，然必考力氏原有詩學之傾向始能爲所感應。拉臬二氏之能感化德斐，殆亦以德斐原爲一傾向自然科學之學者耳。古勒奇 (Coleridge) 以爲使德斐而不能以哲學家及科學家見稱於世者，必已以詩家成名矣。使約翰孫博士而與德斐並生一時，必將爲之惋惜不已。蓋約翰孫素重文學而於自然界之知識則認爲無足重輕，吾人可於約翰孫之文鈔中隨處見其評論寧願得一詩人較勝於衆科學家也。使其得聞德斐之事，必將深惜當德斐之未爲拉臬二氏所同化以前，未能先爲仙后詩一類之詩誘致而成詩家也。德斐亦嘗吟詩題句終身不輟，惟以詩人之德斐與科學家之德斐相較，殊難抗行耳。

德斐爵士具有大才力，運用之時每能恰到好處。造物所賦予爵士者似大都爲此等稟性適合其發明時所運用者，而天生之慾望亦適爲此等慾望，必藉其研究而滿足者。其於化學上興味感應

至速。自一七九七年歲暮德斐開始研究化學，未及數月即撰著熱及光等論文 (*Essays on Heat and Light, &c.*) 一書。此書刊行於一七九九年，距其初習化學之時猶不足二年。德斐竟欲將科學上數種現象別創新見解，甚至欲將拉瓦節之燃燒學說試爲修改，所謂初生之犢不畏虎也。此書所載者固多膚淺之臆說及不完備之試驗，然已可顯示此青年研究家已能展用其長才於適當之途徑矣。此後德斐之研究科學不復能認爲拉臬二氏所衝動。不從德斐之在詩人地位言而從其在科學家地位論之，則研究室者顯已成爲其真正之家庭而科學之研究真已爲其最感興味之嗜好矣。實驗之嘗試在一八〇〇年間卽爲其最所愛好，此事至爲確切；越三年後渠卽能在研究科學人物中佔得一席之地，亦同屬確切無疑。十二年後法拉第氏著書論其人，謂德斐雖當練習之時尙有發明。至於德斐博士其敬愛兄長之處無微不至，於此等佳話豈有遺忘，故亦盛稱爵士之酷好研究。科學家之德斐較諸詩家之德斐更足代表真正之德斐。試就其於詩文與科學之比較觀證之，益足見信。時至一八〇五年，德斐方二十七歲，嘗於其日記中明白言之。其言曰：詩文之於人娛樂重於教育，科學之於人教育重於娛樂。德斐之與研究室幾不可須臾分離。雖於一八一二年新婚之後猶攜帶

一種隨身化學器具偕其夫人赴蘇格蘭高原作其遊覽旅行也。歐洲各國之研究院嘗於一八一二年特爲德斐開放，歡迎其在院內研究。一八一三年德斐偕其夫人同遊歐洲大陸時即曾借用之。惟德斐之隨身化學器具則仍追隨其左右使其研究工作無時不可爲也。當時法拉第嘗以助手資格隨之旅行。德斐氏之發明無物足以阻止之，亦無物足以分其心。舉凡社交之愉快，社會之名望均不足以誘致其拋棄研究室生活。社交之引誘從未有絲毫之事實會能阻止其科學之進步，社會之名望雖曾致其爲人之人格上微有瑕疵，而於其爲化學家之人格則絕無影響。科學上之發明曾足引致其重理醫藥業或成一名醫而得名利之雙收。且於一八一〇年曾經一度準備重理舊業；惟爲其稟賦之傾向所拘束，終無所變更耳。當時教堂中頗有賞識其辯才欲羅致之以爲宗教宣傳者，卒亦未得效果。愛情之於德斐，亦同醫藥、宗教以及名望等，不足以分其酷好科學之心。僅在其結婚之前，德斐曾有一函稟告其母親，謂有一絕色女子爲其所傾倒，幾能阻止其研究生活於一時。然此不過從求愛以至結婚，爲時至暫。依約翰德斐之記載，自一八一二年其兄於阿伯利斯夫人（Mrs. Anrece）結婚之後，即仍恢復其研究習慣。故謂結婚曾將其科學生活擾亂於一時則可，謂曾阻止

其科學生活則不可綜觀。亨佛蘭德斐爵士生平事蹟，似乎天生此人爲大科學家，既與以適應之能力復啓以適應之大願望也。德斐自經拉瓦節及臬古爾生之誘導而沉浸於化學，遂得成爲大科學家。其篤志研究之專，幾無事足以分其心者。舉凡名譽也、醫藥也、宗教也、愛情也，均不足以分其心。其探索真理之志至死猶未嘗輟，故以死亡之甚非至最後一息尙未足以動德斐之心。噫，德斐爵士真天生之化學家也，拉瓦節、臬古爾生僅爲之啓示其途徑耳。

約翰德斐博士嘗以率直之態度評論爵士之爲學，謂其常能拋棄一項成見迅速無比。德斐爵士自述其長處在於並不過分堅持成見。德斐有一特性，先將自己之意見改變以預料他人意見之改變；且常能貢獻種種發明，以待他人意見之改變。德斐既非隨風轉舵之人，亦未嘗無果決之論斷，或偏愛之觀念；惟如將其意見加以嚴厲試驗之後，知其與事實不符，則不惜摒棄之。德斐以初出茅廬之青年，未嘗有研究經驗，竟欲盡力以改拉瓦節之燃燒學說，卽爲此種個性之特徵。

法國革命黨人雖於一七九四年將拉瓦節氏送上斷頭臺，然拉瓦節之觀念未嘗隨之滅亡。當一七八九年拉瓦節之化學原論刊行之後，開爾氏立即譯成英文。開爾之英文譯本曾於一七九〇

年發行初版，並於一七九六年發行再版。自一七七二年十一月一日拉瓦節氏投其著名之書函於法國學院 (French Academy) 起，至一七八九年拉氏刊行其化學原論止，拉氏逐漸將化學一科根本改造。此項原論一經刊行立能博得多數化學家之贊成，新化學而舊時之燃素說日漸為拉氏之實驗及其闡發之理論所屈服。雖則燃素學家之中堅施托爾 (Stahl) 為一德人，然德國之青年化學家反漸成為反燃素學者。一七九二年克拉普洛特 (Klaproth) 曾在柏林科學院 (Academy of Sciences of Berlin) 中將拉瓦節之實驗全部復驗一過。其結果使克拉普洛特及其科學院完全承認拉瓦節之學說為真實不虛者。(此事記載於湯麥斯湯姆孫之化學史 (Thomas Thomson's History of Chemistry in 1830-1) 中。且不獨德國之化學家為然，法英兩國之化學家亦日漸歸附於拉瓦節旗幟之下。惟當時頑固反抗拉氏之學說者亦頗不乏人，臬古爾生之化學辭典須至一七九五年始經刊行也。德斐博士於一八三六年著書論其事，認為「新舊學說之分水嶺」。普利斯特利博士 (Dr. Joseph Priestly) 卒於一八〇四年，至死仍確信燃素說。卡汾狄士勳爵 (Henry Cavendish) 卒於一八一〇年，始終未曾反對施托爾氏，亦無記載可以證明其同情。

於拉瓦節氏當一七九七年德斐初習化學之時，拉瓦節原論中所主之燃燒學說日漸盛行，宜乎其為德斐所研習。臬古爾生雖以為拋棄燃素說可使化學一科大為簡易，然德斐讀臬氏辭典之後，亦必明瞭尚有種種舊觀念為一般社會所留戀者在。德斐雖則採取拉瓦節之反燃素說，且曾有種種細則上之修正，惟有一時為努力了解起見，渠曾討論改良燃素說之可能性。然而德斐爵士終其身實未曾復歸於燃素說，不論其為舊說或改良說也。此說約翰德斐博士頗堅主之。德斐氏探討科學問題毫無成見，其一種自由精神幾使其復行擁護舊說以與拉瓦節所確立之解說相抗爭。

當水銀（汞）在空氣中徐徐沸煮之，即有一種紅色粉末在水銀面上漸漸生成。將銅在空氣中燒熱即有一種黑色固體生成。此外尚有多種金屬在空氣中燒熱之，亦有類似之物質產生。如此在空氣中將金屬加熱後所生之金屬產物名為金屬灰（英文名為 Calx），此種金屬灰即近代之氧化物。在一六六〇——一七三四年施托爾解釋此項變化如下：

金 屬

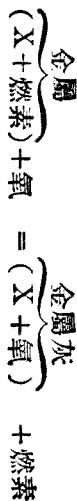
（金屬灰 + 燃素） = 金屬灰 + 燃素

當金屬物加熱之後，即有燃素放出而將金屬灰留下。此項燃素雖可假定為曾經放出者，何以金屬灰反較原來之金屬為重。施托爾對於此點置之不問，惟有化學家多人曾設法以解釋之。在各種解釋之方法中有一種解釋對於此處最有關聯。照此種解釋，金屬之為物假定為 X + 燃素，而 X 則並非金屬灰，當 X 加熱之後，即有燃素放出而與某物質相結合成為金屬灰。其方式為：

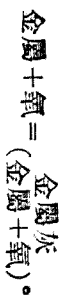


金屬灰之所以較重於金屬者，蓋因加入之「某物質」較諸逸出之燃素為重。此種「某物質」復隨燃素學家各人之幻想而異。在一七七四年之後此類解釋頗有重要之進展，拉瓦節終使化學家信服此所謂「某物質」者即是氧。

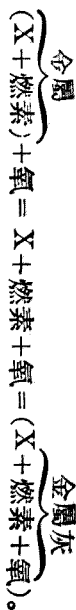
拉瓦節復曾確切建立另一重要問題：金屬灰（後漸改名為氧化物）之總重量適等於原來之金屬與其化合之氧二者重量之和。此點顯與下列方程式不符！



而於下列方程式相合



燃素學家不願拋棄其傳統之燃素尙可勉強作下式以解釋之



即放出之燃素先與氧化合，然後此燃素與氧之化合物更與剩餘之X相化合而生金屬灰。以上二種解釋於金屬灰之產生均認為金屬與氧之化合。惟拉瓦節認金屬為單獨之原質而燃素學家則認為X及燃素之化合物。在代表拉瓦節氏見解之方程式中：
 $\text{金屬灰} = \text{金屬} + \text{鹽}$ ，燃素學家將

(X + 燃素) 代表金屬。自一七八一年卡芬狄士發明水之組成將燃素與氫證為一物。復將所

成之化合物(燃素+氧)證爲水後，燃素學家之解釋因之增強若干勢力。此後之種種改良燃素說，連同德斐氏對於燃素學復活可能性之研究在內，均根據於將舊日之燃素證爲「可燃之空氣」(Inflammable air)——此可燃之空氣後漸改稱爲氫。

此青年之德斐應能於臬古爾生之化學辭典中讀得一點，即不論燃素學者或反燃素學者對於酸類加在金屬之作用及將金屬加熱於過量之養氣(氧)中所生之作用，在此二者之間莫不承認其有相同之處。例如：依燃素學家之見解，鋅係(X+燃素)當稀硫酸加在金屬之上，則稀硫酸即與X相化合而放出燃素。此溶液中之酸類相當於加熱時之「某物質」至爲明顯。一七六六年卡汾狄士曾從此項反應作用中求得「可燃之空氣」(inflammable air)，並建議此「可燃之空氣」即爲燃素之本身。其後拉瓦節氏名此氣曰「氫」。卡汾狄士復於一七八一年發見此項從金屬得來之「可燃之空氣」(inflammable air from metals)或稱爲「氫」或稱爲燃素，若使其與氧化合即成爲水。至一七八三年拉瓦節氏完全證明其爲確實。

水之爲氧及「可燃的空氣」之化合物在一七八三年之後已爲一般所承認。拉瓦節氏名此

「可燃之空氣」曰「氫」，燃素學者通常名之曰「燃素」。燃素學者復證明鐵爲（X + 燃素）
 拉瓦節氏則認爲一種元素。當稀硫酸反應於鐵之時，燃素學者以爲稀硫酸係與X化合而放出燃
 素。當鐵於空氣中加熱時亦有燃素之放出，此放出之燃素與空氣中之氧化合成水，然後再與剩餘
 之X結合。拉瓦節於酸性溶液及加熱作用雖亦認爲相類，惟其見解則大不相同。燒熱之鐵與氧化
 合而生氧化物。在稀硫酸中雖亦產生氧化物，惟其所需之氧則取自水中，至氫氣之放出由於水之
 分解，如此產生之氧化物復與硫酸化合。其反應如下：



然後此產生之氧化物復與酸類相化合。

最後此燃素學家之公式



所認為放出燃素與氧氣化合水復與X化合之結果，即為拉瓦節刪簡而成下式：



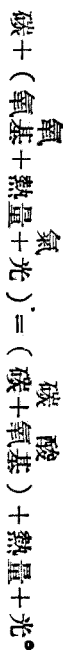
在一七九七年德斐初習化學之時，此項觀念即已盛行於世，德斐對之並不懷疑，惟對於拉瓦節之補充各點則頗多非難。燃一細鐵絲於氧氣中即有熱及光之發出。金屬與氧氣之結合則既可以解釋氧化物之產生矣，惟不能以之釋明熱及光。拉瓦節之燃燒學說曾示吾人以一種解釋方法：氧之為拉氏認為一種「氧基」(oxygen base)及熱(caloric)之化合物，至於光之與氧基亦認為與熱之與氧基相同。氧基之輕重吾人可以權之，至於熱及光則不能感動天平。鐵經燃燒之時其作用為：



故此項作用中可以權重之物質及不可權重之物質均曾參加在內。氧與金屬之化合量適等於於氧化物之重量者。即由此可以權重之部分負其責。此種見解當時曾經成立，惟現代之化學家不復承

認熱之爲物質，對於氧亦僅稱氧而不稱氧基。至不可權重之部分則負熱及光之責，而熱之發生由於假定之熱量，光之發生由於假定之光量潛伏於物質之中。拉瓦節曾聲明此「假定」之意義係表明此種解釋之爲暫定者。當加熱作用行之於較爲徐緩之時，熱之發生即較不顯著而光之發生則更難感覺矣。吾人將汞徐徐加熱以生紅色氧化物時，並無顯著之熱及光發生，即其例也。

當硫黃、油類或其他物質發生有焰之燃燒時，依燃素學者之見解謂係由於燃素從分裂之物質中逸出。拉瓦節則認爲大致係物質與氧基相化合，而熱及光之發生則復以爲來自分解之氧氣中所放出之熱量及光。木炭燃燒之時，其作用爲：



氫氣之組成，亦類於氧氣，含有氫基 (Hydrogen base)，熱量及光。當氧氣與氫氣二者相合發生強烈作用化合成水時，二氣中所含之熱量及光大都於此剎那間逸出。

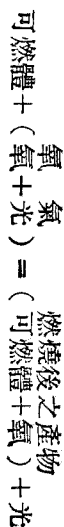
熱與物質之關係在拉瓦節之燃燒學說中較以上所摘要者論之尤詳；惟以上之摘要雖或嫌

率直，然爲吾人領悟起見，則已覺裕如。

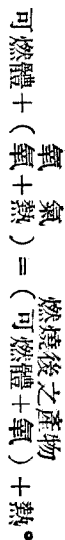
因拉瓦節本人於氧氣中注重假定之熱較甚於假定之光，故臬古爾生之辭典及其他書籍中對於熱量氧 (caloric-oxygen) 或熱量氧基 (caloric oxygen base) 亦較爲着重。光之意義或曾引起德斐之草創試驗，且瀰漫於其理論中，未嘗受拉瓦節之暗示。光之宇宙間意義原爲一極尋常之論題。在昔希臘有一種寓言「fable of prometheus」謂使上帝而不以光供給於地球使有組織、感覺、及智慧者，則自然界將不復有生物。拉瓦節頗踴躍其說。德斐嘗悟及光之大貯蓄池係存於太陽及恆星之中。彼造物者特使之瀰散於宇宙間種種組織及生活之中。此項言論與拉瓦節如出一轍，而德斐攻擊拉瓦節謂其「完全忽略於光」殆健忘其理論之藍本，與拉瓦節對於氧氣與光固亦認有顯明之連鎖者歟！

青年之德斐運用其忽遽之推斷力曾就拉瓦節及其他法國之聰明命名家之學說中察見兩項缺點：一爲迷信之熱，一爲光之被人輕視。德斐思將此兩項缺點與以修正。於是採用「光氧氣」(phosoxxygen) 之名辭以代替「熱氧氣」採用粒子中推斥運動以代替幻想之熱。

所謂「光氧氣」即通常之氧氣由德斐氏認作氧與光之化合物用以替代其所摒棄之「熱氧氣」者也。當磷、硫、或碳燃燒於氧氣（此時德斐稱曰光氧氣）中，此等可燃體即與氧氣化合而放出「光」。德斐解如下式：



藉以代替拉瓦節之



德斐甚且謂一經有光之放出，渠曾測得重量之減輕。當渠試驗之時，將可燃體封入滿貯光氧氣（即氧氣）之玻璃球中而以燒熱之玻璃棒燃之。燃燒之後，球中所含全體物質之重量似見減輕，蓋因光之曾經逸出也。德斐雖承認其所用之天平並非十分敏感；惟堅謂當其將磷燃燒於「光氧」中而成磷酸時，曾發見一顯著之減輕重量，將硫或碳依同法試驗之時亦見減輕，但不若磷之

甚耳。

德斐以一年事尙輕，經驗未富之試驗家，竟復繼續推論謂純粹之「氧化鉛」含有氧及鉛。光之作用可從氧化鉛中提出氧氣使與之結合以成「光氧氣」而將鉛留下。德斐確信若將光除去之後，熱量並不能發生此項變化。使有光之導入，則不論吾人所用之熱或來自強熱之玻璃棒或來自較爲溫和之燭光，此氧化鉛即得分解而爲鉛及「光氧氣」。氧化物中之氧在黑暗之處不能組成「光氧氣」，必須受有多少之光始得組成之，故雖一枝燭光之微已足應用。

德斐之缺乏經驗在其對於鉛丹所發生之顯著錯誤中可以充分證明。臬古爾生於其辭典中嘗紀有金屬加熱至近乎燃燒點時，光能使之成爲金屬灰之說。德斐殆信崇此說過於熱中，抑或拘於其本人成見，未遑仔細觀察歟？其所作密閉燃燒之實驗中所以有重量之減輕者殆有二種原因：一爲其刻意發明先有成見，一爲其試驗技術此時尙未臻於完善之境。

汞與「光氧氣」之化合，自德斐觀之，必係汞與「光氧氣」中之氧及光一併化合，故化合之時不見有光之發生。如此產生之「光氧化汞」即爲「紅色氧化汞」。「光氧化鉛」亦含氧氣及

光，其色亦爲紅黃色。氧化鎢在日光中呈藍色，似亦爲「光氧化物」。物體之色澤，似與物體所含氧及光之數量有關。色澤之深淺，恆視其成分之多少而定。德斐於此說之闡釋，信口開河，一無含蓄。嘗謂黑人皮膚中，使能保留氧氣，則黑人亦能變白。蓋祇有氧氣，可給吾人以白色，而光則奪取之以組「光氧氣」。黑人皮膚中，遂含過量之碳質，而使其成爲黑色。婦女之所以較男子爲美麗者，因其在日光中之時間較少。使德斐而生於今日，恐未必作此理論。

拉瓦節曾從貝粟勒脫 (Berthollet) 之實驗，察得化合之光，可以協助熱量，使其保持氧氣於氣體狀態。拉氏亦曾暗示，化合之光與植物之生長有關，並認綠葉之色素及花卉之顏色，與之或有關聯。使德斐於拉氏之原論中，曾讀過此節者，則當其批評拉氏完全忽略於光之時，必已完全忘卻。德斐一面攻擊他人之忽略，一面忽忽發展其魯莽觀念。「使光及氧氣」能以種種不同之比例相化合，則天空之上層，將滿佈一種「發光之光氧氣」(Luminated phosxygen)——此發光之光氧氣，爲一種含有極多成分之化合光之氧氣，使「光氧氣」與肺中靜脈血完全相化合，一如實驗之所示。使植物之色彩，在太陽光線之下，爭奇鬪豔；使動物之色澤，與在日光中暴露有關；則天

然之顏色有賴於化合光及氧氣矣。

「光氧氣」中化合之氧，於燃燒時之分離作用應另覓解釋之道。德斐推測物質特有之吸引力能將光之粒子及氧之粒子相結合。因氧氣之粒子吸引光之粒子，光遂凝合於氧氣或「光氧氣」中使其粒子之間成爲接觸狀態。當光之經燃燒而由氧氣中分出之時，其加於光粒子上之大排斥運動較之加於光粒子上之最大吸引力猶遠超過之。此項排斥運動能將光射出作一種「生存狀態」爲光之所特具者。當光之微粒子以幾屬不可思議之速度完全反抗引力而分佈於空間之時，此項微粒子常受有不斷之「分離運動」。從燃燒作用放出之光通常在一種狀態，德斐名之曰「排斥之投射狀態」(Repulsive projection)。其後他人亦襲用此名。此類觀念在德斐推論學說上頗關重要，雖其後德斐之幼稚評論時期已過，仍繼續於其理論中留有相當關係。就此項見解而論，光之粒子互相排斥至爲猛烈。有時所以不作排斥運動者蓋由他種粒子所吸引強使之密集一處耳。「光氧氣」中之光卽其一例也。當其放出之時吸引力業經除去，而其粒子間相互排斥之強烈作用卽時恢復，遂至粒子與粒子互相排擠急速造成「排斥之投射狀態」。德斐復嘗推

測密集式之光，即光中粒子擠集一處而成者，構成「電流體」(Electric fluid)。電火花之光時常強迫吾人假定光與電之間具有關聯之處。光之粒子擠集一處以成「電流體」及在真正放光之時有急速之投射等議論，非僅限於德斐一人之理論中始得見之。

德斐雖未嘗覺悟其主張之「光氧氣」實即拉瓦節之氧氣而將熱量除外。其解釋燃燒時光之放出亦同拉瓦節之解釋爲由氧氣中所射出。惟其於假定氧氣中含有光在，及光於與他物體相化合等點，則不若拉瓦節之謹慎。燃燒之熱以前拉瓦節曾經嘗試解作從氧氣中放出之熱量。至德斐之「光氧氣」則並不含有熱量，何能作放出熱量之解釋。於是德斐不得不另覓解釋之法。

「熱量說」(caloric theory)在當時尙有一對抗之學說，德斐即採取其說以解釋其主張。主張熱量說者認熱爲並無重量具有伸縮性之流體，其在物質中分佈之情形宛同水之浸入海棉，且至少有一部分與物質相化合。當拉瓦節採取之時此項學說早已流行且日漸爲人所信仰。此假定之流體遂由英人名之曰「caloric」拉瓦節名之曰「Calorique」其意皆熱量也。惟在十七世紀早已另有一種學說，至德斐之時尙可與熱量說分庭抗禮，顧信之者不若熱量說之爲盛耳。

拉瓦節認氧氣中潛藏熱量，故當燃燒時即放射而爲可以感覺之熱，德斐捨棄熱量故採用其對抗之說。

昔者波義耳氏 (Robert Boyle, 1627-91) 曾見一工匠鑽擊礮彈，其鑽出之鐵屑落於地上。波義耳見一旁觀者在其左右因託其拾取之，不意此旁觀者之手指竟爲此熱鐵屑所灼傷。於是波義耳悟及此鐵屑之所以變熱由於旋轉之鑽擊將鐵之內部各粒子激成極速之紛擾運動之故。此所謂「內部運動」 (intestine motions) 者——即指物質內部之粒子運動——實爲當時與熱量說對抗之學說，臬古爾生辭典中載有一節。其言曰：「有兩種意見久已將科學界劃分爲二；一種意見認熱爲一項物體內部各部分之特殊運動或振動，振動愈烈則溫度愈高；另有一種意見則認熱爲一種物體或一種流質，其含量之多少即發生溫度之高低。」德斐之採取前說或即由此書中讀得。

倫福德伯爵 (Count Rumford) 嘗以黃銅礮之試驗而使其信服物體之變熱由於內部組成之粒子間運動之加速。鑽擊礮彈之運動繼續不絕，遂將礮彈加熱而拋出灼熱之鑽屑，是鑽擊運

動一變而爲礮彈內部之粒子運動矣。此少年德斐曾於一七九七至一七九九年間將兩枚平行六面體之冰摩擦成水，又將蠟塊摩擦成液體。當德斐試驗之時係用機械的裝置在一抽空之器具中行。且曾將冰塊環繞蠟塊以阻止外界熱量之流入蠟塊。德斐由此實驗遂得一項結論，一若以前倫福德、波義耳二人所得者，確認熱爲粒子之「排斥運動」。燃物體於空氣中時，組成物體之各粒子爲燃燒之力量所激動而作更爲猛烈之運動，於是物體亦隨之更熱。拉瓦節認燃燒之熱爲放出之熱量，德斐則認燃燒之熱爲組成物體中粒子之加速運動。

德斐不但以爲燃燒之熱策動物體粒子於猛烈之運動，且另採一種當時盛行之解釋方法以補充其學說。譬如將一磅水加熱使之升高溫度二十度，其所需之熱較將一磅水銀加熱時所需者爲多。換言之，卽水之熱容量較大。使以同量之熱各加於一磅之水及一磅水銀（卽汞），且水與水銀之溫度在未加熱時又使其相等，則加熱後水銀之溫度必較水之溫度爲高；蓋以水銀之熱容量較小也。故使吾人能將水加熱後變爲含熱容量較小之水銀，則其溫度較之加熱後仍爲水時必可高出多多。德斐復有一種假定，例如：當燃磷之時磷與氧相化合，其產生之物質比之原來之物質含

有較小之熱容量，故其產生之物質較原來物質爲熱，猶之將水加熱變爲水銀時較之將水加熱仍爲水時必更爲熱。加熱之後，水本不能變爲水銀，而此種見解德斐用之以補充其學說，當時頗流行一時。燃燒之產物其熱容量較之原來物質所含者假定爲小，或依之德斐之論法，認其含有較大之「受熱才能」(capabilities for heat)，以使溫度之增加。所謂「受熱才能」者，係指使物體變爲更熱之才能而言。

植物受有光之感應，曾經察得其有氧氣之放出。當時疑及植物能從水中奪取氫氣而將氧氣放出。臬古爾生之辭典中承認此項爭論尙未能爲人所否決。德斐敘述其海藻之試驗推斷海藻之確曾從水中奪取氫氣。水中原含有氫及氧二元素，氫既爲植物所吸取，氧遂與光相化合而成「光氧氣」或稱氧氣。

德斐復推論植物（運海藻在內）能從碳酸中吸取碳質放出氧氣。碳酸中含有碳及氧；碳爲植物所吸取，氧則與光相化合而成「光氧氣」或稱氧氣。有一種植物名薄葉蚤綴 (arenaria tenuifolia) 德斐試將其在碳酸氣之空氣中暴露於日光下，即察見有氧氣（當時德斐稱爲光

氧氣)之放出。因植物不能利用未經稀薄之碳酸氣(即今之二氧化碳)故此時之德斐尙未得視爲一經驗之研究家也。惟渠當時已覺悟空氣中之碳酸氣實爲燃燒，化學作用及動物之呼吸所放出。渠亦感覺植物之可以分解碳酸氣歸還氧氣於空氣之中；雖其證明之處猶未完備，而其見解亦頗準確也。此類事實當時猶將信將疑，至今日則舉世皆知之矣。依德斐之觀察，使植物而不能將碳酸氣分解，則碳酸氣較空氣爲重，勢必下沉於空氣之底，宛若一大絨毯覆於地面之上。所謂瀰散作用，即較重之碳酸氣可以在較輕之空氣中分布之作用，當時久成不解之謎；故德斐以爲使無力之阻止，碳酸氣將力圖下沉於空氣之底而靜止，一若水銀之沉於水底而停留不起也。

第二章 一氧化二氮

氣體在醫藥上頗多可作治病之劑，曾引起科學界以極大希望。勃勒克博士（Dr. Joseph Black）嘗於一七五七年從各種「彈性流質」（即現在之氣體當時勃氏採用此名）中辨別出一種氣體名曰「固定空氣」（fixed air）裴葛門（Bergmen）名之曰「氣空酸」（aerial acid）以其散布於空氣中而為微酸性也；拉瓦節則名之曰碳酸（carbonic acid）現在吾人名之曰二氧化碳。馬克勃立特（MacBride）對於發酵時所逸出之氣體會疑其有醫治病症之能力，且嘗試開麥芽汁為治胃之劑，以為此未經發酵之啤酒在產生「固定空氣」之時應有發酵作用也。普利斯特利將此種氣體溶解於水中而冀其有治病大效。英國海軍部曾思利用普利斯特利之飽和溶液以治療血症未有成效。最後經過種種試驗使黎芝城之海氏（Hoy of Leeds）承認「固定空氣」並不能醫治癱瘓。普利斯特利於一七七四年發明「無燃素之空氣」，其後拉瓦節名之曰氧。

益增加氣體可以療病之希望，致英勁賀士（Jan Ingenhousz）爲之鄭重警告開業之醫生勿以氧爲長生不老之劑。此外尚有他種氣體亦頗引人注意。當時對於氣體治病之希望終使德斐於一七九八年十月一日辭去平漢波拉斯處之學徒生活而於翌日隨裴都司博士（Dr. Beddoes）轉往克立夫登鎮（Clifton），鎮在布里斯它爾（Bristol）之郊外。裴都司博士募資建立一氣體研究院於布里斯它爾以研究各種氣體在醫學上之功效。卽任德斐爲院長。後世湯姆孫博士於其所著之化學史中（一八三〇——三一年出版）評論其事曰：「裴都司博士選擇一聰明強幹之青年若德斐者實爲補償其儀器之窳劣及設備之不週所必需者。」至一七九九年始於克立夫登鎮杜威方場（Dowery Square）之住宅中爲此青年之院長設立一實驗室。

德斐早年之實驗及理論頗能印入裴都司博士腦海之中。二人來往之函札終使德斐受聘於裴都司。德斐一生光耀事蹟於此奠其始基。

然此項早年之實驗及理論亦曾使德斐感受多少苦楚。此項實驗及理論彙集於「熱、光、及光之化合論」（An Essay on Heat, Light, and the Combinations of Light）與「光氧氣（或氧

氣)之產生及有機體色澤之原因論」(An Essay on Generation of Phosoxygen, or Oxygen Gas, and on the Causes of the Colours of Organic Beings)兩文之中，斐都司博士於一七九九年將此兩文刊載於其所編之「英格蘭西部學者對於物理及醫學知識之貢獻」(Contributions to Physical and Medical Knowledge, Principally from West of England, Collected by Thomas Baddoes, M. D.)一書中。自此二文刊行之後，評論者頗多非辭冷嘲熱諷，終使德斐於一八〇〇年痛悔以前之魯莽從事，因將此幼稚之化學理論捨棄之。即於一七九九年之八月，後兩文刊行之時為日無多，已懊悔其化學之新學說不免發表過急，其日記簿中曾有此節之紀載。使著名之普利斯特利曾為此兩文作者之科學上智慧所感動者，則德斐必益悔其發刊之過躁矣。此雖一偶然之事，惟於德斐之終身事業留有深刻之印象。蓋德斐自此之後，一改其魯莽行動而為敏捷有效之研究矣。臬古爾生之辭典中對於前人之富有才能者所貢獻之臆說，不論其措辭之如何巧妙，概未嘗許以價值。德斐自認其開始研究化學之時悉以推論及學說為重。繼而悟及以前之過失，人力之有限，及推測之危險。於是不旋踵間，德斐由一並無經驗之化學家一變而為歸納

法之思想家及幹練之實驗家，且亦未嘗喪失其推論之才能。渠以畏避他人之嘲笑而事事腳踏實地，深知一切學說必須用事實作證明，且能於短時期中獲得適當之實驗技術。其最初之粗率試驗，未幾即爲其試期較長永久著名之一氧化二氮之實驗所掩去。

一氧化二氮卽日後之「笑氣」(laughing gas)，爲普利斯特利於一七七二年所首先發明，越二十八年，好奇者，患病者始爭先恐後以圖一嗅此項「笑氣」。當普利斯特利發明之時係將氧化氮（當時此氣並不作此名，後世改正之始作此名。）密封於鐵屑，硫黃及水三者所混合成之糊狀物上然後加熱而得。此項氣體之容積已見減少，試以燭火燃於其中則見光焰擴大，惟置動物於內則死。嗣後普利斯特利復從鋅及極稀之硝精（spirit of nitre 卽今之硝酸）獲得同樣之新氣體。當德斐於一七九九年在其氣體研究院對此項氣體作其醫學研究之前，尙有貝粟勒脫亦曾於一七八五年將硝酸銨加熱後獲得此氣。

德斐曾有一次名此氣曰「發生快樂氣」(pleasure producing gas) 普利斯特利名此氣曰「無燃素之亞硝氣」(dephlogisticated nitrous air)。拉瓦節名之曰「氮素之氣體氧化

物」(Gaseous oxide of azote) 初時德斐名之曰「光氧化亞氮」(nitrous phosoxyd) 至一七九九年，德斐始於醫學氣體研究院之各種紀錄上改爲「一氧化二氮」(nitrous oxide) 至今仍之。此氣另有一名曰「第七氧化物」(oxide of septon) 爲密哲爾博士(Dr. Mitchell)所題。密哲爾博士曾將此氧化物與傳染原理證爲有關，引起一種氣體之恐怖，致使當時對於氣體在醫學上之希望大爲減少。密哲爾之傳染學說認此項氣體爲疾病傳染之由，當德斐於一七九八年三月未往布里斯它爾之時，卽已爲密氏之說引起其於此氣之注意，此時德斐尙稱之爲「光氧化亞氮」也。此時德斐曾作數次粗率之實驗，從鋅及稀亞硝酸（實係今日之稀硝酸）之作用製得少量之氣量。於是認密哲爾之實驗必有錯誤，甚且將此氣混以普通空氣後呼吸之，並不見有傳染之效果。自德斐主持醫學氣體研究院後，其責任在將各種氣體之生理效用加以研究，故於一七九九年三月重作此項氣體之研究。

初時德斐僅能從鋅及「亞硝酸」（今之硝酸）製成不純粹之一氧化二氮，至同年四月始將硝酸鈹加熱而得純粹之氣體。至一八〇〇年夏間德斐發刊其對於氧及氮化合之研究時，已將

一氧化二氮之組成闡釋得當。「一氧化二氮之用木炭分解」即表示其當時所採用之分析方法。當其爲此實驗之時，將一氧化二氮密封於純水銀上，再以極純之木炭置於此氣體中，然後採用點火透鏡之焦點以燃燒之。如此產生之氮氣及碳酸氣即足供給必須之數據。德斐曾採用炭及其他除氧劑作種種試驗而取其平均之值，遂得一極爲適當之一氧化二氮之組成。其求得之組成爲每一百克冷 (grams) 之一氧化二氮含有三六·七克冷之氧及六三·三克冷之氮。現代之數目爲三六·三五及六三·六五。

德斐試驗此項氣體之時至爲謹慎，因其疑有醫學上之效力也。至一七九九年四月，德斐始能製得純粹之一氧化二氮氣。當時有名蘇才者 (Southey) 曾呼吸稀薄後之一氧化二氮氣，感有眩暈及脈息遲緩之經驗。德斐爲欲明瞭其真正之性質起見，堅決勇敢親自將純粹之氣體呼吸之。當其公開試驗之前，先於四月十一日作一初次試驗，結果證明其爲可以呼吸者。繼於四月十六日當金蘭克博士 (Dr. Kinglake) 之前呼吸此氣，三瓜脫 (quart) 復於翌日當斐都司博士 之前吸入此氣，四瓜脫，然後吐之於一絲袋中。臬古爾 生雜誌者，當時科學上信仰之淵藪也，根據德斐之主張

於是年五月間力闢傳染學說之妄，蓋將亞硝氣（即今之一氧化氮）除淨後「氮之氣體氧化物」（即今之一氧化二氮）本身可以經人呼吸並無妨礙故也。自此之後，好奇者患病者作呼吸一氧化二氮之嘗試者，接踵而起。一八〇〇年二月期之哲學雜誌（Philosophical Magazine）載有一節曰：「吾等已親見此氣之經人呼吸，似能使呼吸者之肺部酣醉一若酒精之於胃然。」斐都司博士復於五月份之一期致函於哲學雜誌之主筆鐵洛溪（Alexander Tilloch），請其轉告讀者，謂此氣尚完全保存其療病特性。斐氏以前曾推測此氣可以療治癱瘓症，此時仍深信其可以醫治半身不遂之症。以前斐都司曾推測此氣若用之過多，足以引起宿疾之復發，且謂有患歇斯的里亞症之婦女數人，經其精密之試驗後頗暗示此項推想。此次斐都司投函中則謂：「在近來對於此氣經過數百次之試驗後，從無意外情事發生。」一八〇〇年六月八日復投一函告讀者曰：「德斐對於一氧化二氮之研究，現正彙集成書付刊之中，本星期內即可蒞事。」當德斐在其結論中總論一氧化二氮之生理上效用時，認此氣似可於次要之外科手術上用作麻醉之劑。此時德斐對於其在癱瘓症之功效留置不談，嗣後斐都司續刊之時始詳述之。氣體化學在他日可為醫藥上服務自

屬毫無疑問；惟在當時之醫術上，則此科尚在萌芽時代也。德斐以過信氣體之療病效力，致以過於殘忍之試驗加諸其本人。當此氣體研究風狂一時之秋，各種氣體之應用多貿然嘗試者，其功效之宣傳尤多不足取信，故德斐之最後警告允稱及時之需要。

一氧化二氮另有一名曰「笑氣」(laughing gas)，吾人顧名思義，可以想見當年德斐紀錄中所載之顧客，或有嗅此氣而大笑者，或有嗅之而頑嬉者，各人所得之經驗復因人而異。三瓜脫之「笑氣」曾使一婦人入睡，亦曾使兩青年女子歡笑不已。復有一患癱瘓症者，當其吸過此氣之後，其感覺，答曰：「吾並無所覺，第覺極眩暈耳。」另有一病者則嗅之大喜，答曰：「吾覺如聞弦琴之聲。」有許多嘗試者在此絲袋中覓得天堂，甚且有感動較大而不肯交還絲袋者。古勒奇嘗參加此項試驗，其所得之經驗爲首二兩次得有些微快感，在第三次試驗之末感有數秒鐘之狂喜，在第四次之試驗時得有極愉快之感覺。數十年後，古勒奇在一八三〇年某宴會席上談話中，嘗追述其愉快之感覺，並謂一經一氧化二氮之刺激後，不復感覺疲乏。曾有一次德斐將此項氣體製成後親自吸取十瓜脫，頓覺環境全改，原有之景象概行隱去，且覺種種之活動幻象連續表演於其腦海中，幾

歷三分半鐘之久，德斐可謂生活於其新發明之新世界中。當時金蘭克博士爲之除去絲袋後，德斐之情緒尙極熱烈且幻想化也。當其幻景已過，德斐追憶其影象而號呼於衆曰：「此新世界包含種種印象、意識、愉快及悲痛，除理想之外並不存在。」惟此氣加諸德斐本人之影響因時而異，亦若其試於不同之人而有不同之感者然。一氧化二氮雖至今仍爲有用之麻醉劑，然已不若當年之風行一時視同登天之路也。德斐之得爲舉世所矚目，此氣之功尤多。湯姆孫曾評之曰：「此項幸運之發見，貢獻於德斐之令譽及其嗣後之成功者較諸其他一切研究所發明之功績猶爲過之——其偉大之處乃在顯示吾人以研究之效力。」此氣之發明立即使德斐蜚聲於時，從本盛司而布里斯，它爾，從布里斯而遷至倫敦，一轉瞬間地經兩易。一氧化二氮之興奮功效及德斐之出類拔萃，終不能久屈於此氣體研究院也。德斐之此項發明所以能喚起公衆之注意，固屬幸運之事，然亦確爲一種真正之功績；蓋既需化學之技術以作此氣之實驗，又需勇敢之精神以爲呼吸之嘗試，殊非可以偶然忽之也。

德斐之爲氣體呼吸之嘗試，曾有一二次幾喪其生命至須回籍調養（在一八〇〇年冬季復

往布里斯它爾繼續工作之前。倫敦之皇家學院 (Royal Institution) 旋即聘其前往演講。德斐於一八〇一年四月二十五日始於皇家學院作第一次之講演。別署曰「故布里斯它爾之德斐先生」。是年六月二十日德斐演講呼吸問題時仍以一氧化二氮氣佐聽者之興趣。聽講者得於演講畢後試嗅此氣，當時嘗試者頗不乏人。此氣對於肌肉發生之動作有難於抵抗之勢之一點最能得觀衆之歡心。有一觀衆名恩特胡特 (Underwood) 者，嘗試之時大爲着迷，堅持絲袋狂嗅不息，終須他人強奪之而後釋手。一氧化二氮及星晨之軌程二項研究，使德斐得一舉成名；惟其精力，其勤奮所以使一氧化二氮流行一時者，正竿頭日進以攫取其成功之機會也。

皇家學院者，建立於一七九九年，所以灌輸科學知識及使其恩惠普及於平民者也；一八〇七年愛丁堡評論報 (Edinburgh Review) 嘗慶賀德斐之得此科學淵府之勢力。而日後皇家學院之得成爲時代之集會地者，德斐實負其責。初時倫福德伯爵對此青年科學家不無懷疑之處，自聆德斐之開幕演講後盡釋其疑；於是擁擠之講堂，公衆之稱譽，立將德斐及皇家學院成爲倫敦一時人望之所歸。德斐初任皇家學院化學助講及實驗室主任，不數月間即擢升爲化學講師（時在一

八〇一年六月一日，自德斐於一八〇二年正月二十一日在其化學講演一科作其緒論之講演時向聽衆演講科學之價值後，其本人及學院之聲望始益臻隆重。皇家學院及德斐均主創設教授之席，至一八〇二年五月三十一日德斐即受聘爲第一任教授。德斐在皇家學院之大講堂上繼續演講直至一八一二年，其聲望與年俱進，聽衆之人數亦隨其名望而增加，依約翰德斐之統計聽者不下一千人云。古勒奇嘗與會聽講以增益其比喻之法，有到會以增廣其社交者，間或有到會以增益其知識者，方德斐初次加入之時，或有盧皇家學院將闕然無人至者。豈知德斐演講之後，名流麇集，幾同潮湧也。

德斐不獨擅長演講，且亦極能發明。愛丁堡評論報於一八一一年以前嘗許其讀者謂當就其刊物性質所許可刊述德斐之種種重要發明，終以其發明之多如同雨後春筍，名流博學之士爭趨其演講之室，致不克踐其諾言。總之德斐終使皇家學院之實驗室馳名於化學發明之年表上，而將其演講堂化爲光耀萬丈之交際場。然而皇家學院之設立，非獨在使科學之引人注目，又須求科學之適於實用。故德斐之責任，除進行其所以成名之各種研究外，尙有其他之事務在。製革法，一項有

用之技術也。學院當局因德斐之演講術力足以引人之注意，央其作此題之講演，德斐允之，遂於一八〇一年十一月二日開始講演。學院當局延致製革業之領袖渣院聽講。德斐以年方二十二歲之青年，先前從未在製革廠有所工作，僅於是年七月至九月離院前往實地研究製法，經過許多試驗之後，竟能公開講演，並爲製革術撰一專文刊登於一八〇三年之哲學彙報 (Philosophical Transactions)。當時德斐之友好頗慮其或將爲交際所分心而誤其科學前程，然德斐竟未嘗落後，其科學之猛進未能爲交際所阻撓。

德斐又嘗研究農業化學。英國農政局曾於一八〇二年煩其講授一科名曰：「化學在植物生理學上之關係」。德斐於每一講期必講述此題，繼續講演歷數年之久，直至一八一二年爲止。德斐於一八一三年刊行一書題曰農業化學原理 (Elements of Agricultural Chemistry)，即根據其歷次講授之稿而纂成者。愛丁堡評論報曾爲此書撰文介紹，以德斐之盛名早爲全歐所欽慕，故能不脛而走，至一八二七年時已刊行至四版矣。

製革術及農業化學二項之外，尚有地質學一項，亦足與之媲美爭光。當一八〇五年德斐初次

講演地質學問題之前，既無初步之書籍曾爲前人所著述，又無系統之講演足資德斐所借鏡。一八〇五年之哲學彙報中刊有德斐之論文兩篇：一爲放射纖維磷鋁石（*Wavelite*）之研究，一爲用硼酸之礦石分析法，紀載其於地質學研究一斑。渠又曾作地質問題之其他撰述，且將散佚各處之地質學資料搜集之成一地質學知識之庫。

德斐於一八〇三年被選爲皇家學院會員時，年僅二十有五，可見其成名之速。繼而皇家學院院長任之爲秘書，益增其社交之活動。德斐以一身兼任數職宜於其發明前途有損無益，然而舉凡其涉獵之農藝學、製革學、地質學、秘書工作以及一切社會交際均不能阻止其在電化學上之發明。德斐於一八〇六年作第一次表格靈講演時 *Bakerian Lectures* 宣布其著名之電化學發明。及鹼金屬之游離。德斐於一八〇七年發明鹼金屬之游離。德斐綜覽當世科學界之觀念每於其講演之時詳爲推敲，又將此等觀念於其實驗室中盡力發展之。

第二章 電化學上之成功

電之現象在一八〇一年時即已引起德斐之注意，遂採用此「新哲學之一科」為題，作連續講演於倫敦之皇家學院。此新興之科學肇始於伏打之電堆 (pile of Volta)，經臬古爾生及卡立司爾 (Carlisle) 採用此電堆以分解水之後遂告成立。在一八〇一年時德斐嘗對衆演講，指臬卡爾氏之實驗為足以擾亂化學家之心思；使水及其他物質之可以如此分解果係事實，則將成為真正不解之謎。德斐且謂：「現在類似之事實尙未能求得，設欲解釋此項作用吾人或須於粒子動作根本求一新觀念始可。」越二十五年（即一八二六年），此時德斐已成名為亨佛蘭德斐爵士，復對另外一班聽衆演講曰：「所有一切電化學上種種成功，其真正始因實為臬卡爾氏在一八〇〇年四月三日偶然採用伏打電堆所發見之「水之分解。」此時利用電堆以為「水之分解」雖不復若以前之認為僻說謎語，然仍有種種問題正待解決。德斐為利用電堆工作之主要人物，在解決各項

問題之中致力尤多

伏打者，一意大利之物理家也。嘗於一八〇〇年三月致書於英國科學家發表其名垂不朽之電堆。是年六月二十六日宣讀於皇家學院。每一對之伏打電堆包括一圓片之鋅，或錫，疊置於另一圓片之銀，或銅上。在每一對之中間隔以浸透鹽水之紙片。此成對之金屬片及隔離之紙片依照下列順序疊成電堆：鋅——銅、紙片、鋅——銅、紙片、鋅——銅。若將此金屬對偶及紙片之數目增加，則電堆之電力亦隨之增加。設將此項電堆兩端之兩金屬片各連以金屬小條，插入兩杯不相連通之水中，然後將試驗者之兩手插入兩杯中，即見有電火花發生。將潮濕之兩手在電堆兩端交疊置之，亦可發生同樣火花。

伏打亦曾將圓片之金屬對偶代以金屬——金屬之小條，例如鋅——銅之小條是，而將浸鹽之紙片代以置有鹽水或稀鹼水之木製、磁製、或玻璃器具。於是每一具之電池中置有鋅條及銅條各一，隔以一層溶液，每一電池中之鋅條與其緊鄰一電池中之銅條各用錫接合之。依伏打之勸告，浸入溶液中之金屬須成一英寸見方之片狀以供給溶液中之接觸面，其在液外之其他部分則

可採用簡單之金屬線，亦可於浸入液中之兩種金屬以外另行採用第三種之金屬線。伏打名此種新儀器曰「王杯」(Couronne de Tasses)。在此一串電池之一端，其第一片爲一銅條，在另一端之末一片則爲一鋅條，悉與前述之電堆情形相同。今日吾人所習見之電池，此實其權輿也。此種圓柱狀儀器，因其不經激發即能自起作用，連續不息，宛如電鱈或電鰻之天然發電器官；故伏打又名之曰：「人造電氣器官」(artificial electric organ)。吾人逐次掀按電堆而發生之連續電震，其所加於吾人四肢之麻木情形，豈非與吾人所受自接觸電鱈者相同！

柏拉圖(Plato)之對話中，美諾(Meno)氏曾將蘇格拉底(Socrates)比作一條電鱈，任何人物祇須一與之交談即爲其所麻醉。約翰德斐曾謂：「電鱈及電鰻具有給人以電震之力吾人知之已久。」華爾希(Walsh)亦曾於一七七四年發見「此項效力係屬電氣的。」約翰亨探(John Hunter)曾用其解剖之刀揭示此類動物之「電氣器官」係以圓柱體排列，宜乎伏打以其圓柱式之儀器比作電鱈或電鰻之天然電氣器官而名之曰「人造電氣器官」也。

臬古爾生及卡立司爾一聞此項發明立即採用此發明之儀器以作其研究之工作。伏打之來

函係於六月間始宣讀於皇家學院，臬卡爾氏在六月之前即已能利用此電堆以作水之分解。其所用之電堆爲以三十六枚英國之半克倫銀幣 (crown) 及其相當之鋅片及紙片，且亦嘗用更多套數之電堆。當其最先試驗之時，係將一兩端開口之玻璃管以水盛之，兩端各用軟木塞塞住。此兩個軟木塞中各插入一枝白金線，而此兩白金線在管內水中使以一寸許之距離相隔開。當此兩白金絲與電堆之兩端相接觸時，即有氣體從管內逸出。嗣後臬卡爾氏復將其實驗方式略爲改變，採用兩個分離之小玻璃瓶，滿盛以水，同設於一碟水中，復將兩枝白金絲之各一端裝置於每個小玻璃瓶內，然後使與電堆相接連，即能將兩極發生之氣體收集於兩玻璃瓶中。此項分解作用頗爲遲緩；在十三小時之中共收得氣體一·一七立方英寸。從帶陰電之銀片一端（即白金線之連接於半克倫銀幣之一端）所發生之氣體，其體積較之從帶陽電之鋅片一端所發生之氣體體積幾爲一倍，適與假定之「水之組成各部分相互間體積比例」相符合。詳細研究之後，證示氫氣發生於一枝白金線旁而氧氣則發生於他一金線旁。

化學家驟睹此氧氣及氫氣之從分置兩處之兩線上發生，不禁大爲驚詫。曾有一人致書於戴

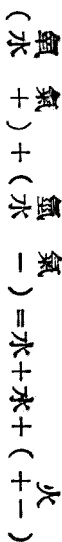
樂溪(Tilloch)頗足表示當時一般之懷疑。此書載於一八〇一年二月期之哲學雜誌。其大意爲用兩玻璃杯各盛以水，連之以一虹吸管，可以代替臬卡二氏原試驗中所用之水碟。設將已與電堆兩端相接之二枝白金線分別插入兩玻璃杯中（每杯各插一枝），則氫氣及氧氣仍得於兩杯中各自起，且每杯各產生一氣。此通訊者揚言「如水之一粒子果爲氫之一粒子及氧之一粒子所組成，則水中應有極快之流動發生。」當氧氣在一線放出之時，其原與此氧氣相化合之氫氣自應迅速流過虹吸管使得向他線放出。又使水在一線分解而氧氣即於此線放出，其原與此氫氣相化合之氧氣自亦應由虹吸管中疾流通過使他線起。惟事實上虹吸管中並不見有氣泡之疾流。故由此通訊者之見解，水似未必真正分解也。氧氣爲在具有陽電之白金線上放出，故陽電即與水化合而生氧氣。依同理，氫氣爲由陰電與水化合而成。當氫氧二氣混和後以電火花或光爆發之，則氧氣中之陽電與氫氣中之陰電化合生火，而二氣中所含之水即失去其所帶之電重行沉澱爲水。此通訊者復假定下列反應：



發生於陽電線，及下列反應



發生於陰電線。用記號(+)以代表陽電，用記號(-)以代表陰電。當二氣化合之時則其反應爲



如此解釋在當時未嘗無附和者；就德斐所知已有律德(Ritter)及其他英國科學家數人即曾採用之。即德斐本人在一八〇八年時尙留戀於一種類似之解釋惟未嘗堅決採取之耳。依德斐之建議此二種氣體所帶之電恰與前人所擬者相反。渠以爲氧應爲陽電線所吸引，因其帶有陰電；

而氫則應爲陰電線所吸引，因其帶有陽電也。當臬卡二氏之工作授化學家以不解之謎時，律德之解釋方法頗能風行一時，以其可以避免氫氧二氣各向各線疾趨發放之謎。

當臬卡二人之實驗震驚科學世界之時，德斐尙未脫離布里斯它爾。德斐一聞氫及氧能在分隔之兩處各別發見，陡使其於氣體研究院之實驗爲所分心。適有一電堆特爲斐都司博士而製造者供其使用；於是查得設將兩個分隔之器皿各盛以水而以適當方法連接之，氫氧二氣可藉電堆之力從兩個器皿之水中分別產生，且其產生之比例，幾與組成水之成分相符。德斐所採之連接方法係將其手指分插二器皿中以代替「通訊者」之虹吸管。此種連接法已爲有效，乾燥之金屬導體及肌肉纖維亦同可用作連接之物。此時德斐如墮五里霧中不得其解釋之道。雖至一八〇〇年之十二月渠尙懷疑於水之是否真能用「電流方法以分解」設其果能分解則水之成分中至少必有一種可由金屬體、水、或種種有機物體中透過而爲吾人目力所不能察見者。德斐曾將一枝白金線之一端接連於一電堆之一端而將其其他一端插入一玻璃杯之水中。復將另一枝白金線之一端接連於電堆之另一端而將此第二白金線之他端插入第二杯之水中。然後將兩杯連之以手指，

或金屬導綫，或肌肉纖維，即見有氧氣在一線上發生而氫氣在另一線上發生。使此兩種氣體係自同一部分之水所發出，則兩氣之中至少應有一氣必須通過其本人之身體，或連接之金屬線，或肌肉纖維，並須流過一路之水然後始可到達其放出一端。如此則吾人所假設水之分解之說似乎不足取信。當德斐於一八〇一年轉入皇家學院講演「電解現象」時，尙承認其疑難莫釋。惟電堆之謎尙有他在，不僅氫氣二氣應有疾流現象之一項已也。

當水經電解之時，不獨氫氣二氣互相分離，同時且有酸性物質發生於陽電線，鹼性物質發生於陰電線。此等酸類及鹼類之發生於「帶電之面」引起世人之懷疑而得種種學說。克羅格尙克 (Cruikshank) 疑其爲亞硝酸 (即今之硝酸當時稱亞硝酸) 及氮；柏羅克納戴禮 (Brugnatelli) 則假定爲一種電酸 (electric acid)；更有擬爲鹽酸甚或「氧化鹽酸」 (oxy muriatic acid) 即氯者。此等酸類及鹼類亦經人擬爲電化之水，一若於氧及氫然。此等擬議雖至一八〇五年尙流行於英意兩國，認爲鹽酸及鹼可由電化作用從水中產生也。德斐雖未嘗堅決反對此等觀念，惟其研究所得確能漸將電堆之謎充分澄清者也。德斐身兼數職，事務之繁，社交之廣，皆不足以

阻止其在電化學上之發明。當其於皇家學院作其首次之裴格靈演講時（一八〇六年十一月二十日）發表其於電化學之發明，題曰：「電之數項化學動力。」（On Some Chemical Agencies of Electricity）此文發表後時人交譽之。湯姆孫博士於其所撰「化學史」中認為：「此文不獨爲德斐一生著述之冠，且亦爲其所生之時代中最能顯示歸納法理解之完美標準。柏稷利烏（Berzelius）列入於一切足以增廣化學學說之紀錄中之最偉大者。此文發表後立即博得盛譽。當時法國有一種獎章爲拿破崙（Napoleon Bonaparte）任首席執政時所創設，專以獎贈每年在「電流質」（the galvanic fluid）上最佳之實驗者。此時英法兩國尙在戰爭之中，而法國學會竟以此獎章贈於德斐，去德斐發刊其演講文後僅十二月也。

德斐於此項問題之研究採用逐步淘汰之論法，其於一八〇六年之論文中遂斷定化學的純粹之水分解之液僅可分解爲氫及氧。設有其他物質之產生，必係來自水中含有之雜質或製造器皿之材料。最初爲此項之實驗時，恆採用兩枝白金線，各與電堆之一端相連接，然後各各插入兩個不相通連之水杯，再將此兩杯連以一種導體，則見氧氣發生於陽電線，而氫氣發生於陰電線。荷

蘭斯頓 (Wollaston) 博士，建議用洗濯極清之石綿爲導體，將兩項器皿相接後，立即發生另一問題待人解釋。此項問題蓋係在陽電線之一端發見有酸性物質與氧氣同時發生，而在陰電線之一端則見有鹼性物質與氫氣同時發生。其後改用蒸餾水及金製之管或金製之杯，即可將產生之酸性物及鹼性物減至極少。僅有少許之「亞硝酸」及「揮發鹼」（氨）發生，其產生之多少視工作之久暫而異。若將此項試驗時所用之水除去其所含之空氣，復保持其常與氫氣接觸後，則實驗後兩杯中均絲毫不能變動石蕊質之色彩；可見若將外來之雜質完全除去，復採用黃金之管以避免器具上之雜質，則兩杯中既無酸類又無鹼類之產生。製管之原料若用玻璃則供給碳酸鈉，用瑪瑙則爲「鹽性物質」之來源；惟黃金之管則既不供給酸類又不供給鹼類。德斐復於水以外各種物資之分解或其反應上另行解決一項問題。此問題爲何？卽在此種物質分解之時在帶陽電之金屬線一面有酸性物質發生而在帶陰電金屬線之一面則有鹼性物質發生。如此之分解反應，在當時之化學研究上頗足耐人探討。

拉瓦節於鹽之組成上曾予化學家以一種牢不可破之觀念。依此種觀念而言，則每一酸類必

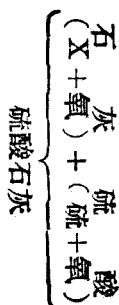
含有氧氣。必須經過種種實驗並將種種牽強附會之處充分予以闡清後，化學家始得明瞭尚有數項酸類並不含有氧氣。例如硫酸係認作氧及硫之化合物。實則當時之硫酸相當於今日化學上之三氧化硫。依同理，其他酸類均認爲他物質之氧化物。實則當時所謂酸類者相當於今日之酏——所謂酏者即含氧之物質，一經與水相合即生酸性物質者是也。

拉瓦節將氧化物之定義釋爲一種含氧之物質，惟其所含之氧尙不足以氧化之使成爲酸耳。一種氧化物若與一種酸兩相化合即成爲鹽。例如膽礬——即硫酸銅——爲



一切鹽類莫不可按此通式組成之，雖則他鹽之中所含之金屬或物質相當於膽礬中銅之地位者尙未發覺，或相當於膽礬中酸之地位者尙未知曉，概不置論。當採用電堆之種種實驗開始之時，有許多鹽類之氧化物部分久已爲人認作鹼性。

臬卡二氏不久即察得有「某種金屬溶液」使經電堆作用之後，在陰電線之附近發見有鹼性物質之產生。克羅格尙克輩亦曾發見溶液中之鹽類分離爲酸及鹼。歐洲大陸及英國經過科學家之種種相同之研究後，始確定當鹽類在溶液中受有電堆之作用時，有酸性物質與氧氣同生於陽電線，並有鹼性物質與氫氣同生於陰電線。當時各國科學家所作相類之研究，各有進步，不相依傍，惟本文之題旨爲論述德斐之研究故於他人之說從略。德斐於一八〇六年證明水之經電堆所以顯然分解爲酸及鹼者係由於水中溶解之鹽質或氣體所致。至一種鹽之分解爲一種酸及一種鹼，其理由亦同水之分解爲氧及氫之同樣明顯，蓋因鹽中含有酸及鹼之成分正同水中之含有氫氧二氣也。例如硫酸石灰（即硫酸鈣）——爲德斐當時實驗時所用之鹽——係爲石灰及硫酸所組成。其成分假定爲



此公式中之X當時尙爲未知之金屬。吾人使有證據以證實之，則此項化合物「硫酸石灰」經電堆分解後，分成其所組成之硫酸及石灰並非謎語。惟石灰之腐聚於陰電線及硫酸之集中於陽電線一項問題，頓如水之分解爲氫氧二氣分集於兩電線之難題重演一過。石灰及硫酸，或他項鹼類及他項酸類，似亦應從連接之虹吸管或導體或經過之水程中疾馳飛奔，一若前之於氫氧二氣所懷疑者然。德斐既按步就班證明一種鹽分解爲一種酸及另一種物質，通常爲鹼性。繼而又能有條不紊以證明酸及鹼「似」能於液體及固體中以一神奇之方法通過之。此種探討即構成其於一八〇六年論文中所作之實驗步驟。

德斐將兩個用硫酸石灰壓實製成之杯連之以纖維狀之硫酸石灰。此連接之纖維復以純水浸濕之。兩杯之中滿盛以水。然後將已與含有一百對六吋金屬板之電池相連接之白金線兩枚分別插入兩杯中。此硫酸石灰足可溶解於水使於每一杯中各成一適用之溶液。一種「飽和之石灰溶液」匯集於第一杯之陰電線，復有一層石灰硬皮覆於杯上。同時有一種較強之硫酸溶液在另一杯中陽電線之周圍產生。德斐曾作多種類似之分解均係酸性物質匯集於負陽電之一面及鹼

性物質匯集於負陰電之一面。例如硫酸鉀之一種稀溶液可以用電流分解之使其完全分解為鹼及酸。金屬及氧化金屬其作用一如鹼類。

電之將鹼向陰電線及酸向陽電線之輸送似極有效。德斐會屢易其杯及杯中所以置之物。硫酸石灰之杯為供給鹽之溶液起見確為便利。然德斐於他次實驗時亦嘗採用不活動物質如黃金之不致影響實驗結果者製成試杯以代替之。渠曾將蒸餾水置於一金製試管中而以硫酸鉀之溶液置於另一金製試管中。以石綿纖維連接此兩管。（此石綿通常為荷蘭斯頓之洗濯石綿。）當將電堆上所接之陰電線插入溶液中而將陽電線插入蒸餾水中則見有硫酸發生於第一金試管中。此硫酸顯係從硫酸鉀之溶液經過連接之纖維後移至蒸餾水中者。渠復於兩管之中間增置蒸餾水一杯，染以石蕊色後，強使上項電流經過之，則此石蕊色並不變紅，可知其並不帶酸性。更以薑黃色代替石蕊色置於中間一杯之水中時，亦不變色，可知其亦不帶鹼性。而近酸類聚集之一線處石蕊變紅，近鹼類聚集之一線處薑黃變棕。可見祇陰陽二電線所插之杯中顏色始有瀰散，至中間所置之水杯則並不波及。受有電氣移動之酸類可以越過間隔之鹼性溶液而輸送，受有電氣移動之鹼

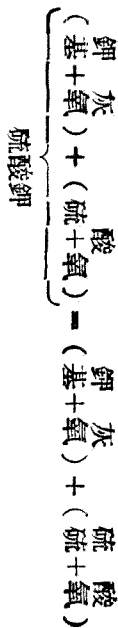
類亦可同樣越過間隔之酸性溶液。

氫氣、鹼性物質、金屬及多種氧化金屬顯似爲荷陰電之一方所吸引而爲荷陽電之一方所拒斥。氧氣及酸則適與之相反。因酸類向陽電線進行之中途所置鹼性溶液中曾有酸之發見，推斥及吸引能力之遞傳或由同一物質之一粒子傳至他一粒子依次傳送之所致。此種移動似爲一串傳遞運動之結果。因當重晶石（Barytes）經過硫酸或鹽酸經過硫酸銀之溶液時，即有不溶解物之沉澱，故「在經過全部液體之過程中或自始至終皆爲一聯串之分解及重行合成作用。」德斐絕不倚賴彼若強弩之末之律德派結論，而自行求得一種方法以解釋在電堆力量之下所有奇異移動之理由。格羅脫斯（Grothius）於一八〇五年建議謂物體之各能引至其適當電極者由於一聯串之分解作用及重行合成作用。格氏之解釋爲吾人讀過物理學教本者所熟諳。德斐之思想與格氏頗相似，惟其發明之處則固自出心裁。例如：接近陽電線之水，失去其氧於吸引之一面，而將其所含之氫放出。同時在接近陰電線之水，亦失去其氫於吸引之一面而將其氧放出。此兩方放出之游離氫及氧各與緊鄰之水中之新夥伴氧及氫替換結合，使經過全程之溶液後，放出氫氣於陽極，氧

氣於陰極。如是之工作繼續不息。此項解釋，雖尙未臻完善，即德斐亦未嘗認爲滿足；惟電解產物之何以能於兩個異電之電極各自產生一點則已無庸採取律德派之主張而自失其神祕矣。德斐當百思不得其解之時固曾屢次注意於律德派之見解，惟終能藉其著名之研究將電氣化學大爲推進，而爲將來此項科學之發展建立基礎。

德斐於上項論文中殿有結語，詳論「電能」與「化學之親和力」之關係。認此二者顯有極密切之關聯。使「化學之親和力」將氫氧二氣結合成水而「電能」則復將水分解爲氫氧二氣，此可啓示吾人以作密切關聯之假想。德斐就其研究所得盡力發揮此項關聯之線索。化學一科對於此項線索之探求，至爲認真；有時反嫌其過於認真。今去德斐之世已逾百年，「化學之親和力」及「電能」之關係，其密切程度有非德斐當時所能夢見者。

德斐於一八〇七年十一月十九日復在皇家學院作其第二次之表格靈演講時，將其最先種種發明之結果公布於世。當時主重比論法之學者認爲採用電堆之電流以分解硫酸鉀（當時稱 sulphate of potash），可以下列方式表示之：



德斐則更進一步希望將「鉀灰」分解為氧及一種未知之「基」。當時因適有鉀灰 (potash) (實即今日之氫氧化鉀或稱苛性鉀) 在其手邊，於是取其最濃之溶液，採用當時所可覓得之最高電力以分解之。當時德斐所用之電池為將皇家學院中所有之伏打電池合併而成，其溶液係將氫氧化鉀鎔化而得。德斐「將一小片之純粹氫氧化鉀先在空氣中暴露數秒鐘使帶潮濕，成為電導體，然後以之置於一絕緣之白金盤上。」此白金盤係與電池之陰電極相連，而以電池之陽電極另與一白金線相連，再以此白金線與氫氧化鉀之上面相接觸。此項實驗中之鎔化及分解兩作用所需之動力均仰給於「電」。德斐終於一九〇七年十月六日求得數粒「鉀基」之小珠，在白金盤上東西流動，光彩奪目，宛如水銀。此項小珠產生之後，或即行爆毀，發生烈焰；或逐漸發暗，終至全部覆有白色薄膜。當此小粒鉀珠方從鉀灰層中爆裂之時，德斐雀躍室中大喜欲狂。數日之後，即以

更難鎔化之「蘇打」(soda)用類似之方法以電堆之電力試驗之

一項新近游離之物質當然需要一項新名字以題之。當此懷疑之「鉀灰」及「蘇打」之「基」經德斐用伏打電池發見之後立需兩個名字以代表之。愛丁堡評論報嘗聞有人私議主用 potagen 及 sodagen 者。德斐題此二種新物質曰鉀 (potassium) 及鈉 (sodium)。迄今沿用之。至其所以題作如是者，並無特殊理論，僅以其從 potash 及 soda 中提出故耳。此時之德斐又能將其聰明之科學發明如同戲劇一般演出。兩項新發明之金屬祇須一與水相接觸立能將水分解，其號召公衆之力不亞於以前之一氧化二氮也。德斐既能運用其演說天才，又能佐以不斷之新發明，竟同錦上添花矣。

在德斐之發明戲劇中有一不幸之事發生，益增進其聲名及人望。狄白亭博士 (Dr. Dibdin) 於一八〇八年一月十八日在皇家學院演講之時告其聽衆曰：「德斐先生患病已達五星期之久，現方介於生死之最後關頭。」此次之病，歷九星期始告痊愈，曾使其於輪族若鉀灰及蘇打之分解及鹼土族之分解相互間關係之研究爲之中斷。約翰德斐稱爲「其一生之黃金時代」蓋此時之

德斐在盛名之下已成公衆詢問之中心。至德斐於一八〇八年復歸其實驗室時，已成爲實驗室之英雄及公衆景仰之目標矣。未幾，渠復發明四種新金屬另需四個名字以代表之。

德斐驅使金屬鉀聚集於負有陰電之白金面而將鉀灰分解。此新生之金屬在暴露無蔽之時極易爲空氣中之氧及水蒸氣所感應。將紅色氧化汞及鉀灰兩相混合後仍以電流分解之，可將汞與鉀同時使其聚集於陰電極。故以一種氧化汞及鉀灰之混合物用伏打電池分解之，可得一種鉀之汞齊。此種和汞之法頗能保護金屬鉀使勿易受空氣之作用。此種和汞於產生金屬之方法可以應用於重晶石、碳酸鋇石（*strontites*）及石灰之分解。德斐既於鉀灰中求得一種金屬，遂希望於石灰中亦能求出一種金屬，且於其他兩種鹼土族或其假定之氧化物中亦求出兩種金屬，一如其於鉀灰之情形。柏稷利烏曾函德斐建議一試驗之法，德斐採用其議將汞與伏打電池之陰電極使相連接，並使與重晶石或石灰接觸，此次電解結果頗有成效。繼而更以同法試之於碳酸鋇石亦即見效，惟當其欲從「鎂氧」（*magnesia*）中逼出一種金屬使與汞相和之時，則效力較微。惟如此產生之汞齊既能將水分解，又可氧化爲鹼土，顯可表示此四種金屬在汞齊之中均爲游離狀態。

由此以觀則每種鹼土顯已各被汞奪去一種金屬而成汞齊。此種和汞方法足以保護產生之金屬使勿爲空氣及水蒸氣所侵蝕。水之可用此種汞齊分解，顯示鹼土金屬之存在，蓋純粹之汞並無此等作用也。此類金屬可以復行氧化爲石灰或他種鹼土，顯見汞齊之中存有氧化作用。德斐將從石灰中提出之金屬題名曰鈣（calcium），從重晶石中提出之金屬題名曰鋇（barium），從碳酸鋇石中提出之金屬題名曰鋇（strontium），從鎂氧中提出之金屬最初題名曰「鎂格寧」（magnium），嗣後改稱鎂（magnesium）即今日通用之名稱。

德斐於一八〇八年之六月三日報告其新發明於皇家學院，當時愛丁堡評論報及評論季報（Quarterly Review）隨即宣傳之於公衆。兩報均將德斐比諸牛頓爵士（Sir Isaac Newton）一八一二年之評論季報嘗有一段評論謂德斐之表格靈演講就其有條不紊之實驗及喧嘩一時之發明而言，可比諸牛頓之光學論（Newton's Optics）猶之原理（Principia）一書，其應用學理於事實之處，並可謂前無古人。愛丁堡評論報於一八〇八年德斐將鹼族及鹼土族中各項金屬陸續游離之後，評爲自牛頓以來德斐之發明實較任何人爲多。然該報又謂綜觀德斐過去之事蹟猶未

得以真正天才之名義稱之，蓋牛頓所用之儀器爲牛頓本人所創造，而德斐所用者則爲強有力之儀器爲他人所發明而供其使用者也。其意蓋僅許德斐以「敏」「捷」二字。但伏打之電池實示其求「捷」之途徑，而「水之分解」之實驗復啓其聰「敏」之思想。水之得以分解爲組成之各氣，顯示其一種途徑以推測他種物質或亦能作相似之分解。水之分解需要一強有力之電堆，應用於他種物質之分解時或需更強有力之電堆。臬古爾生及卡立司爾二人啓其端，皇家學院供以強烈之儀器而德斐則出其「敏」「捷」之才思以運用之耳。德斐之受賜於此，「有力之儀器」固屬確實，而此「有力之儀器」亦未嘗不受賜於德斐。有儀器而德斐始得達其目的；有德斐而儀器之力量始得發揮，構造始得適當，運用始得明確。愛丁堡評論報於一八〇七年評論德斐之首次裴格演講時亦曰：「以前因水之電解作用所生變化而引起之種種不解之點德斐已能以其層出不窮之實驗將其一掃而空，其精密、確切、廣博之處真可謂舉世無儔。」總之，德斐爲一大發明家，爲舉世所公認，其享有盛譽決非偶然，吾人若就德斐之受賜於電堆抑或電堆之受賜於德斐，斤斤置辯，殊覺無謂耳。

第四章 一個學說迷亂時期

德斐自發見新金屬及其顯著之性質後，即抱有一種新觀念。當其於一八〇六年六月三十日在皇家學院演說其從鹼土族取得金屬之時，即將其珍視之觀念宣布於世。其意蓋謂各種新金屬之發見曾啓示以一種學說可以解釋火山之現象，鎔石之成因及地中潛熱之效力等。

火山之爲物久已成爲各種神祕論之命題，然由較爲合理之觀念言之，則假定爲一種中心之火經過發煙山嶺之洞口而噴出。當吾人於火山之知識尙未充分求得，解釋困難之時，偶見一似乎可能之解釋即不惜急速採取之。尼古拉來梅雷 (Nicolas Lémery) 者，一法國之化學家也（生於一六四五年卒於一七一五年）曾將等量之鋼鐵屑及硫黃粉潤之以水使成漿狀，若聽此漿狀物發酵則發生火焰。當地殼震動火焰噴出，譬如吾人於維蘇威或挨得納火山 (Vesuvius or Etna) 之所見者，發生之時，其原因或亦由於大量之硫黃侵入礦中之鐵而生火焰，適與上述之實驗一般。

由尼古拉來梅雷之見解，鐵及硫黃相遇而發生之發酵作用或能將某處之地殼湧起而崩裂之。當德斐將其新觀念提議之時，對於地震及火山之原由有謂由於礦煤之燃燒者亦為最流行之一說。德斐之學說以其本人實驗為藍本，亦猶來梅雷之學說以其鐵屑及硫黃之實驗為藍本也。德斐初創是說於一八〇八年，嗣後屢經重申其議，直至一八二九年行將就木之前始勉強拋棄之。

新金屬能與水或空氣起劇烈之反應。設在地平面下之鹼土金屬受有水或空氣之作用則應能有「地中之火」(subterranean fire)從火山噴出。德斐又曾推測電之作用或能在地殼之下產生此種鹼土金屬或鹼金屬。彼時之德斐直將其本人之實驗擴而充之，以為自然界之作用亦作如是觀也。鉀或其他活動金屬之一種，或能在地下深處用電力產生，亦如其在實驗室中用電堆所產生者然。其在火山噴焰情形或亦由於水及空氣之作用，一如其在實驗之時所發之火焰然。地球受此激烈之作用可以局部突起，而此激烈之熔爐中，或可產生鑽石。

德斐雖珍愛此項觀念，但亦疑其未必能邀公認，故至最後仍捨棄之。當德斐於一八二八年三月二十日在皇家學院宣讀其最後第二次之論文「火山之現象」時，尚大為躊躇也。約翰德斐評

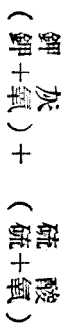
謂「此簡單明敏之假說盤旋於其兄長之腦海中者凡二十年。」當時推測火山噴火之原因較諸假定爲「組成地土之金屬與水或空氣相接而起氧化作用之說」似乎「尙無更適當者。」但假定地球之中心爲極熱之流質一說，其於火山噴火問題之解釋上應較此認鹼金屬及鹼土金屬與水或空氣所起激烈變化之理想學說更爲簡明。德斐於其臨終之前在旁觀雜誌（*The Stranger*）刊登其旅慰對話（*Consolations in Travel*）之第三篇中始作其最後之拋棄。然其拋棄此珍愛之說猶不能無所保留，故其言曰：「有數種火山或仍爲水或空氣之作用加諸鹼金屬及鹼土金屬之結果。」渠嘗經過多次之危險實驗卒未能證明其全作如是解釋。「一種流質鎔體所組成之地球核心實爲火山作用之較普遍較簡明之原因，較諸其本人所提倡之說與事實更爲相符。」照約翰德斐之記載，此永久之地中心火一說爲德斐最後所選定。

亨佛蘭德斐爵士每能放棄成見，雖其所提倡珍愛之說苟其不能爲實驗或觀察所擁護，亦能棄之若敝屣。故其於火山學說，雖懷抱至二十年之久，終以不與事實相符合而捨棄之。陶朋奈博士（*Dr. Charles Daubeny*）於德斐去世後譏其所以能放棄其提倡之說者由於採取此說者「多

爲下級學者。」並謂就德斐一生之高傲性情而論頗屬近似。約翰德斐當然不以此說爲合理，即吾人今日細按德斐一生意見亦時常隨遇而易並無固執不化之事，故亦未能許陶氏之說爲的評也。

新金屬問題與他項問題相提並論，又曾引起化學觀念之紛擾；當德斐爲紛擾學說包圍之時，且曾引誘當時化學家誤入歧途以採取修正之燃素說，雖德斐亦未能幸免也。

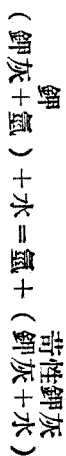
例如，硫酸鉀之組成解作



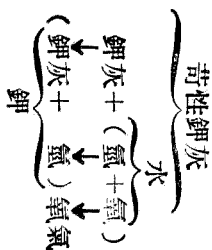
似與幾項實驗數據相符。電堆之電流將溶解之鹽質分爲鉀灰及硫酸，鉀灰集合於陰電線而硫酸集合於陽電線。再用一排強力之電池將鉀灰更爲分解，可從鎔化之鉀灰中提出純鉀。德斐作此項發明之時，德斐本人似以爲「鉀灰」及「蘇打」均爲「金屬之氧化物」。在其未將鉀灰分解之前初未曾作此想像。鉀灰爲強鹼性，而揮發鹼（即氫）亦爲鹼性。因揮發鹼含有氫及氮，於是疑及鉀灰之中亦含有氫，且或另有磷或硫質相當於揮發鹼中之氮。德斐立即從事實驗，其結果

雖將氮與鉀灰間相似之處與以擾亂，惟不論鉀或與鉀聯帶發明之其他金屬在當時猶未能稱爲元素果屬無可詰難者也。

依照燃素說之解釋則每種金屬莫不爲X + 燃素。此X可認爲氧化物之本身或爲一種未知之「基」。修正之燃素說將「燃素」之爲物證爲「氫」。自德斐將鉀及其他五種金屬、鈉、鋇、鋇、鈣、鎂游離之後，此類修正派燃素說頓受一番鼓勵。蓋新金屬均屬極輕，尤以鉀及鈉爲最，而「氫」性亦極輕。其他實驗數據亦頗示此類新金屬中含有氫質者。道爾頓於一八一〇年以爲金屬鉀者似係鉀灰 + 氫或可稱爲氫化鉀灰 (hydrurat of potash)。至金屬鉀中所含之鉀灰由渠觀之似係一種。通常之苛性鉀灰經貝粟勒脫之證示，似含有一種定量之化合水，雖經鎔化而弗失，故被認爲一種鉀灰之含水物。當鉀與水起作用，鉀即失去其氫作氣體狀而逸出，鉀灰則仍留於鹼性之溶液中。可依下式表示之



當德斐將苛性鉀灰電解時，電解之電流頓將其分解作下列之圖式



從 X + 燃素, X + 氫, 鉀灰 + 氫等步驟觀之, 則此項學說顯然為一種修正派之燃素說。

鉍之性質, 可與汞相混合而成一種汞齊, 極與金屬之性質相似。化學家因鉍含有氫於是疑及

一切金屬皆含有氫。柏稷利烏及龐鼎 (Poncin) 二氏曾將一氮溶液與汞同置一器, 互相接觸。導以

伏打電池之電流使器中之汞負有陰電, 即見汞之體積擴大至原體積之四倍或五倍而成一種柔

軟固體。此種固體似屬汞齊性質, 為一種金屬與汞之化合物, 含有氮及氫二原質來自原來之氮。柏

龐二氏將彼等所得之實驗結果函告德斐。德斐依法試驗之亦得同樣結果, 更用其他方法亦曾製

得同樣汞齊。在報告其鹼土金屬物之分解後, 德斐於一八〇八年六月二十日復將其於汞齊之研

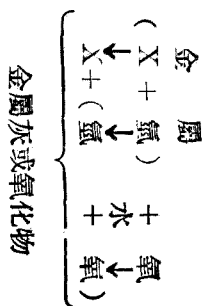
究報告於皇家學院。德斐所用之方法係將潤濕之鹽酸氨（即氯化銨）置於接有一大電池之陽電線之一白金板上，另置一小水銀珠於鹽酸氨之凹處，再以大電池之陰電線使與汞珠接觸，即見此汞珠擴大一如前述之實驗，並射出許多金屬結晶頗似鋅之汞齊。惟此項汞齊中並不合鋅，於是假定另有一種金屬性物質含於其中。此項物質假定爲氨或其誘導體，且含有氮及氫。將鉀、鈉、鎂、鈣、之汞齊與鹽酸氨直接起作用，雖可以製成更爲擴大之試料惟德斐則寧取此種或他種方法藉電力以製成之汞齊作爲其實驗之根據。此乳油狀之不安定物質冷凝之時，結晶較堅，以其易於散逸故頗難分析，惟就其具有汞齊性質而言，確似爲氨之汞齊。德斐以其能與汞結成如此完備之汞齊具有金屬性質故名之曰「ammonium」（華名作銨）使銨而固爲一種金屬且含有氫質，則所有一切金屬或亦含有氫在。於是以前燃素派學者及燃素派以前之學者所認爲化合物，經拉瓦節之努力始經公認爲元素之金屬，現在顯已遭受一種威脅復將重認爲化合物矣。

德斐認燃素派之化學學說似屬可能即記載於其筆記中，此時德斐忽患大病，自一八〇七年歲暮至一八〇八年年初未能至其實驗室中工作。德斐之有此種懷疑未嘗守祕，當渠於一八〇七

年在皇家學院討論鉀及鈉之問題時已先考慮及之。渠曾將鉀基（即鉀）蒸餾而得氫。但渠亦曾考慮此所得之氫並非來自鉀之本身。例如，鉀中若含有微量之水即能將水分解而產生氫氣。然而德斐亦不以其實驗結果未能即時證明其理想，而即將其對於鉀中含有氫之懷疑予以放棄。雖至一八〇九年終，渠嘗躊躇於「氫之或可為發生燃燒之原質及物質金屬化之原因」也。燃素派學者曾主張一切可燃物質均含有燃素而金屬亦含有燃素，此時德斐頗思以氫之為物代替燃素說中之燃素，躊躇經年未能取決。約翰德斐謂其兄雖曾考慮此種可能性，然固始終未嘗恢復此等燃素派之觀念，此論確係事實。當時德斐在討論各項學說之中竟將燃素說亦列入者，一方面可以想見其時學說紛亂，莫衷一是；另一方面亦可想見德斐於研究一項問題之時，對於一切可以解釋之學說莫不博採兼收，與以探討也。

金之性質，雖經加熱亦無金屬灰（即氧化物）之產生，久已為化學家所洞悉。由燃素說者觀之，謂「金」中燃素，保持過堅，由拉瓦節派之學者觀之，則謂其對於氧之親和力過小。鉑（Platinum）當時稱為“Platina”，極與金相似，不能產生金屬灰。兩派之解釋亦與解釋金之性質時相同。依修

正派之燃素說則鉑與金均經假定爲保持其所含之氫至爲堅固，試與鉍相比較則適得其反。鉍中所含之氫至易逸散。此等易於分解之鉍含有氫質，且似屬金屬性質，遂引起世人對於鉑之組成加以推測，謂其亦含有氫惟以保持較堅不易散失耳。德斐建議在一切金屬之中，鉑中之氫或以最大之能力而化合，鉍中之氫則化合時所用能力最小，大多數之金屬其所含之氫均能藉加熱作用而使其易與氧氣化合成水。如此組成之水與金屬之基再相結合，產生金屬灰（即氧化物），其方法爲



德斐復以相類之解釋應用於金屬以外之其他可燃體，此無異燃素說之復活，惟用氫以代替燃素耳。德斐本人始終未曾採取此說，惟確曾研究其可能性；至其同時之化學家頗有採用此說或其修正之說者。彼等即不應用於全體金屬至少於數項金屬採用之。

德斐曾將硫黃用電流分解之，察見有硫化氫之產生。以其所產之量過多，不類全由所含之雜質所產生，於是疑及硫黃之中必含有氫。又曾以同樣之電流試之於磷，亦察見有磷化氫之產生，於是更疑及磷中亦含有氫者。炭中亦似含有微量之氫。雖嗣後德斐概將此等試驗結果及推論全部拋棄，而當時渠固疑及硫、磷、炭中含有氫也。

德斐當時之推論大意如下：硫可以認爲 $X + \text{H}_2$ ，一經燃燒則硫中之氫即與氧化合成水，其最後產生之硫酸可視爲 $X + \text{H}_2\text{O}$ 。磷及其他可燃體亦可視作 $X + \text{H}_2$ ，其燃燒後之產物亦可以同等解釋闡釋之。各項物質各有其本身之 X ，而金屬中之 X 即代表一種「金屬基」。此種情形，不惟於金屬爲然，即表面上並非金屬之可燃體若硫之類均可適用。舉凡金屬及可燃體均可各含一種各自之 X 與氫相化合。此種 X 均爲原質性質且均屬金屬性。總之：一項深入人心之堅強觀念，雖經一時之隱跡蹈晦，常能作迴光之反照。此時之燃素修正說可以代表舊說之復活。蓋當拉瓦節氏之前，燃素說曾爲舉世所公認，其深入人心之處，直可謂始終未嘗全泯，至今尙有留戀此說者，祇須一有暗合之發明，即有人將爲此說作復興之活動，各項德斐新發明之金屬質量均輕，於是德斐疑及此項

金屬之中必有氫之存在。鉍之爲一種表面金屬性物質且含有氫，自經德斐發見其特性後，益使其於金屬含氫之解釋信仰更堅，以爲吾人苟能將金屬及可燃體假定爲含有氫者，則吾人即能闡明許多現象，甚且以爲凡用他說可以闡明者莫不能以此說闡明之，且其闡明之效力必不遜於他說。可燃性之物質，與金屬可以列入同類，以其同被假定爲含有氫者，且亦各含一種「金屬基」也。

硫、磷及炭確似含有氫者。電化學上之論據，德斐似亦以爲暗示可燃質中含有氫在。物質之認爲含有氫者爲陽電性；在用電池分解之時即爲陰電極所吸引。氧則認爲唯一之原質在電池分解之時能爲陽電極所吸引。所有一切已知之物質凡能爲陽電極所吸引者莫不含氧。若以同等之理解推想氫以外之其他物質，凡在電解時能爲陰電極所吸引者必皆含氫，似亦合乎情理。氫與氧爲相反之原質；物質之含氧者既與氧之本身同爲陽電極所吸引，則物質之同於氫之本身而爲陰電極所吸引者或亦含有氫也。

自一八〇八年德斐病愈恢復工作日起，至一八一〇年發明氫之原素性質時止，係一學說迷亂時期。德斐本人解釋之曰：「一種新奇之儀器，如電堆或電池之類，必須經過充分之時間及經驗

始能將實驗之方法改革完善，分析之方法亦必須臻於精密，然後吾人所得之數據始足憑信。其弟約翰德斐博士對於其長兄在此時期之濫求解釋急於闡達歸罪於另一理由。當時與德斐並世之化學家與德斐研究同一問題者異常努力，而尤以法國化學家給呂薩克(Gay Lussac)及戴那二人爲最。方德斐病時，彼等仍工作不息，德斐恐彼等學問之勝己也，於是急起直追，因急功好勝過於迫切於是惑於成說矣。

德斐當時容或真有急功好勝之事實，惟亦確有真實之難解問題。譬如，氧之爲物固嘗啓發化學師之研究，然亦未嘗無誤人之處。氧在化學上地位之重要，使吾人於闡釋一項學理之時，每過分信賴之。因氧爲一種極活動之元素，致假定凡一切激烈化學作用中均有氧之存在。因物質在氧氣中燃燒之時，此燃燒作用常能放出熱量及光；於是一切反應之有熱量及光之放出者，皆以爲真確之燃燒，而有氧氣之參加。但有多種物質與氯氣化合之時，亦有熱量及光之放出，於是認氯氣之中亦必含有氧。燃燒之名辭，終經從泛義解釋應用於一切作用伴有光及熱量之發生者，固不論氧之有無參加也。德斐之最後證明氯中並不含有氧，深有助於此項燃燒名辭之採用泛義解釋。

日後所稱之「氯」(chlorine)當時德斐尚以爲「氧化鹽酸」(oxymuriatic acid)此項傳統見解根深蒂固，不易否認。使氯氣中含有活動性之氧氣，則氯氣之極爲活動似屬當然。氯爲陰電性者，以其在電解之時趨向陽電極而運動也；氧之性質原能爲陽電極所吸引，使氯中而含有氧，則氯之趨向陽電極亦屬當然矣。

德斐之倉卒從事，既未曾將一種成見種入其心，牢不可破。使其誤認氯中含氧，亦未能於二年之後阻止其捨棄此項成見。實則此項成見之所以造成，由於一種堅強之傳說及其表面上所呈之可能性。至其所以終能捨棄此項成見之原因，由於德斐經驗之技巧及其能使一項深固之觀念歸於消滅之能力。此學說惑亂之時期，對於以後德斐將氧化鹽酸確定爲元素之氯一點，頗爲一種有效之準備。蓋當此時期，種種困難及取捨兩可之學說，方待其憑藉有條不紊之實驗以取決之也。

德斐深疑氯中含氧之外，更疑及他種物質或亦含有氧在。鉀灰及鈉灰爲鹼性，揮發鹼（即鉍）亦爲鹼性。鉀灰及鈉灰既均含有氧，則揮發鹼中似亦可以含氧。惟揮發鹼之組成，含氮及氫，於是疑及此氮中或含有氧，惟氮中所含之氧必已充分飽和致氮性爲不活動，或氮中亦含有氧，惟以其所

含之氧結合過堅不能分離，且更欲與更多之氧互相結合。凡此種種假設不勝枚舉，常伴其略帶邪曲之實驗及理想而產生。

在此學說迷亂時期，德斐致力實驗，不厭求詳；爲求問題之了解起見且曾一度與律德氏商榷。德斐之電池將水分解爲二：氧氣集於陽電線，氫氣集於陰電線。於是「氫」可認爲水之與陽電相結合者，氧則可認爲水之與陰電相結合者。律德氏之意見適與之相反，以爲氫含陰電而氧含陽電。當兩種氣體化合時，兩氣中所含之異性電可以互相吸引發生火花，而解除電性之水遂得沉澱以出。此二種電荷當時認作以太性無重量之原素。此種原素爲無重量之流質，各項物質一經與之化合即荷有電性。惟此類飢不擇食之忽遽解釋法未幾即以德斐對於「氣」之研究大放異彩而歸於淘汰。

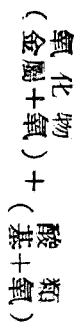
德斐在實驗上發明之敏捷常軌，雖於此時似形迂緩，惟在此混亂時期渠固未嘗毫無發明者也。方其迂迴研究之時，得有數項強有力之儀器，使其得打破難關繼續進展。德斐病愈之後，皇家學院之當局及其重要會員爲之捐製一項大型伏打電池，其電力之強較諸以前所製者大逾四倍。繼

而更有他人捐製電力更大之電池（含有金屬片至二千片之多）供其使用。德斐繼復作分解「土金屬」之試驗未得效果。渠所希望求得之士金屬汞齊未能若其於鹼土金屬所製得者同樣成功。含矽之“silic”，含鋁之“alumine”，及含鉍之“glucine”，既不聽命於電化方法又不能爲鉀所侵蝕（德斐嘗製得一微量之矽，惟不自知其如何而得）故德斐未有所得；惟於硼酸則頗爲有效。採用一強力之電池能從硼酸中製得硼，若用鉀之助力則所得更多。顯見從硼酸中取出之可燃性物質（硼）適當於硫酸中之硫或磷酸中之磷。未幾，德斐復發見碲化氫，並察得碲與硫有極相類似之處。此時（一八〇八年）德斐對於氫氟酸之研究，尙不能若其日後覓得氯之蹊徑後具有顯著效果也。

第五章 不可分解之氯及化學原理

氯之定名從初次發明以至今名之確定，亦同一氧化二氮一般之屢經攻易。社勒 (Scheele) 氏曾於一七七四年製得此氣，名之曰「除燃素之鹽酸」(dephlogesticated marine acid)；蓋以爲鹽酸(氯化氫)中之燃素曾爲錳(實卽今日之軟錳鏤「二氧化錳」)(pyrolusite)所除去也。依照此種見解則此種「除燃素之鹽酸」祇須一經與燃素化合卽成鹽酸。德斐曾用種種方法以分解之終不可得，最後始憶及社勒曾認此氣爲「不可分解之物質」。從社勒之首次觀念至最後德斐之決定爲元素，其間實爲一變遷時期。從 HCl 之組成變爲 HCl 之組成，並非直接代入，其間經過種種試驗，頗爲複雜。

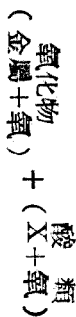
反燃素派之化學逐漸代替托爾派之觀念，拉瓦節及其後繼者假定一切酸類均含有氧，一切鹽類莫不爲氧化物及酸類二者所造成，其式如下：



鹽酸之性質假定爲 X + 氧，而此 X 爲一未知之基。經「錳」（實即今之二氧化錳）之氧化後成爲「氧化之鹽酸」（oxygenated muriatic acid），而此「氧化鹽酸」可以「X + 氧 + 氧」之式表之。在此項公式中之兩重氧並非定量的，當吾人將此「氧化之鹽酸」即今日之氯氣者使與一項金屬起作用時，此金屬即能從氧化鹽酸中除去其過多之氧而組成一項氧化物：

$$\text{金屬} + (\text{X} + \text{氧} + \text{氧}) = (\text{金屬} + \text{氧}) + (\text{X} + \text{氧})$$

於是此氧化物（金屬 + 氧）與鹽酸（X + 氧）相化合而組成鹽類。其式如下



貝粟勒脫於一七八五年最先推測鹽酸之經氧化而爲社勒之氣，拉瓦節氏採用其意於拉氏之學說中。惟貝粟勒脫本人即嘗發見「氧化之鹽酸」並非爲酸類。當時以爲酸類必含有氧，則含

氧較多者理應其酸性亦較大。今「氧化之鹽酸」含氧較多而反不能呈酸性，豈非怪事。拉瓦節及其同派學者均承認此項不解之謎。當此項氣體之水溶液於日光中曝露之，貝粟勒脫即察得有氧氣之發生，而此水溶液重復化為稀鹽酸。此種反應依現代化學解之當為 $H_2O + Cl_2 = 2HCl + O$ ，惟當時則僅認為 $(X + 鹽 + 氧) = (X + 鹽) + 氧$ 。

依德斐早年之理論，認氧氣（當時稱光氧）曾將其「光」帶入氧化鹽酸，而日後所稱之氣此時德斐尚視為一種「鹽光酸」（*muriatric phos acid*）。未幾，德斐即悟其非，遂亦採取當時流行之「氧化鹽酸」以解釋日後之氯氣矣。此氣不能如其他酸類之將植物藍變為紅色，惟能將此植物藍漂白之；在強烈之日光中能放出氧氣。德斐於其一八〇二年之「演講大綱」（*Syllabus of Lectures*）中，即將此氣敘述如上。嗣後渠更將此氣之名，定為「氧鹽酸」（*oxymuriatic acid*），一如其並世之化學家。時至一八〇〇年各國科學家競相致力於應用電力以分解物質。亨利博士（*Dr. Henry*）應用之於鹽酸氣，（即氫氣酸。）此鹽酸氣即分解為氫氣及「社勒之氣」（氫）。此項結果與認鹽酸之組成爲 $(X + 氧)$ 者不相符合，亨利博士認此氫氣之產生僅由於鹽酸中

所含之水。至一八〇九年，給呂薩克及戴那二氏相繼主張鹽酸（氫氯酸）之組成爲（ $\text{H} + \text{X} + \text{O}$ ），而此（ $\text{X} + \text{O}$ ）卽代表氧化鹽酸——卽日後之氯是也。其組成或亦可視作（ $\text{X} + \text{O}$ ）係理想中之 X 與水之合成物也。此種方式可以解釋亨利所察得之作用矣。氫與氧化鹽酸（ $\text{H} + \text{X} + \text{O}$ ）卽「 $\text{X} + \text{O}$ 」者相化合而組成鹽酸氣（ $\text{H} + (\text{X} + \text{O})$ ）。亨利氏實驗之電池僅將其組成之物重行分開。給戴二氏曾將鹽酸氣導經燒熱密陀僧（氧化鉛）之上而得水，惟彼等均拘於習俗，不願將「鹽酸」或「氧化鹽酸」中含氧之成見予以拋棄；故用不含氧之物質既不能從氯中提出氧氣，又不能從鹽酸氣中取出水分之各點，有待於德斐之證明也。

德斐至一八〇八年終尙假定鹽酸氣（ HCl ） $\parallel \text{X} + \text{水}$ 。氧鹽酸（ Cl ） $\parallel \text{X} + \text{O}$ 。當時 X 之爲物尙未能游離，而鹽酸氣中尙含有三分之一至四分之一之水氣。當吾人將金屬鉀使與鹽酸氣起作用而產生之氫，尙以爲來自所含之水氣也。氧鹽酸中能生劇烈之燃燒作用，似益能證明此氣之含有氧者；蓋以氧氣爲極強之助燃劑故也。德斐復以磷及炭各燃於氧鹽酸中以除去其所含之氧，其試驗結果磷在此氣中之反應至爲劇烈，其所得之兩種氯化物，德斐尙可用其所假定之組成法

解釋之。至於炭在此氣中之反應極爲微細，殊不活動，大出其意料之外。且此些微之反應或尙由於炭中所含之水氣；蓋此時之德斐尙未曾疑及氧鹽酸中並無氧氣之存在故也。

因氧鹽酸或鹽酸氣對於熱熾之木炭均不活動，終致引起德斐之懷疑，使將木炭先於真空中灼熱以除去其所含之氫及水分，則此項木炭益不活動；純粹之木炭置於氧鹽酸或鹽酸氣中用電流強熱之，則毫無作用。此種現象與傳統上所公認之氧鹽酸中含有活動之氧氣者，根本抵觸。於是實驗之論據相繼發見，氧鹽酸氣中含氧之說遂根本動搖矣。克羅格尙克證明氧鹽酸與氫相化合而生鹽酸氣，給呂薩克及戴那二氏亦證明鹽酸氣之可以如此製成而同時並無水之產生。吾人之所以似能從氧鹽酸中提出氫氣以製成鹽酸者，必以氧鹽酸中雜有水分之故；給戴二氏嘗彙集種種證據以證明之。德斐遂思及一切錯誤之見解得無均由於一種反應——即吾人今日以下式所表示者：
$$\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{O}$$

遂重行採納社勒之觀念，以爲氧鹽酸之從鹽酸中提出，僅爲鹽酸之失去氫氣耳（社勒氏稱燃素不稱氫氣）。鹽酸爲X+氫，而此X實即氧鹽酸之本身，並不含氧。鉀與鹽酸起作用時，鉀即與X相化合而將氫氣放出。

德斐於一八一〇年中綜集種種事據對於氧鹽酸氣中含氧之問題未能發見實驗上之證明。磷或金屬等與氧鹽酸氣所生之劇烈反應亦未足據以斷定其推測之無誤。所謂強烈之燃燒僅暗示一種化合之強能，表現為熱為光固不獨於氧氣為然也。至於鹽酸氣之與密陀僧作用，可以釋作

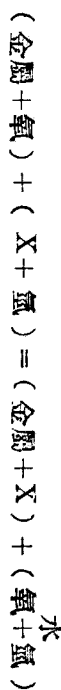
$$(2\text{H} + \text{Cl}) + (\text{H} + \text{X}) = (\text{H} + \text{X}) (\text{H} + \text{H})$$

此處之X實為一種單物質正如以前社勒氏之所假定者也。

直至道爾頓氏之精巧學說發表之後，以前學者聚訟紛紜之事據始得完全澄清。德斐於一八〇九年十一月十六日曾在皇家學院評論道爾頓之「精巧的假設。」曰：依道爾頓之此項假設言之，則每一種物質不論其為元素或化合物，均可以一比例數（德斐常書作比例）表示其化合量之比。使以1代表氫之比例數，則從水中氫氧間重量之比而得氧之比例數為7.5（現在為8）。再將此同一之7.5定作氧之比例數，則氧化鉀中鉀之比例數可以40.5表之。當時德斐之分析結果常與日後更為準確者稍有出入。氧鹽酸（O）之比例數可以指定為32.9（現為35.5）。鹽酸（HCl）中含有32.9分之氧鹽酸與1分之氫相化合，而氧鹽酸鉀（KCl）中32.9分之氧鹽酸與

40.5分之鉀相化合。此類比例數氫爲1，氧爲7.5，鉀爲40.5，氧鹽酸爲32.9，可以表示種種化合物中所含上述各物質之化合量。復因40.5分之鉀能與16.5分之磷相化合而得磷之比例數爲16.5。在磷酸中16.5分之磷係與22.5分之氧相化合，而此22.5適爲7.5之三倍。硫之比例數亦曾以相類之方法求得其數爲13.5。德斐所得之比例數雖屢經後人用更爲準確之分析而大事修改，然其嘗受道爾頓之重要暗示固屬無疑。在種種物質中不論其爲化合物或單物質，此等物質如鉀、氧、硫、磷各有一定之比例數重重發見。顯示此等物質之爲元素。硫及磷二物質先前曾使德斐懷疑莫解者，現亦決定其爲不可分解之單純物質矣。氧鹽酸之比例數32.9亦於種種物質中重重發見。從氧鹽酸之有一定比例數及強熱之炭不能從氧鹽酸中取出氧之二點觀察，則氧鹽酸之爲元素無可訾議矣。

此時之德斐已經獲得一種確信，所謂氧鹽酸者實係一種單純物質。與氫相化合則成鹽酸。金屬氧化物受鹽酸之作用時其反應爲



此公式中之X爲一單純物質。此單純物質X即係氧鹽酸。乾燥之氧鹽酸不能漂白；至潮濕之氧鹽酸所以能漂白者，蓋由其與水之分解作用將水中之氯奪出以成鹽酸，而將水中之氧游離而出，此游離之氧能有漂白之功能也。是氧鹽酸之名字不復成立，故此氯之名稱應定爲 chlorine（中文譯作氯）。此氯之名稱僅在表示其所呈之綠色而不涉及其組織之成分。使以後即有人能證明其爲化合物而非元素時亦可不受其定名之窘迫也。德斐僅主張就其當時所得之證據而言氯係一種元素。德斐之於一項假定之元素素主與分析之技術有相對性。儘有現在表面上確爲元素者，他日吾人或能以更爲高超之方法將其分解者。

德斐之聲明氯之爲元素性質，當時科學界中反對之者頗不乏人。頑固之茂雷（Murray）即尙堅持鹽酸及氧鹽酸中均含有氧，而於德斐之聲明未能置信。約翰德斐嘗受其兄之囑託代復茂雷之質問。在雙方論戰期間，德斐爵士發明 euchlorine（ClO，與氯之混合物）而德斐博士亦發明「光氣」（Phosgene）。愛丁堡評論報爲之躊躇審議不敢下一斷語。且要求更多之數據以爲德斐之說之左證也。惟大多數之化學家則已公認氯之屬於元素性質也。德斐博士嘗謂其長兄

之見解不及兩年即已爲大衆所公認而講授於學校中矣。其學說傳播之速有如是者。一八一四年三月十八日德斐自佛羅稜薩 (Florence) 一地致書於其弟約翰曰：「在法國境內舊學說已漸歸淘汰，貝粟勒脫確已決定贊成氯之新說。在巴黎之化學家除戴那一人外吾已不聞擁護舊說者矣，且戴那之擁護舊說亦至爲微弱，吾思此時之戴那或已捨棄之矣。」氯之新解雖不時有反對者然曾幾何時即已得公衆之擁護矣。

德斐爵士至一八一八年始將其對於氯之討論達於完成。此時茂雷之家鄉，蘇格蘭之實驗家曾從金屬及鹽酸 (HCl) 之作用得有水分，如此則水中之氧似必來自鹽酸中也。德斐解釋彼等之錯誤，以爲玻璃器中所含之氧化鉛或微量之鹼可以供給其組成水分時所需之氧。德斐復將氯先以「鹽酸石灰」(muriate of lime CaCl_2) 乾燥之，然後導入一燒至紅熱之玻璃管中，使與鐵絲起作用。如此所得之氯與鐵之第一化合物適與用鹽酸氣與鐵所生之化合物完全相同。日將玻璃管冷卻後並無露珠或水分之絲毫踪跡。可見吾人於試驗時苟能將外界雜質汰除淨盡，並無氧之可從氯中取出。於是德斐復增一證據以證明其氯中無氧之說矣。

德斐於一八一二年四月八日蒙英政府授以爵士之爵位。翌日，在皇家學院作其離別之演講。更二日與阿伯利斯夫人結婚。雖則德斐與夫人之結婚未曾使其研究習慣爲之中止，然將其一生顯已分爲兩部分矣。德斐雖已受爵士之稱，惟皇家學院仍能繼續保持其服務，渠接受皇家學院之聘請，擔任化學教授與實驗館及礦物採集部之總董，此等職位均不支薪俸，亦不擔任講授。蓋如此措置，德斐爵士可保留其行動之自由，而皇家學院則保留此至有價值之顧問也。

此時之亨佛蘭德斐爵士名聞四海，如日方中。杜白林學會 (Dublin Society) 於一八一〇年，曾爲爵士之許可親蒞該會中向擁擠之聽衆舉行連續演講，翌年卽一八一一年復得爵士蒞會作過二項之連續演講：一爲化學，一爲地質學，俱屬異常精彩。聽衆之趨赴杜白林學會之實驗館者，較諸以前擁赴皇家學院時猶爲衆盛。實驗館中爲之推廣座位，使能容聽衆五百五十人仍嫌不足。當時聽講券之券價規定每次每位收費二幾尼 (當時英國之一種金幣 Guinea)。後至者以票少人多不惜出十幾尼或二十幾尼以購一票。亨佛蘭德斐爵士復曾爲愛爾蘭聽衆規定一種談話費：凡第一次往見爵士談話者須納費見費四百幾尼，而第二次之談話則須增加至七五〇鎊。於此可見

其盛名之一斑。在此公眾熱烈敬慕之時，杜白林城之三一大學 (Trinity College, Dublin) 贈爵士以名譽法學博士 (Ll. D.) 學位。其發明之經歷及人望之出衆，卒爲政府所賞識而授以爵士之爵位。在此受爵、結婚、並應皇家學院之聘爲名譽教授之同一年中，發刊其化學原理 (Elements of Chemical Philosophy) 一書。

德斐爵士常批評普利斯特利之著述時覺草率鹵莽，而不知其化學原理一書亦感同病。由當時之楊 (Young) 氏目中觀之亦認爲頗多草率鹵莽之處。德斐博士之評論則褒多而貶少，故於此書之撰述以爲既不能察見草率鹵莽之跡，亦未有排列紊亂輕重不稱之失。此書發行之後頗爲時人所推崇。惟德斐博士之恭維爵士無微不至，幾凡爵士所撰述者無不有權威，無不有尊嚴，無不能傳誦一時。巴黎博士評謂「此書於宣揚科學上實爲一至要之書」尙不失爲定評。惟大多數之評論者均與滔泊氏相同，以爲此書之撰述尙呈草率及不完備之處。約翰德斐博士於一八三六年之評論中所謂「此書並未有再版之需要」殆由此故。惟約翰則不認此失，評謂著述時雖速未嘗草率也。總之，此書之撰述不無流露草率之處，然於化學之進步上仍不失爲一重要之書。巴黎博士謂使

當時德斐爵士不刻意摹仿哲學紀事 (Philosophical Memoir) 之精潔、簡博而受其文體之拘束，則必能闡述其意見更爲詳盡，且於其發明之敘述亦必能井然有序——德斐之文體以前素有系統，吾人不難於其斷簡殘編中覘其作風。此書爲當世科學上進步之圭臬，吾人雖今日讀之猶可想見當時之科學及德斐之思想也。

拉瓦節之發明曾使氧之地位頓形重要而成爲研究之中心，在德斐之化學原理中另有一種元素，其極強之陰電性有似於氧，且亦爲一種強烈之助燃劑，其在化學上之活動頗能分佔氧之心地位。此種元素卽「氮」是也。自經發見氮之元素性質後頗有數種舊觀念爲之打破。以前以爲僅有氧一種可以有強烈之作用而有光及熱之放出者，現在發見除氧以外至少另有一種物質亦可作強烈之作用而放出光及熱。以前以爲一切酸類皆必有氧，現在發見除氧以外至少另有一種酸類爲氮及氮之化合物而並不含氧。自此之後燃燒之見解逐漸改從廣義，惟不含氧之酸類其意義尙須經過相當時日始能爲人所了解也。事之令人稱奇不絕者，德斐之發見氮之元素性質，竟使其感受不安。

拉瓦節之化學革命驟將元素之種數大爲增加，自寥落可數之數種增至三十二種。拉瓦節之元素表中曾一度將無重量之熱及光列入元素之內。四種無重量之元素「熱」、「光」、「電」及最後加入之「磁」當時曾列入多種化學表中爲時頗久。通常之有重量元素至一八一二年而已可列爲一隊排入表中，德斐於一八〇二年間，已能紀錄公認之單物質（今稱元素）至四十二種之多，後復藉其個人研究而促進元素名稱之增加。德斐對於元素種數之繼長增高頗懷不安，吾人可於其化學原理書中窺得其旨趣。蓋從德斐視之，當時元素之種數似覺已嫌過多矣。

當時流行有一種理想以爲一切物質俱可認爲一種簡單之原始物質所組成。德斐爵士曾於一八一二年記有一段假設謂：「自然界物質之種種形態或僅爲同一種之粒子用其種種不同之排列法而構成者。」凡吾人所認定之元素或係一種原始物質之同樣粒子排列極爲堅強，而並非真正不可毀滅，此種假設「在物理研究之初期頗能風行一時，且曾爲當時最有能爲之哲學家之推論所擁護。」設此說而固確，則表面上之元素不必真爲不可毀滅，以其在原則上，或事實上終能分解爲原始物質之原粒子故也。

德斐爵士之躊躇不安，可於其警告世人勿「假定有任何真正不可毀滅元素之發見」窺見之。德斐之主張僅須有兩三種之簡單物質用種種不同之結合方法或已足使物質界盡態極妍變幻不測。及其躊躇於一種原始物質之或能排列成多數外表之元素等均流露其舉棋不定之狀。德斐對於元素種類繁多之躊躇，及其承認元素之真爲單純或原始性質之猶豫，遂使其從事於向已經發明之各項元素中覓取其理想中之原始元素。

德斐以爲氫之爲物似較任何物質更爲真正元素。其粒子與粒子間互相排斥至爲強烈，氫與他物質之粒子能相吸引，且與他物質之化合至爲猛烈。更謂氫之與他物質化合其所需之量較諸任何物質爲小。末幾泊拉脫 (Proust) 氏於一八一五——一六年時即堅決主張氫爲真正原質。使其他元素之原子量適爲氫之原子量之簡單倍數者，則此種主張應可成立。泊拉脫之主張或即脫胎於德斐爵士之建議，亦未可知。泊拉脫於其一八一六年之第二次論文中記有「此種觀念並非全新之句。」德斐爵士一八一二年之建議至一八一六年而引用，當然不能稱爲「全新。」德斐之化學原理當已爲泊拉脫所熟知。夫以德斐聲譽之隆及其化學原理著名之盛，而謂其於氫之與原

始物質相同之懷疑，未能爲英國之自然科學家所知悉者殆不可能。其證明氫與原始物質相同之事或曾於未紀錄之言論中討論及之。泊拉脫述及其學說之曾經前人所預料適足暗示此說之非新。使此說而載於化學原理則當時定能爲時人所熟知。今查化學原理一書果載此說，則泊拉脫或已真得德斐之暗示矣。

約翰德斐博士認此化學原理一書與其視爲其書題之所標示者，無寧視爲德斐爵士本人之工作、發明及其特殊觀念之摘要。德斐常能爲化學規定各種觀念以備他人之接受，又每能先將其個人之觀念改變以預測他人觀念之改變，且常能求得種種發明以強迫他人觀念之改變。渠每能於一種觀念在他人大都尙留連不捨之時，迅速將其改變，在化學原理一書中記有此等改變頗多，其中有一項改變即可顯示德斐之改變觀念較大多數之化學家爲迅速也。

在一八〇〇年間，德斐雖已放棄其幼稚之「光氧」理論，而渠仍以爲氧與氮係在空氣中互相化合。此種觀念在當時最爲普通。當時最爲難解之一點，即假使氧氮二氣在空氣中並無化合情形，何以此二氣能在空氣中分佈至爲均一。使此二氣僅爲混合不生化合作用，則較重之氧氣理應

下沈而較輕之氮氣理應上升。吾人將水銀與水混合之後，不見水銀下沉於水底而水則上浮於水銀面乎！至於空氣中所含之碳酸氣較氧氣更重，其解釋自更爲困難。德斐於其最先之論文中嘗思及植物必須忙於工作始得阻止碳酸氣之下沉，如一地毯之覆於地上。此時科學家之一般觀念，假定大氣中所含之一切氣體（包括水蒸氣在內）間均有溫和之化合作用似屬順理成章。因有此種溫和之化合作用各氣始可互相吸引互相透過而混合一致。「氧與氮之在大氣中任何部分均有均一之彌散作用」一點在一八〇〇年時，德斐尙以爲係二氣間親和力之動作。惟當時德斐之所以作此種信仰，不無理由可言。

蓋有一項空氣之錯誤成分爲拉瓦節所推斷者曾引其誤入迷途。拉瓦節推定空氣中含有二十七分之氧，與七十三分之氮。空氣之密度較諸按二十七分之氧與七十三分之氮之混合物計算其所得之數爲小，於是認爲二氣之混合時似略有膨脹情形，而此種膨脹情形似示化合作用。此外復有一項拉瓦節之誤解亦頗引起德斐之迷惑。拉氏謂「大氣中之空氣溶解於水中之時似乎並不分解者。」使從空氣中取出之氧及氮，其溶解於水中之比例仍與其在空氣中之比例完全相同，

則更應引起化合之觀念矣。德斐又曾察見當一氧化二氮氣燃燒之後即化為氮氣及另一種氣體，而此另一種氣體其性質普與空氣相類，將上述種種事實評論一過，德斐幾以為氧及氮二氣在大氣中之化合幾可證明也。

上述兩項分析上之錯誤至一八〇七年始經修正。拉瓦節氏對於空氣組成之錯誤漸歸淘汰。法國學院之委員會亦改從德斐之容積比例，定空氣中含氧之比為容積百分之二十一。復因吾人可以適當之比例將氧、氮及碳酸氣三者互相混合成爲一種「彈性流質」(elastic fluids)（即氣體之意），具有空氣之一切性質，且並無容積之變動，故大氣之組成實爲「機械之混合。」復因空氣溶解於蒸餾水時，氧之溶解量大於氮之溶解量，故大氣中之各氣自難認爲「化學之化合」也。當氧與氮之組成空氣或人工之仿造品時，既未有性質之變化，又無容積之增減。彼大氣中之氣體既無此等現象則其爲「機械之混合」毫無可疑。貝粟勒脫曾主張大氣中各氣之間具有溫和之化合作用，惟其作用並無劇烈之化學變化，當時化學界中頗多贊成貝氏之說者。德斐氏則並不作如此見解。此項意見之改變又嘗引起另一難題。夫大氣之爲物，吾人即承認其爲調和均勻之混

合物矣；惟各氣之密度互異，理宜使各氣分別沈浮成爲數層，何以大氣之中並無如此現象？德斐爲解釋其困難起見，不得不於大氣中覓取所以攪動大氣使勿沈澱之原由。繼而渠得之於大氣之「騷動」。

德斐之於大氣之騷動解釋其意義至爲生動，其化學原理一書中凡有相關之章段類多述及之。使空氣而爲吾人之目所能見，則其騷動之情形必較大海中受最烈之颶風時更爲劇烈。舉凡巨浪也、湍流也、以及狂風之吹盪也，常使海水爲之騷動。地球之震動激使空氣於運動，而組成空氣之氣體卽爲其攪和爲混合物。大氣中之各氣互相顫動不絕，正猶水之與油可以在瓶中上下顫動彼此攪亂也；惟瓶之震動終有停息，而大氣之顫動則無時或已也。此種解釋大氣爲「機械混合」之說，吾人尙疑信參半勉強承認。直至德斐去世四年之後（一八三三年）始有葛拉漢（Graham）氏發見氣體之瀰散定律，蓋德斐時之「微粒子哲學」不能將氣體瀰散之事實完全釋出其真義也。依德斐之解釋以爲祇須以大氣之騷動定爲原因卽能避免推論上之種種困難，其後頗有化學家從之。終至十九世紀之中葉氣體之運動觀念日漸明瞭，始得將氣體瀰散之謎與以破除。

化學原理一書，一方面追述舊觀念，一方面推測新觀念。凡舊觀念之尙未經人完全否決者，仍得留存於其章段中，對於日後新發明之預測亦每於其書中討論及之。燃素說之魅影尙未能完全汰除。各種物質間有天然相似之處，似能按照一種順序列成一項聯系者，例如鉀、鉑及其他種種金屬，均可包括於一系；鉍之爲物就其與汞所合成汞齊而言，似真爲一種金屬，使鉍而確爲金屬則亦應包括於此同一聯系中。因鉍中含有氫，於是疑及其他金屬中或亦含有氫，此種燃素說之修正論，德斐頗爲珍視，故於其書中不惜仍敘及之。此種舊觀念此時蓋已成爲陳迹。德斐書中之緒言及本論中曾暗示一種日後之發明。渠曾於鹽酸鉀及鹵酸鈣（今稱氯化鉀及氯化鈣）中發見一種強烈之元素——「氣」，於是疑及在氟酸鈣及其他氫酸物（今稱氟化鈣及氟化物）中或含有氫族中一項更爲劇烈之元素，未幾，德斐果能證明其懷疑之無誤。

第六章 八年之研究

德斐自一八一二年擱筆之後，不久即繼續工作；蓋其天性勤於著述，而其沈浸於科學研究終日在實驗室中求樂趣，斷不能使其忘情於實驗室也。德斐於一八一三年十月十四日赴歐洲大陸作科學之訪問。當時歐洲各國之實驗館特爲之開放，歡迎其在館實驗，惟德斐此次仍攜帶其輕便試驗器隨身應用，一如其前次與夫人作蘇格蘭遊時之所爲。此項輕便儀器，約翰德斐名之曰輕便試驗器，頗有助於德斐之發明。此外復有一傑出之人才爲其助手，此次隨德斐作歐洲大陸之旅行，常佐其作種種實驗及撰述工作，亦大有助於德斐之成功。此傑出之助手爲誰，法拉第是也。彼是德斐在皇家學院叠創種種成功紀錄，法拉第氏早已參加襄助，此後二人之合作仍同珠聯璧合，繼續不絕。德斐之發明層出不窮，當其歐洲訪問出發之前，已曾尋出三種助燃劑。渠又曾努力於試驗一種爆裂性之新化合物爲度隆 (Dulong) 氏所首先發明者。此項烈性爆炸藥爲一種氮及氫之化

合物，即今日之三氯化氮。當德斐正作此物之鑑定工作時，炸傷一目，幸未幾即能復原；故於德斐之研究，雖暫時中輟，而終未曾阻止之。

前節所述之三項助燃劑，包括氧、氯及氟。當一八一二年時，氧及氯固早已發明，而氟則尚在擬議之中。德斐在歐洲旅行出發之前，即能證明其所懷疑之氟，惟尙不能使之游離耳。依照德斐之意見，氧及氯極相似，恆可歸入於同一類。氧及氯均經視爲元素，以其均從未能分解；電解時均歸集於「陽電極」；故依德斐之觀測均認爲「荷有陰電」者；氯及氧如與可燃體相化合，均生極劇烈之作用；氧於許多化合作用中可以造成酸類，氯與氫相化合亦可組成一種酸類。在一八一二年出版之化學原理一書中，氯及氧二者均經德斐認爲有相似之「電氣關係」(electrical relations)及「化學能力」(chemical powers)。此時德斐證明其以前之懷疑，認「氟酸物」(今稱氟化物)爲一種特殊物質，且此項特殊物質中更含有一種類似氧及氯之特殊元素，適與其以前證明「氟酸物」(今稱氟化物)時相同。

氟之活動力至爲強烈，使德斐爵士甘心僅就其化合物中推演其存在。氟之過於活動，吾人不

能以之封閉於一瓶一皿中以待觀察。范海爾孟 (Van Helmont) 之「萬應溶劑」(alkahost) (一種煉金術士之理想溶劑) 能將一切物質均化為水，在十七世紀中已令人驚奇。昆刻爾 (Kun-ke) 問其如何能保存於瓶中。此種譏諷在臬古爾 生於其辭典中重行紀述之前常有質難。實則此種質難未為適當，蓋當「萬應溶劑」變化之前必須先有適當之處置。惟此第三種之助燃劑立能將盛置之瓶毀壞，不待吾人之從容處置。德斐 喻作一種寓言中所記「不可保存之怪水」。德斐 疑及純液體之氫氟酸 (HF) 含有一種特殊元素類似氧及氯者，與氫 元素相化合。此項液體「氫氟酸」能腐蝕玻璃瓶，但能盛置於白金或角銀礦 (AgCl) 所製之器皿中。必須如此盛置之後，始可用電流分解之，氫氟酸 經電流分解之後似可分為氫氣 及一種劇烈活動之物質，其活動之烈足以毀壞其盛器使不能供吾人觀察之用。譬如有一次德斐 欲在「氟酸鉀 及 氟酸鈉」(今稱氟化鉀 及 氟化鈉) 中和以氫氣 而將氟氣 代出。結果氟氣 似為氯氣 所代出，但與四周包圍之物質頓起變化使其不及研究。復有一次正當氟 之被氯 排出與四周物質起變化之前似發生一種特殊臭味。德斐 遂疑其所嗅到之臭味為氟 之游離時之臭味。德斐 又求助於「比例數」之應用。使氟石 (fluor spar)

含有鈣及氟，代表鈣之「比例數」爲 40，則代表此新物質之「比例數」必爲 342。依氟酸鉀及氟酸鈉之種種實驗，發見 33 之數似爲氟之「比例數」。其與氫之化合物似亦指示一種相似之比例數。德斐從此種討論獲益頗多，惟其爲氟所定之比例數較諸現在之原子量幾大逾一倍。渠將如此測得之新元素名之曰氟 (Fluorine)，蓋從安培 (Ampère) 之提議也。渠復推測必有其他瀰散易逸之物體可以歸入此類。不久卽有碘之發見，證明其推測之無誤。

氟之爲物，散逸至易至速；碘則既可作紫色氣體，又能作光耀之結晶。德斐於一八一三年十二月十日撰一文於巴黎，題曰：「數種對於一項新物質加熱後卽化爲紫色氣體者之實驗及觀察」

(Some Experiments and Observations on a New Substance which Becomes a Violet-coloured Gas by Heat) 此文於一八一四年一月二十日在皇家學院宣讀之，於此可見此次德斐之旅行實可稱爲一種發明之遊歷。先是巴黎有一硝石製造家名科托阿 (Courtois) 者曾在二年以前藉硫酸加於海藻灰之作用，製得一種紫色氣體，冷凝之後成爲光耀之晶體。當時法國化學家於此項新物質之研究至爲忙碌。德斐於一八一三年十二月十三日被選爲法國學院之第一

等通訊會員，安培於其當選之前一月贈以微量之碘，當時碘之名稱尙未確定，僅稱爲X。依約翰德之記載，則此項贈與頗增速德斐之研究。惟不幸此項贈與反引起德斐對於安培之嫉恨，復以克來猛（Clement）要求其將此物分析之故而懷恨於克氏。此時之德斐又藉其特長之敏捷手段將此引人迷誤之謎即予解決。初時克來猛似將X與氫之化合物認爲鹽酸（HCl），直至德斐證明其爲氫碘酸（初時德斐作 hydroionic acid 繼改作 hydriodic acid）後始知其爲另一種酸。自德斐懷疑於碘及氯之相類後即向其目的邁進，法國化學家對於學說之澄清熱忱歡迎，而於澄清此項學說之來源則頗淡然視之。蓋德斐在巴黎之口碑殊無足稱。惟其研究天才固亦爲法人所稱許而歡迎者也。德斐方欲藉其經驗所得以證明X與氯同隸一族之相似處，突然從一微量之碘述出一段碘之化學。此時德斐認其所得之成績已有報告皇家學院之價值，而皇家學院亦認有及時發表之理由。德斐查得碘所具之負電性較氯爲弱，依其本人之字句認爲「對氯具有陽電能。」此種觀念證諸碘及氯二元素之化合物若經電解時，碘恆集合於陰極之事實顯爲明確。德斐繼在佛羅稜薩繼續其於碘之研究，而皇家學院於一八一四年六月十六日復得聆其研究之結果。

金剛石之化學亦頗縈懷於德斐之腦海。使金剛石而祇含有碳元素一種，何以與木炭或石墨若是其懸殊。德斐方思潮起伏莫衷壹是之時（一八〇八至一八一〇年間）曾一度疑及金剛石中含有少許之氧。至一八一二年其所著化學原理書中對於此項微量之氧氣不與定比定律相符合一節，指爲「金剛石含氧之量或以過於稀少致不能與定比定律相符。」設金剛石而日後終經查出確係僅含純碳者，則可爲表面上元素狀態之物質其粒子排列尙有不同之辯證。雖然，德斐於一八一三年仍認木炭及金剛石間「必有某種化學上之異點。」夫「以完全不同之物理性質與完全相同之化學組成聯爲一起，」終似與「健全之化學」及「自然界之類比法」互相反對也。從前對於碘之誤解已經明瞭，現在金剛石與木炭之間得無有類似之情形在乎。碘與氫之化合物以前曾混作鹽酸，金剛石中得無亦有一種特殊物質其表面上之化學性質與木炭相同而混充之乎。德斐以爲「碘+氫」類似「氯+氫」而前人可以誤指爲氯化氫；於是假定金剛石中所含之特質爲X，則「X+氧」或亦類於燃炭所得之「炭+氧」而吾人誤以爲碳酸（今名二氧化碳）也。雖然，德斐爵士固從未否認金剛石中含有碳質，特疑在碳質之外或更有一種極輕極稀瀾

散之物質含於其中耳。方其出國之前，曾提議或有多種瀰散之助燃體有待發明，而此「既輕且瀰散之物質」或即從燃燒之金剛石發出，或與他物質重新化合。德斐對於金剛石中或尚潛伏一種類似氧氟及氯之物質，所懷疑之處自其得有碘之經驗後，益形增強。時佛羅稜薩之自然科學館中藏有極大之透鏡，遂引起德斐借用此項透鏡以作研究金剛石之嘗試。當時有卡斯莫第三者，杜斯卡奈之大公爵也（Cosmo III, Grand Duke of Tuscany），慨然以金剛石供其實驗，德斐對於日光之熱加於此項金剛石之作用作其初步之研究時，即採用此項大透鏡。德斐在赴羅馬作各種木炭之燃燒研究以前曾屢次用以實驗。既而德斐撰一論文於一八一四年六月二十三日宣讀於皇家學院，其言曰：最純粹之木炭與金剛石間之不同僅在木炭中含有極微量之氫。由德斐觀之，此極微之量有時少於全量之 $\frac{1}{500000}$ ，幾於性質上不能生顯著之差異。德斐本人亦曾推論不同之排列可使相類之分子具有不同之性質。台囊（Tennant）氏將金剛石與木炭間之異點推原於結晶之有異，於是德斐遂推測金剛石或為結晶之碳質。

一八一五年四月二十三日德斐重返倫敦，皇家學院遂更得聆悉其在旅行途中所作研究之

種種新聞。其論題爲「古代油畫所用之顏料」(Colours used in Painting by the Ancients)「一項碘及氧之固體化合物」(A Solid Compound of Iodine and Oxygen)及「酸類對於過氧鹽酸物之作用」(The Actions of Acids on Hyper-Oxymuriates)等。未幾，另有一項問題復藉其敏捷有效之特長而獲有解決。此項問題即係安全燈之發明。

安全燈之發明，一方面可以表示德斐解決一項問題之敏捷天才，一方面亦可證明其爲人類服務而致力科學之至公無私。德斐於一八一五年八月十五日始遭遇此項新難題。其事係發動於一教士名葛雷博士(Reverend Dr. Gray)者致書於德斐求其爲煤礦工人研究一項避免爆炸之禍之策，於是不久即開始作其對於安全燈之種種實驗。是年十一月九日即將安全燈之原理宣布於皇家學院，至十二月而安全燈完全告成。翌年六月一日有名約翰蒲特爾(Mr. John Bud-dle)者，從紐喀什爾(New Castle)之華爾生礦場(Walsend Colliery)，致函德斐，謂其「金屬絲網之安全燈」日日在各種爆裂性之混合物中應用已達三月之久。所有礦工均已了解此燈之功效，爭相採用。三個月前，即是年三月十八日，在紐喀什爾所開之礦主大會，一致感謝德斐

之實驗才能爲礦業中解決一項最迫切之試驗也。德斐以前之種種顯著成績固早已證明其果斷明察，而此次於實用上之成功益證其辨別之智。德斐不願貪圖個人之利益而請求此項發明之專利。蓋其研究之志原在求免人民於死傷，今見其實驗成功，目的已達，欣然滿意，不願爲其私利求保障也。當時尙有一番爭論，謂有名斯戴芬生（George Stephenson）者較德斐發明爲早，然各礦礦主卒於一八一七年九月二十五日特備盛宴以款德斐，蓋所以代表煤礦業感謝其應用科學以救護羣生，振興實業也。科學既有進步，發明亦層出不窮，近代之安全燈較之德斐所造者果屬後來居上，惟「金屬絲網之安全燈」在科學進程中確長留一項紀念，而德斐之此項貢獻仍屬歿齒難忘。皇家學院特爲此事授以倫福德獎章；英政府亦於一八一八年十月二十日晉其爵位爲從男爵。

德斐之安全燈其原理僅將燈中之火焰圍入一金屬絲網所製之籠罩中，使空氣與「炆氣」（fire damp）之混合氣得安然燃燒於燈內而不致將其火焰傳出網外，致引起燈外混合氣之爆炸。燈上備有「約束火焰之網篩」（flame sieve），可任煤氣、空氣或光等之通過而將此類混合氣之溫度減低，使火焰不能越網篩而出。設或爲風所鼓動而使炆氣與空氣之混合氣流入火焰過

速致使「束火之網篩」有不及工作之虞，於是德斐於此安全燈中復增添他項裝置，其最要者爲一防風之篩。

德斐證明此煤礦中之「炕氣」與可以燃燒之「沼氣」相同。道爾頓證出其化學組成「含有四分之氫，重量爲4；一分之碳，重量爲12」。德斐將火焰之意義定爲氣體或氣狀物質，熱至光量之程度之意。臬古爾生之辭典謂「火焰者常包括正在燃燒及與空氣中主要部分起化合作用之可燃性揮發物質」。德斐遂釋火焰之意義曰：「火焰者通常爲爆炸性混合物之一種連續燃燒，至於化學變化則並非必要，蓋如電池放電時「一種不可以分解之氣體」所生之強光，卽其例也。在尋常溫度將火焰通過一極細網孔之金屬絲網，則火焰卽爲金屬網之傳冷作用所阻止，蓋所有氣體流經金屬網孔時均經其減低溫度也。此種傳冷作用可使其溫度減至低於發火點，而所謂發火點者係一種溫度在此溫度燃燒作用可以繼續不絕之點。金屬絲網所用之金屬絲愈細，網孔愈密，或燃燒所生之熱量愈小，則傳冷之效力亦愈大。幸而炕氣在已知之可燃性氣體中最難燃燒，故當時祇須採一粗絲之網，已足備安全燈之應用矣。」

德斐於一八一六年曾與給呂薩克氏略有爭論，其爭論之點，係在數項元素之關係。（當時德斐氏概稱爲未能分解之物質，力避元素之名，嫌其近於武斷也。）由給呂薩克之見解，氯及碘與硫之相似，較甚於其與氧之相似，德斐則反是。此等研究暗示後人之分類法，惟吾人欲將元素適當分類，尚須更多之知識，更久之年月，此時猶時機未熟也。

德斐於一八一六年發表一文，極有意義，啓示後人之將一項傳統學說與以推翻。氧之爲物，自拉瓦節以來即已公認爲造酸原素。照往昔傳統之觀念言之，所謂酸者即含有氧與一成酸之基相化合。所謂酸類之本身實係氧化之化合物；譬如，硫酸爲氧與硫之化合物，硝酸爲氮與氧之化合物是也。氯之爲物，在當時猶認爲氧化鹽酸；故鹽酸之成分內尚認爲含有氧在，而傳統之觀念尙未能打破。自經認氯爲不可分解之物質後，氯與氫所成之強酸中不復能認爲含氧，於是傳統觀念始爲打破。德斐遂立即疑及氯之爲物，亦若氧然，爲一種造酸原素。碘之爲物亦與傳統觀念不符。給呂薩克始於一八一四年中建議將拉瓦節所定酸類必含氧氣之限制與以廢棄。氯及碘既能與氧化合成酸，又能與氫化合成酸，故酸類中既有含氧酸亦有含氫酸。初時德斐嘗疑及硫中含氧。硫化氫亦

曾被疑爲含有氧在，以其微帶酸性故也。最後渠終將硫中含氧之懷疑完全放棄。是以硫酸爲硫之含氧酸，而硫化氫酸（給呂薩克名氫硫酸爲硫化氫酸）爲硫之含氫酸。給呂薩克於一八一五年復發見氫氰酸（prussic acid）亦爲一種含氫酸。給呂薩克於一八一一年將氰化汞與濃鹽酸相和後蒸餾之，即得無水氫氰酸，至一八一五年始將此酸分析成功。翌年即一八一六年法拉第依給氏之成法製得氫氰酸以供德斐之實驗。德斐研究結果並不見有含氧之徵象，於是德斐即改弦易轍疑及一切酸類殆莫非含氫酸乎？方德斐於一八一六年討論給呂薩克之觀念時論曰：「一種酸類含有五分之氧及一分之氮者全係假想之事，實則液體之硝酸乃係一種化合物含有二比例之氮，一比例之氮及六比例之氧。」其後德斐去世已久，化學家始領悟所有一切酸類俱爲含氫酸。例如硫酸應作 H_2SO_4 ，觀而不作 SO_3 。時至一八三六年世人對於含氫酸之觀念益感迫切，杜馬（Dumas）始憶及德斐當年早已逆料及之。德斐曾注意於氫酸物（今稱氟化物）及鹽酸物。（今稱氯化物。）此等中和性之鹽類既不含有造成此鹽之酸，亦不含有造成此鹽之鹼。硝酸及硫酸之產生，苟無含氫之物質參加，決不能從硝酸鹽及硫酸鹽中提出。加鹽酸於氧化鉛上而生水，此

水之組成必係來自氧化物中之氧與酸類中所含之氫其他類似反應中所產生之水亦係來自相當酸類中之氫，即其所用之酸爲含氧之酸亦無例外。

雖然，德斐對於一切酸類均爲含氫酸之觀念，未當強迫並世之學者與以採取。蓋德斐之研究通常每從各方面加以推論故恆有推論爲可能而未嘗採取者，其推論燃素說之修改而不加採取即其一例。渠於一八一八年發表一文「對於磷之化合上幾項新實驗」(New Experiments on the Combinations of Phosphorus)時亦未見其於含氫酸之觀念有所堅持。杜馬司又嘗記及在德斐之外尚有度隆氏亦曾指示一種含氫酸學說。當度隆發表其意見認「氫次磷酸」(Hydro-phosphorous acid)爲氫、氮、磷三原質之化合物時，德斐不之以比其本人以前所認硝酸爲氫、氮、氧三者之化合物之觀念，而反另作一種解釋，認此「氫次磷酸或爲磷酸及磷化氫之化合物。」又嘗稱爲「含水磷酸」(hydrated phosphoric acid)。德斐之認磷酸爲磷與氧之化合物意殊堅決，且嘗推測將來實驗益形完備或能證示「次磷酸」爲氧及磷兩種所組成。使其當時不食舊有觀念之闡釋明白而容納之，亦若後世之主張含氫酸學說者之所爲，則渠於此時亦必堅持一切

酸類均爲含氫酸矣。可見德斐雖曾預料一項科學觀念之將有變化，而其本人則當時並未正式採取之也。

德斐於一八一八年復作歐陸之遊，蓋所以宣揚其安全燈之發明於國外，並欲於赫鳩婁尼恩城（Herculaneum）廢墟所發見之紙草紙（Papyri）作實地之研究也。德斐於一項未曾完篇之對話中敘述一種火山活動時期之情形，謂其於一八一九及一八二〇年所觀測者，其弟約翰德斐對於此項報告未能置信。龐克司爵士者（Sir Joseph Banks）前任之皇家學院院長也，卒於一八二〇年之六月十九日，其時適德斐忽忽從海外歸來。或謂德斐之所以忽忽回國即由其得悉渠所希望之皇家學院院長一席行將出缺故急速返英也。當時龐克司爵士雖薦荷蘭斯頓自代，而皇家學院終選德斐爲院長，任滿復經重選連任，前後達七年之久。

第七章 從一八二〇年至一八二六年

科學日益昌明，重要之實驗與日俱進，且每能產生美滿結果，如同子母之相生。德斐初次成名之實驗即屬此類。蓋其得力之處有賴臬卡二氏於一八〇〇年所發明之水之電解。在一八二〇年德斐當選為皇家學院院長之時，復有一項子母相生之實驗之發生。時有一丹麥科學家奧斯特（Oersted）氏，先於是年作一項實驗，將一枝金屬線使與一磁針相平行，更將金屬線通以電流後，即見此磁針偏傾於一方且與金屬線成角度。設將電流之方向變更時，則此磁針亦向反對方向偏傾之。奧斯特宣布其實驗於一八二〇年之七月。約翰德斐紀述奧氏之言如下：「當吾人將一電堆或電池之兩極聯以一根完全導體若金屬線時，再將一指南針使與接近，則指南針即為金屬線所吸引而改變其天然方向。」當時有一友人自日內瓦將奧氏之發明函告德斐立時使其在康華爾城作磁化之實驗。惟此函所述之發明語焉不詳，致德斐評奧斯特之實驗斥為空泛。實則奧氏本

人所述者並不空泛。德斐旋於是年十月十九日發見「電堆之爲物實係一強有力之磁石。」至是年十一月十六日皇家學院開會時，即得聽取其實驗之紀錄及推斷之言論。

德斐氏嘗以爲一項重要之實驗每能阻撓他項實驗之進展。當時之科學家方聚精會神，忙於利用伏打電堆以分解種種物質，致未暇將其應用於羅盤之磁針。電堆及電池在化學及電學上種種成績，異常卓著，致其磁力上之本能爲所掩去。德斐復推論曰：金屬線之本身當電流通過之時即已變爲磁性，——例如：鐵屑之爲其吸引，如同其真爲磁石一般。磁性之由於電池電產生者似與其所含之熱量成正比例。鉑製之金屬線導以極強之電流則線即加熱，電力愈強則加熱愈甚，磁力亦愈大，待加熱至幾達鎔解點時，此線即成極強力之磁體。以垂直方向橫置一針於金屬線之下，然後導此綫以來頓瓶而放電，則此針即變爲磁體，正與導此綫以伏打電堆之電流時結果相同，而其所依之定律亦絲毫無異。奧氏所耘之田，法國之安培氏收穫最大，適同臬卡二氏之實驗。德斐獲益獨多；但奧氏之發明亦曾啓發德斐作有數項實驗。凡物質受有電流之磁化者可以感動一磁體，如奧氏實驗中所用之金屬線即其一例。德斐反其道而試之，發見一種磁體亦可感動用電流所磁化之

物質。此項實驗室中之實驗曾引起德斐對於天體間應用之推測。「使有極強之電流依日球之軌道而流動，則地球應爲一磁體，而其磁極之分佈位置正如吾人所尋獲之磁極。」此項逆轉之推測載於其所致荷蘭斯頓博士之一函中。繼而復作一更切實用之嘗試。其試驗係將馬蹄鐵或鐵條橫置於房屋上之金屬導線間，則雷擊之時可使馬蹄鐵或鐵條變爲磁體，惟行此項實驗時必須選擇暴露高凸之處爲之。德斐終以試用磁力以作化學變化未有效果遂決定否認磁與電相同之說。渠又嘗思以地球之磁力感動受電之金屬線亦無效果。

荷蘭斯頓曾製一導有電流之金屬線圈，試以一枚磁體與之接近以冀此綫圈爲磁體所感動而依其樞軸轉動，法拉第於一八二一年之耶穌聖誕日試驗成功。德斐採用相類之方法將水銀轉成「旋渦」至一八二三年適當法拉第刊布其於電磁轉動之巧妙實驗後，德斐之實驗益有效果。德斐於一八二一年七月五日嘗在皇家學院宣讀一篇論文詳述磁力對於電弧之影響。德斐製得一種電弧，其製法係將兩枚炭精棒各以一端與皇家學院中之大電池相連接，而使其棒之他端先互相接觸然後稍行離開，即得一束白色火花飛躍於兩極之間。渠復在種種不同之氣壓下變更兩

炭精棒間之距離求得種種結果。兩棒間火花之長度可自一英寸增至四英寸，視兩棒週圍氣體之濃淡而異。「一個強力之磁體，若經運用得當，可予電弧或火花以一種吸引及推斥之旋轉運動。」此種實驗在德斐一生之研究生活中僅同一種穿插短劇無關其盛名，故在電磁學上德斐既無法拉第之關係密切，亦未嘗與安培爭一日之長。

歷史上每有前後兩事同出一轍者。自有臬古爾生及卡立斯爾之實驗而一種新科學曰「電化學」者因之產生，自有奧斯特之發明而一種新科學曰「電動力學」者因之發展。自有一八〇〇年之臬卡兩氏實驗而學說思潮風起雲湧，自有一八二〇年之奧氏發明而學說思潮亦層見疊出。以前德斐嘗力戒空言推測，此時亦然。嘗大聲疾呼警告當世賢達勿其難於求得之學說與較易假定之假說混爲一談。其於學說與假說之間定有區別。約翰德斐博士嘗舉例以解釋其兄對於二項名稱之見解。德斐之認有氦之存在卽爲假說之例，至其證明氦爲元素則爲學說之一。約翰德斐每於其兄遺著之斷章殘簡中求得其立論之真旨，渠嘗見有一篇論文係其兄於一八二三年三月六日在皇家學院所宣讀者，卽載有勸告世人勿以學說與假說相混。約翰德斐採用兩項德斐本人

之觀念以解釋「學說」與「假說」之比較。氣之存在，從種種相關之論據上可以認為合理之假定，惟吾人並無一項實驗可以將此假定之氣體游離，故當稱為假說。氣為一種元素，因吾人無法將其分解，故為一種學說；而此種學說實為一種簡要之語句，所以表示關於氣之一般事實者也。當時德斐曾正告其聽衆勿輕信一種僅屬假說性質之假定或觀念，為保證真確之進步起見，須注重新事實及新實驗之終可以圓滿學說解釋者。

德斐言語文字之中時常採用「類比」二字，而「類比」之法，由德斐觀之，不啻為思想之進階。在其一八〇二年之「演講大綱」(Syllabus of a Course of Lectures)中對於光之本性從其多方面觀察似為波動運動，而此等運動或確係一種「以太介質」之運動。聲音之傳播係藉空氣為媒介之一種傳播振動，於是楊博士即聯想及於光之傳播或亦為一種相類之傳播振動，惟不藉空氣而以「以太」為媒介耳。楊博士繼於一八一八年變更其解釋之方式，將光之本性比作執一長繩之一端急速向上下振動時所得之波動。楊氏於一八〇一年曾任皇家學院自然科學教授。惟楊氏雖長於科學，而於教授之法則頗拙劣，故在該院任職猶不足兩年之久。當一八〇二年德

斐在該院演講之時，楊氏適爲教授。楊氏提倡光之波動學說以反對微粒學說，對於當時流行之微粒說不問此神奇之微粒或來自兩石之相擊或由於日球之放射而其運動均認爲同等迅速者反對甚烈。愛丁堡評論報之護法者，對於楊氏熱嘲冷諷，頗盡攻擊之能事，勸讀者勿信其「以太」及波動之說。惟楊氏將關於已知之各波動運動之定律與光之本性間，實有極重要之比較，此青年之德斐至爲重視之。故其於一八〇二年演講席上，自當採取光之波動說以爲其特許也。

德斐在其少年時最先所著之論文中，似認「以太」爲一種推理之贅說，惟在一八〇二年時則已領悟光之本性解作「以太」之波動較諸解作一流之微粒者，更爲近似；故其立論亦較爲躊躇，不若前次之鋒芒矣。至一八二七年，德斐似已決定在吾人與天體之間確有物質之移動。而「以太」及其波動似爲一種傳導光及熱之介質，然而德斐在多種光學及熱學之問題上則常有一種紛擾之感覺。

波動之運動，若水中之波浪或沿繩綫之震動，可以爲吾人所感覺而研究之。光之本性有與此類之波動相類者。吾人可以藉類比之法以假定光之本性確爲一種以「以太」爲介質之波動。此

種採用類比法之假說，科學中往往有之。德斐於其一八〇二年之「演講大綱」中及其評論「科學之論理」中，堅持採用類比法之深具意義。而如此採用之類比法於分類學上至有價值。將光假定爲「以太」之波動後，可以將光之本性明白表現。德斐之學問，進步甚速，悔悟其初時鹵莽從事之不當，對於一項理想上可採之類比勿能過分信任。渠於一八〇〇年，曾極力主張雖以實驗之研究尚不過一種追求近乎真理之方法，渠服膺此項信條，終身未嘗忘之。循規蹈矩之推論雖可以類比法爲之規繩，但亦不能墨守類比，執而不化。一八一二年，渠於其所著之化學原理中嘗證明化學之基礎爲觀察、類比及實驗三項。從觀察可以呈出種種事實，從類比可以將各種事實聯貫一起，而實驗可以發覺其真理。以假說性質採用之類比，不論其於論據之選擇上或於實驗之導入新發明上，在在均有用處。惟遇有相反之論據時，則明眼人常捨棄之。類比中若光之本性與各種已知波動間之類似處並非事實。渠於一八一六年倡言「凡堅持類比之可以替代事實者實爲化學之蠹賊。」先是渠於一八〇七年力倡凡一切新事實常能攜來其自身之類比而置疑於以前之結論。科學之日新月異，進步不息，於是吾人以假說性質採用之類比，亦隨之而時有改革也。德斐爵士於

一八二〇年當選皇家學院院長之時，仍抱定宗旨認科學上假說之暫時性。在其就任院長之第一次演講時曾比作造屋之鷹架。對於「假說」所抱之鷹架性見解，始終留存於心中，即學說中若氣之於理論上爲元素之學說等，亦尙認爲他日或可爲他說所替代。德斐常感覺此名義上之元素終久或被吾人廢黜也。當奧斯特倡議學理以解釋其發明之論據時，德斐勸告當世同好，力主按步就班，依次序而立論。總之，吾人之最後目的務須常在一種學說之求得，可以廣大之種種實驗結果相表示，而毫無未經證明之假設存於其間也。吾人必須將種種實驗加以嘗試，對於空論主張，尤應出諸謹嚴。

貝粟勒脫者近代化學之元勳也，曾以樹立拉瓦節之反燃素說學派蜚聲於時。當時施托爾派之燃素說尙深入人心，雖以德斐之智尙一度懷疑其爲真實，然而貝粟勒脫猶能及身親見拉瓦節派之戰勝也。貝粟勒脫卒於一八二二年，德斐尙以院長資格爲之追悼紀念。翌年，德斐即身感不適，又越六年後，德斐以五十一歲之中壽與世長別，此悲劇之根源即中於此時矣。此時德斐雖已完成其主要發明，而其發明研究未嘗中止。在一八二三年中，復有一項趨向成功之新途徑曾得德斐之

鼓勵及啓示。自此項新途徑之初期開闢，以至若干年後將空氣及其他各種「永久氣體」之液化成功，法拉第之大名常與之發生聯帶關係。

「氣」之爲物，曾將各種舊觀念擊成粉散而引起化學家以一種新觀念，茲又有以之爲立足點而作新研究者。從一種冷卻之氯溶液中結出一種黃色晶體，貝粟勒脫以爲卽係固體之氯。此種見解當時甚爲普通，至一八一〇年德斐將純粹之乾氯氣冷卻至華氏表零下四十度後尙不能得固體之氯。於是認定氯氣本身似須在更低之溫度始能結晶，以前之結晶必因有水之存在，故實爲氯之水合物而非氯之本身。氯之水合物初時誤以爲結晶之氯者，茲已爲吾人在液化氣體工作上作第一步之準備。依照一八二三年法拉第氏所爲之分析，此水合物之成分「約當十分之水與一分之氯。」加熱後極易液化，放出氣體甚多。德斐爵士曾思將氯之水合物加熱於密閉之玻璃管中，究竟水合物或僅融化，或分解而生「氧化氯 (euchlorine) 及鹽酸」或其放出之氯氣互相擠軋而壓成一種「凝縮狀態」。成爲一項實驗問題。遂央法拉第氏作此項實驗。法氏從之，熱氣之水合物於一八形玻璃管之一支管中，而得黃色之液體氯於他管中。巴黎博士於一八二三年三月五

日訪法拉第氏於皇家學院之實驗室中，見法氏正從事於氯及其水合物在密閉管中之實驗。巴氏因見法氏之玻璃管中含有少許油狀物，譏其採用不潔之器具。法氏驟睹此油狀物，奇之，因將此密封之一端鋸去之。不意管中所含之物突然爆炸，油狀物亦即銷失。二人均大為驚異。巴黎博士辭別法氏而以其所見者於晚膳後轉告德斐。德斐聞訊後驚奇一如二人。法氏重作此項實驗後，於翌晨以一簡條函巴黎氏曰：「此奇怪之油狀物實為液化之氯。」法拉第於氯之液化，此次實為其第一次之成功，固屬毫無疑義。巴黎博士以為法氏即無德斐之指示應亦能發明「液化」而約翰德斐則以為此項指示實屬必需。德斐本人曾採同樣之密閉玻璃管置鹽酸鈹（即氯化鈹）及硫酸於其一支管中，使起化學作用，即能於他支管中製得液體之鹽酸（ HCl ）。其後德斐將此項研究交由法氏繼續之。於是法氏遂液化多種易於凝縮之氣體，惟法氏對於較難凝縮之氣體則須至德斐去世後席洛里（Thilorier）氏於一八三五年將碳酸（今名二氧化碳）液化之後，始更作第二步之研究也。至空氣等較為永久性氣體之液化，則直待法拉第氏卒後更若干年始為他人所發明。德斐之液化工作有特於氣體之擠壓較甚於冷卻。採用自身擠壓之方法在密閉器中徐徐液化，可以

避免驟然加壓時之溫度急升。各種氣體當接近其「適能氣化時之一定壓力及溫度時」壓縮之工作即可藉人工之冷卻以輔佐之。冷卻工作之重要，自經公認之時即於種種實驗之成功上占有重要地位。先前對於各種較易凝縮之氣體所得之液化成績均係採用壓縮法以求得，且通常均於玻璃管中爲之。法拉第氏又嘗加熱於式玻璃管中產生氣體之一支管，而佐以冷卻他一支管之容受氣體凝縮者。德斐曾思利用一種由液化氣體蒸發而得之蒸氣以代替水蒸氣，可以不必若水之須經煮沸。使德斐果能將氣體壓成液體至爲容易然後任其自行蒸發或略加微熱後化爲氣體者，則渠或能發明一種有效之發動力矣。惜其希望終未能成事實，惟氣氣之液化及以後他種氣體之液化不啻間接由之而生。一八二三年所作之初步實驗確曾示吾人以一種理想，以爲以前須用多量燃料而得之結果或可僅藉日光中及蔭處溫度之微差而求得之，然而德斐爵士之奢望終無所成。蓋此時熱機關之原則尙鮮了解，故於此種希望之不應興起猶未足以語當時之賢達。故雖經種種試驗此種希望終歸泡影也。君子雜誌 (*The Gentleman's Magazine*) 於一八二九年德斐去世之後即刊一文，題曰德斐爵士之行述 (*Memoir of Sir Humphry Davy, Bart.*) 盛稱其

對於保護船底之銅包板使勿爲海水所侵蝕一點所作之研究。此爲德斐最後之重大實驗，故於其「行述」中頗注意之。吉柏者，於一八二七年繼德斐而長皇家學院者也，曾於年會中代表學院授德斐以皇家獎章，故「行述」中採用吉柏語獨多。當時院長之所以更動，實由於德斐之身體衰弱，而數年後此名滿寰宇之科學家長眠不起，此實其預兆也。吉柏氏嘗回憶在美國獨立戰爭中，英軍初用銅皮包船而以鐵釘釘之，鐵釘隨卽毀損，繼試以青銅釘代替鐵釘則包船之銅立即損壞，海軍部卽以此事詢問於皇家學院及德斐爵士。以前德斐固嘗屢爲他人研究一項科學問題，而此時則受國家之託調查英國戰艦之銅包皮所以毀損特速之原因究屬安在。

此項問題經德斐之研究，自一八二三年歲暮至一八二六年夏間，幾達三年。渠曾於一八二四年正月二十二日，六月十七日及一八二五年六月九日三次撰著論文宣讀於皇家學院。因阻止銅之腐蝕方法原爲電化學上問題，故德斐於一八二六年六月八日作其末次之「裴格靈演講」時所選之論題頗受此項詢問之影響。德斐作第一次「裴格靈演講」時（一八〇六年十一月二十日）其論題選爲「電之數項化學動作」，茲於其爲末次之「裴格靈演講」時，則選「電氣變化

與化學變化之關係」爲其論題。此最後之演講多取材於其最近之研究演辭中，其他部分亦至爲適當。以德斐與電化學關係之密切故能綜論電化學之發展，評斷各項實驗之發明，復能貢獻其個人對於化學變化與電氣變化相聯關係之見解。此項論文爲德斐一生在皇家學院發表之各項重要論文中最後之一篇。嗣後雖尚有一篇關於火山及一篇關於電鏽問題之論文，惟較不重要也。

德斐之研究銅腐蝕問題，係從其電化學現象之學說（或稱假說）立論。先則演繹其學理之可能性，繼則以事實證明之。德斐曾於致胞弟約翰之書中自謂吾所以得此項之發明係爲原則所指引。此項發明解釋簡單，極易領悟，吾人在探討德斐對於電化學之見解之前，不妨先述其原理。

初時之實驗曾查得空氣及水對於金屬之聯合作用，使兩項鄰接之二金屬互相緊接然後露置於腐蝕性之海水中，則此二金屬中僅其荷陽電較大者受損較甚。吉柏氏憶及戰艦之鐵釘先行腐蝕，實由鐵銅二者相較，鐵荷陽電較大也。德斐將一片焊錫與一片磨光之銅堅繫一處後試之，發見焊錫腐蝕而銅片不變。此較爲陽電性之錫獨當腐蝕之衝以保護銅皮，祇須錫之表面當於銅之表面二十分之一「時」，即成一極有效之「保護物」(protector)。海水中雖稍帶稀硫酸之酸性時，

其保護作用仍極有效。鋅釘、鐵釘之小者亦能保護銅。

時在一八二四年六月十七日，德斐始能以大規模實驗之結果報告於皇家學院，以比較甚小之鋅或鐵片使與銅皮相繫甚密可以保護銅皮使不爲朴資茅斯港 (Portsmouth Harbour) 海水所腐蝕船底之銅包皮亦曾用相似方法保護之。鋅與鐵片爲海水所腐蝕而鋅鐵之腐蝕卽能免除銅之毀損。鑄鐵所製之「保護物」價值最廉，最爲易得，耐用亦較久。

不幸此所謂「保護物」者雖能防止銅質之腐蝕，然於船底之生垢則未能阻止之。既不能使海草不生於船底又不能防止甲殼動物、蟲介、及礦物質之附著於船底一若其保護金屬之有效。當時出發各艦還港之時其船底大都不若卡內白利阿堡 (Carnegie Castle) 號及用其他方法保護之各艦之潔淨。於是海軍部遂盡將各艦所置之「保護物」撤去。此項決定德斐聞之至爲懊惱。約翰德斐痛加詆斥謂「使軍艦艦底之清潔工作亦能若艙面之磨擦工作爲士兵所同等看重，則保護物之效力必能完美。」惟電化學之保護作用雖未爲海軍所採用，而於他項事業亦未嘗無應用之處。德斐曾建議採用一枚鋅片或錫片以保護鍋爐之腐蝕而尤以鋅片爲有效。但有一項評註

中對於鋅片之是否真爲必需頗生疑問，蓋以鐵在華氏二百十二度時不能將水分解故也。德斐之作此項建議係在一八二六年六月八日作其末次「裴格靈演講」之時，此次演講係將其素所深悉之電化學上研究作一末次之綜論。

從發電機或來頓瓶所發之「普通電」(common electricity)，吾人在伏打電堆所發之電池電未發見以前，卽已知之。德斐於一八二六年曾喚起其聽衆追憶以前伏打氏常堅持電流電與普通電之意義相同，荷蘭斯頓博士於一八〇一年曾將兩枝白金線插入水中用一項發電機所發之電以代伏打電堆，亦能將水分解。用一項強大發電機所生之「普通電」可以從硫酸鉀之溶液中收集鉀灰於一枝白金線週圍而集硫酸於他一白金線週圍。從電堆所生之電流電及從發電機所發生之普通電能生同樣之分解。從發電機所生之普通電亦同從電堆所發之電流電一般，能將硫酸從一杯中經過潮濕之石綿移轉至另一含水之杯中。德斐於一八〇六年求得此項結果，於是得一結論，「以爲普通電與電池電之作用其原則相同。」至一八二六年渠尙以爲兩種電之間僅大體相同，迨荷蘭斯頓博士作有幾項確切實驗後始將伏打之主張認電池電與普通電爲完全相

同者證實之。

科學界中對於電之性質意見亦不一致。德斐於其第四版之農業化學原理一書（一八二七年出版）中曾縷述當世之各種見解：有認陽電或正電爲一種流體而陰電或負電爲另一種流體者，有贊成「一種流體」（One Fluid version）見解勝於「兩種流體」（two-Fluid version）見解者。依照「一種流體」解釋，則荷陽電之物體含有此特種流體較多，而荷陰電之物體則含此種流體較少。依照德斐之紀載在一八〇二年時認電爲僅有一種流體之說者較占優勢。此外更有既不贊成「一種流體」說亦不贊成「兩種流體」說者。彼等以爲電之意義或係物質之感應或運動，或係引力之表現，由彼等觀之，電之吸引或物質之感應似屬物質之整個者，而化學之化合及分解作用則屬於粒子之各個者。

德斐本人於一八一二年時曾以爲有一種同樣之力量加之於物質之整體時則生電之變化，加之於粒子時則生化學變化。渠於一八一二年以前卽作如是想，至一八二六年仍作如是想。此項假說由來已久，此時仍依然爲一種假說，然確係根據多種歸納法而得，且曾因之而於實用上得有

多項效果。德斐亦頗贊成兩種流體之見解，假定兩種瀰散、彈力、及「以太」性之流體，推斥同性之粒子而吸引異性之粒子。此項流體可與物質之本身以種種不同之比量相結合。然就假說而論則寧取一種單純之電流體為無可非難也。究竟何取何捨「尙無直接明證為之判別。」

化學現象與電學現象間之密切關聯由德斐氏於一八二六年間觀之似亦可歸原於一種原理。化學變化常趨於恢復已經擾亂之電平衡。例如一金屬與他金屬在流體中相接觸頓使金屬帶電而將電平衡破壞，於是電路之中發生化學變化以求電平衡之恢復。德斐所以能發明錫、鋅、或鐵等作為銅之保護物之原由約可述之如下：氧為參與腐蝕作用之一分子，氧氣原為陰電性，而銅則為陽電性，故銅與氧化合。德斐假定一切物質僅能在電性狀態上相反之時，始能化合。銅本屬於天然陽電性狀態，惟一經與錫、鋅、或鐵、相接觸之後變為人造之陰電性狀態。於是以其人造之陰電性得免為陰電之氧所化合而銅遂得保全。化學作用之進展大概在將「保護物」蝕去以求恢復已經擾亂之電平衡，而使被保護之人造陰電性銅質得以回復平常之陽電性狀態。

湯姆孫博士於德斐去世後，在其一八三〇——一八三一年所著之化學歷史中記曰：「德斐

所首創之親和力之電學已說爲舉世之化學家全體採取矣。德斐證明原子間之引力與物體之電性狀態相同。湯姆孫記載德斐之文雖用「原子」名稱。惟德斐始終不信真正不可分解之原子。若依其本人之紀載則必用「粒子」以代之矣。德斐爲解釋用電力所生分解之緣由而首創「親和力之電學說」。湯姆孫記載於其化學歷史中大意如下：氧之原子包有一層陰電；氫之原子則包有一層陽電。氧與氫兩原子之所以互相化合以其所荷之陰陽電互相吸引也。兩原子所以保持結合甚堅而不分散者，因各原子各吸引其自身之電荷而此電荷各不能捨棄其原子而他逸也。使吾人以荷有異性電之電流導入化合物中則此異性電或能與每個原子內之電荷中和，而使兩種原子間之引力中止產生分解作用。

吾人於化學親和力之電氣觀念，當時卽有不解之謎，至今日仍有之。德斐之基本原理認電與化學親和力關係密切者，雖至今仍爲一種有待解釋之原理。當然一九二九年之解釋迥異於一八二九年之解釋。此一百年間吾人之思想進步甚多而其基本觀念則仍未改變也。

第八章 德斐與道爾頓

一八二六年皇家學院以皇家獎章贈其會員道爾頓君，所以酬其發現定比例之學說，即通常所稱「化學上原子學說」是也。當時德斐以皇家學院院長資格授道爾頓以此項獎章。

吾人試將此二人之一生際遇對照比較，頗有興味。德斐於一八〇三年，年方二十五歲即已當選為皇家學院會員，而道爾頓之得任該院會員係在一八二二年，其時道爾頓年已五十六矣。德斐就任院長之時年祇四十有二，尙在道爾頓當選為會員之前二年（即一八二〇年）。此二人通達之遲早迥異，並非偶然之結果。蓋世人敬慕道爾頓之程度遠不若敬慕德斐之甚。彼教王派之評論報若愛丁堡評論報及評論季報對於德斐則譽揚備至，對於道爾頓則惜墨如金。其宣傳文字爲道爾頓致力者遠不若爲德斐之多。德斐能博羣衆之熱忱擁護，而道爾頓則落落寡歡。皇家學院尊崇年幼之德斐較其尊崇年長之道爾頓早達十九年，兩相比較，未免相形見拙。

兩人之間不獨際遇有異，而其性情聲望亦各不同。道爾頓始終未嘗放棄其對於給呂薩克之體積定律所持之異議，德斐則初時雖疑及氣中含氧，終能捨棄其見解。道爾頓對於一項已經採取之觀念每堅守不易更改，德斐則常能拋棄一項成見改弦更轍。德斐之天才所以異於道爾頓之才幹者在乎智力之運轉如意，非徒才思之敏捷也。道爾頓之追求一項真理能不屈不撓全力以赴；此種堅忍精神深有助於化學之進展。其心思不若德斐之廣博，其想像力不若德斐之遠大，其才智深藏於中亦不若德斐之聰明流露，易於使人感動。古勒奇嘗盛稱德斐之辯才，謂使德斐而不著名於科學亦必蜚聲於詩壇。使古氏而評論道爾頓則必不作此等語。道爾頓去世之後，伊蘭院長（D. B. of Ely）以英國學會會長資格評謂「吾人綜觀道爾頓之一生未嘗見其有出人頭地之天才，然而道氏富於常識，有明確之理解，堅定之思想及真正之歸納法。其於一項問題之探討每能循序漸進，從容不迫。此種個性實爲其對於化學上所以能貢獻一項空前偉大之觀念之原因，亦即其所以不能與德斐並世齊名之原因。道爾頓既無德斐之廣博智力，又無其靈敏才思。舉凡想像力之迅速、實驗力之偉大，以及口若懸河之辯才，莫不較德斐爲遜。民衆對於德斐之所以青眼頻加，如同目

觀燦爛之色不覺心曠神怡。至於道爾頓則無號召魔力，無辯給口才，又無即時之顯赫，宜乎其不能受民衆之同等擁護也。

吾人與二人之際遇、性情、及聲望均已比較之矣。茲更將二人在科學上之成功比較之。德斐於種種重要發明之建樹不勝枚舉，且此等發明類皆足以聳人聽聞，風魔一時，適合其活潑之天性。道爾頓則僅僅貢獻一項觀念。雖道爾頓之名不無其他觀念與之發生關係，惟其原子學說實爲其一生對於科學之最大貢獻。此種貢獻給與化學以莫大之影響。道爾頓原子學說之加入研究實爲化學史上一項大事，大多數之歷史家甚將認爲在德斐之時全科學史中一項大事也。在德斐之一項科學史中，道爾頓之原子學說及其效果對於德斐之關係，曾構成一項重要項目。

在道爾頓之世及道爾頓以前之化學家往往想及一種渺小至不可察見之粒子含於物體之中。彼等常以此種粒子爲原子——所謂原子者，即不可分解且不可毀滅之粒子是也。道爾頓於其科學現象之觀念中採用原子之說最爲堅決。道爾頓以前之化學家類皆拘於成見，惟原子之大小及形態是求。道爾頓則注重於原子間相對之重量。渠以爲各種元素均爲一羣大致相同之原子所

組成，而每種元素之原子各有其私自之相對原子量。元素之最輕者爲氫，其原子即經假定爲最輕之原子；其他各種元素之原子均較氫原子爲重，且其輕重之比均有一定之比例。此種觀念與他種觀念聯合之後，始產生多種真確之知識。

化學上之種種化合及種種分解，其內部結構早經假定爲多數渺小至不可窺見之微粒子。科學家之思及粒子或原子之集團組織自屬必然之事。道爾頓則選取「單純反應之原子」分別考慮，始獲得一項重要概念。

雖然，化學家中頗多兼思粒子之集團及粒子之單體者。使兩項物質甲及乙互相化合，則甲粒子之集團互相擁擠以與乙粒子之集團相結合。貝粟勒脫嘗堅主有兩項因素所以決定化學之反應者。所謂親和力者，爲甲粒子與乙粒子相互間之吸引力，即係此兩項決定因素之一。親和力大者激發強烈之作用，其小者激發之作用亦較小。作用後甲乙化合物之組成須視作用時所有之甲物質或乙物質間之比例而異之。作用時甲物質較多，乙物質較少，則生成之化合物中亦含甲較多，含乙較少。反是則化合物中之含量亦相反。蓋以爲較多之甲可有較多之粒子組成集團以與他物

質相化合，而較少之甲則可以化合之。粒子集團自亦較少矣。貝粟勒脫在原則上堅主任何兩種厚質或化合物甲及乙可以任何比例組成一系之無數化合物。在化合之時所用之甲量比較為多時，則產生之化合物中含甲之量亦比較為多；否則化合時所用之甲量比較為少者，產生物中含甲之量亦比較為少。惟事實上，一種化合物之組成雖有過量之甲或過量之乙之存在，仍常有種種限制使其不得含更多之甲或更多之乙。且每有不論反應物質相互間之比例重量如何增減，實際上祇能有一種化合物之產生者。惟在原則上，貝粟勒脫仍以爲甲及乙可以任何比例相化合，視其用量之比例及其粒子集團化合之數目而異也。

當德斐於一八〇二年在皇家學院講演之時，貝粟勒脫尙堅持此項原則。此時之德斐猶以爲參加活動範圍之各種粒子數目應能影響化合之作用。且謂：「組成物質之吸引力常爲化合粒子之數目所左右。」多數粒子之具有微弱親和力者，往往僅等於少數粒子之具有強大親和力者。當一八〇六年德斐正思及「化學之親和力」或「吸引力」爲「電氣之引力時」，以爲「多數粒子各具有微弱之電能」者其效力可等於或大於「少數粒子之各具有強烈之電能者。」其演述

親和力之可以爲起反應物質之質量所影響，正猶貝粟勒脫之實驗所闡明者。

此時道爾頓方埋首於考慮氣體之內容。渠將氧氣之內部構造譬作一堆彈珠。每一粒彈珠代表一個氧原子包含於週圍之熱力層中。每一個氧原子居於一膨大之熱力週圍中，宛同一粒豌豆置於一極大之圓椅墊中心。各核心之原子均有完全相等之重量而各熱力週圍層則均無重量。如此設想之熱力週圍層當時頗風行一時，其後亦尙流傳若干年月。道爾頓假定熱力週圍層之在氣體中遠比原子爲大。組成物質之粒子，連同熱力週圍層之原子，係從論據中推衍而得。蓋彼等實渺乎其小，不能爲人目所察見。氫氣及其他種種元素之氣體均作如是之組成。至於週圍層中熱力之本身亦係無數微粒子所組成。

如此之熱力週圍層頗有助於原子之單純化，且能盡力指示原子之單獨反應本能。氫與氧之化合成水，道爾頓假定爲每一個氫原子係與一個氧原子相化合。一個水之複原子（道爾頓通常稱水之分子爲複原子（compound atom））含有一個氧原子及一個氫原子，亦包含於熱力週圍層中；但水蒸氣凝爲水時，此熱力週圍層可以縮小而有熱量放出。氧化碳之複原子（ CO_2 ）今稱一

氧化碳)亦含有一個碳原子及一個氧原子，熱力週圍層亦包圍於此複原子之四周。此熱力週圍層可以保護核心原子弗受外界之攻擊，惟其保護作用並不十分周全。在適當之情形下，第二個氧原子可以透過外包之熱力週圍層以感動一氧化碳之複原子，終化合為碳酸氣(即今之二氧化碳)之複原子，含有一個碳原子與兩個氧原子，亦包含於熱力週圍層中。氧化碳常有一定之組成，因其每一複原子各含有一個具有一定原子量之碳原子與一個具有一定原子量之氧原子。碳酸氣之複原子中具有兩倍於氧化碳中之氧原子，故碳酸氣中亦有兩倍於氧化碳中之氧與同量之碳相化合。道爾頓於十九世紀之初年先曾懷疑一種簡單之倍數關係，繼而果於多種氣體中不同之化合量間發見一種簡單之倍數關係。碳之兩種化合物間、氮之各種氧化物間、兩種碳氫化合物氣體——成油氣(即乙烯)及炭化氫(即沼氣)——之間，均具有此種倍數關係。貝粟勒脫對於各元素間之可能化合合法推測過多，事實上每以環境關係而有限制。道爾頓則於事實上及原則上限制均較貝粟勒脫為嚴。一種元素之兩個原子可與他種元素之三個原子化合而為一種複原子，雖則更為複雜之化合亦尚可能，惟參加化合作用之原子數目常有一種趨於簡單化之傾向。在

任何情形之下，各種元素間可能之組成法常爲符合簡單倍數之關係而有限制，而此種簡單倍數關係係由化合之原子間相對重量所賦予。道爾頓之原理可以敘述如下。使將每個氫原子之重量定作一，於是每個氧原子之重量爲O，每個碳原子之重量爲C，每個氮原子之重爲N等等。此等數目，德斐稱之爲比例數，在此等元素之一切化合物中均可察見，或逕作此等數目或作此等數目之簡單倍數。依道爾頓之觀念，每種元素各有一定之原子量，所以代表各原子之相對重量，而在各元素之一切化合比例中或以此數量或以此數量之倍數顯出。此項觀念初僅能於三數種氣體應用之，既而逐漸擴展至其他種種氣體亦頗適用。

湯姆孫博士曾於一八〇四年親自道爾頓處聆取原子學說之闡釋。遂於一八〇七年刊行其化學系統(System of Chemistry)一書之第三版時增述道爾頓學說之概要以告世人。湯姆孫博士於是年秋間曾力說德斐以從其說，德斐不從，反勸吉柏氏亦勿信之。惟未幾荷蘭斯頓即能說服吉柏，而吉柏亦能說服德斐以信之。湯姆孫終未知荷蘭斯頓究用如何說辭以折服吉柏等，然固確知德斐等已經折服，蓋自此之後德斐立成一原子學說之熱誠擁護者矣。湯姆孫於一八三〇

——一年在其所著之化學史中記有「德斐對於原子學說之態度已有顯著改變」之語。德斐爲避免「理論上之預告」起見，採用比例數之名辭以代替道爾頓之原子名辭。德斐始終不信原子之爲物，但思利用其「比例數」以闡明學理，既而果如其所願。德斐在發見不可分解之氫以前，曾有一個學說迷亂時期。德斐之得從此迷亂時期排除困難而進於光明之途者，頗得力於各項元素化合之「比例數」。德斐於其一八一二年所發刊之化學原理及嗣後之著作中均以此種「比例數」表示之。惟德斐始終不信此項「比例數」之代表真正原子量，亦不信有不可分解之原子之存在。道爾頓之受皇家學院之獎章其名義上爲其發明定比例之學說（theory of definite proportions），實則此項學說當時通常稱爲化學之原子學說（the atomic theory of chemistry）。至其所以不採用後述之名義而稱爲定比例之學說者，蓋當時代表皇家學院授獎者爲德斐，其獎章之名義無疑爲德斐之所擬。此段故事頗足代表德斐之傾向。德斐雖嘗盛稱道爾頓，第其讚美之詞決不及於「原子」。其言曰：「道爾頓先生於牛頓派不可分解之原子之學說上有所發展，自屬無可置疑；惟道爾頓先生確爲化學家中之刻卜勒（Kepler），以其發明一項簡單原則

可以普遍適用於「比例數」之規定，使於一切物質之化合莫不適用之。德斐復謂荷蘭斯頓之當量表（table of equivalents）顯然能將此項學說中之實用部分與假說部分（即原子部分）加以分別。德斐對於此假說部分或原子部分終未能改變其不信任之態度。德斐在其未完篇之對話中，謂一般愛好化學者，每將道爾頓過於重視其為原子哲學者，殊不知其學說中主要且真實有用之部分在其表出物質化合之有一定比量與此種空泛理論並不相連也。德斐對於理論上原子之不信任具有勢力。在德斐辭世之前所撰之對話中述一不知姓名之人頗反對原子之說，最後此人證明所謂原子或粒子者不過一種理想之物體。約翰德斐謂此不知姓名之人實即德斐為自身寫照耳。

此項微小之物體，牛頓或道爾頓之原子，方其在化學上闡釋之時在十九世紀一世紀中至少感受三次之威脅。當道爾頓宣稱無人能將原子分裂之時，即遇有一次困難足以威脅其理論。即一個原子之中是否尚有部分；使原子中而尚認為有部分可分者，則其部分不論如何細小，仍應可以分裂。此項困難尚易解決，祇須辯為自然界理論上可以分裂之物質，事實上不必盡能分裂。德斐對

於此種困難既未曾主張之，故於其答辯亦未曾重視之。道爾頓之原子所感受之第二項威脅即爲其立論係屬假說性質。德斐即認定原子爲過於假說性質，僅得視爲一種空泛理論。

道爾頓之原子第三次感受之威脅係波司卡微 (Boscovich) 之力原子 (force-atom) 在。道爾頓去世之一年，即一八四四年，法拉第證明原子爲由中心向外擴展之力。此種觀念相傳已久。波司卡微於一七五八年即曾將原子分解爲具有吸引力及排斥力之點。普利斯特利博士 (Dr. Joseph Priestley, 1733-1804) 對於原子之解釋亦謂與其視作不可透入之小固體，寧願視爲力之組織。德斐即流連於此種觀念之一人。當道爾頓之化學新系統 (New System of Chemical Philosophy) 於一八〇八——一〇年井然有序將原子之說引用於化學之時，德斐力主「不可分裂之粒子可以無須在物體之中假定其存在，蓋具有吸引力及排斥力之物理點其便於化學現象之闡明未嘗不如道爾頓之原子。」德斐於其所著旅恩對話之末節又回復此種觀念：推崇波司卡微之假說，認物體之原質僅爲無數具有排斥力及吸引力之點所組成。古勒奇者，反對法國派化學學說所修改之「微粒學說」者也，嘗歸功於德斐爵士謂其能將化學一科從一種藝

術而擢升爲一種科學，又能爲物理科學提倡一種「動力學精神」使「微粒學派」遭受一致命之打擊。總之，此項微小之固體爲牛頓及道爾頓所提倡之原子，始終受有一種威脅欲將其分解爲種種力也。

道爾頓信仰原子最堅，湯姆孫博士則贊同之，惟當時學者對於原子之真實存在表示懷疑者極爲普遍。化學家雖終未能深信原子之存在。姑以其於闡釋化學上極爲需要故通常亦多假定之。惟德斐則卽於闡釋便利上亦從未採用之。德斐且始終未嘗採用一項化學式或方程式。渠雖以討論化學反應而不述及粒子至爲困難，曾採用粒子之名辭以闡釋學理；然於一八〇二年方其開始化學事業之時，卽對於互相反應之粒子亦尙以爲係一種闡釋方法僅得視爲一種化學之語言耳。蓋德斐之於科學觀念常有一種假想性之感覺。原子之性質過於假想殊難置信。粒子雖亦爲假想性質但以其於闡釋化學現象上至爲便利使吾人於討論化學現象之時難於捨棄也。

雖則德斐於原子之存在頗爲反對，惟渠固能自出心裁以預測英國學者之觀念將有一種變化。道爾頓假定氫、氧各一個原子化合而成一個水蒸氣之複原子。德斐主張重「 $\frac{1}{2}$ 」份之氧氣與

重1「份」之氫氣相化合而爲水當時依道爾頓之原理，氧之原子量定爲7.5，蓋以氧之一原子終與氫之一原子相化合，而氧之一原子較其所化合之氫之一原子重達7.5倍也。依德斐之原理則氧之比例數亦爲7.5。愛丁堡評論報於一八一一年謂其擁護之化學家（指德斐言）尙堅持其所稱五「比例數」之氧以代替37.5份（即 5×7.5 ）。德斐曾採用「比例數」之名稱但終未嘗採用「原子」。翌年，此被擁護之化學家復有意見之改變使愛丁堡評論報忙於應付。德斐於其化學原理中將氧之比例數增加一倍而爲15。此項增加後之比例數德斐始終保守之不再有所變更。此項比例數之增加復可顯示德斐與道爾頓二人個性之不同。此比例數7.5，相當於道爾頓所堅持之水之 H_2O 觀念；至比例數15則相當於水之 H_4O 觀念，此 H_4O 觀念當時大多數之英國化學家尙須經若干年月後始行採取之也。德斐之所以將其比例數增加一倍而爲15者，因須兩容積之氫氣始可與一容積之氧氣相化合故也。柏稷利烏爲使原子與容積相呼應而假定 H_4O 之式，德斐爲使比例數與容積相呼應而假定15爲氧之比例數。其基本比率實爲實驗所得之重量比例即重7.5分（現爲8分）之氧適與重1分之氫相化合是也。使氧之一個單原子與氫之一個

單原子相化合者，則氧之原子量應爲 7.5，使氧之一個單原子須與兩個氫原子相化合者則氧之原子量自應爲 15（即 7.5×2 ）始可符合於重兩分之氫與重 15 分之氧相化合之原則。水之 H_2O 觀念暗指氧之原子量爲 7.5（現爲 8），至其 H_2O 觀念則暗指氧之原子量爲 15（現爲 16。）反言之，若氧之原子量定爲 7.5 暗指水之式爲 H_2O ，若定爲 15 則暗指水之式爲 H_2O 。德斐初時爲氧所定之比例數相當於用原子術語之 H_2O ，繼而將其比例數增加一倍後則相當於 H_2O 也。德斐對於水之組成，此後永久採用兩比例之氫其比例數各爲 1，與一比例之氧其比例數爲 15；正如柏稷利烏之採用兩個氫原子及一個氧原子含於水或水蒸氣之複原子中也。德斐本其自己之闡釋方法以預測日後英國之 H_2O 式。德斐常能預測一項觀念之改變，上述之預測即其明證也。

第九章 末年

亨佛蘭德斐爵士之末次裴格靈講演，其講題爲「電氣變化與化學變化之關係」(On the Relations of Electrical and Chemical Change) 係於一八二六年六月八日演講之。德斐之健康自一八二三年起卽漸形衰頹，至一八二六年九月丁內艱之後益感孱弱。德斐於一八二七年一月下旬作拉溫那(Ravenna)之遊時卽頗感痛苦，至是年十月始重返英國；在其重返英國之前卽辭去其皇家學院院長之職，蓋已暗示德斐爵士之日薄崦嵫矣。德斐於一八二七年一年中力圖恢復其健康乃終未得償其願，其所著農業化學原理一書則於是年發刊至第四版也。

德斐爵士早年曾以幼稚之意見從兩項競爭之傳統學說中決取其誤者。此時德斐復有一項事件使其重返於幼稚之理論。貝粟勒脫曾主張僅恃物理及化學之力儘足以產生生物及一切之生活現象。在生物中之化學作用容或比較迅速，惟並不需假設一種「生活力」(Vital force)以

補充之。貝粟勒脫可以代表當時唯物派之傳統思想，認一切生物不過比較礦物或其他無生物更爲複雜之化合物耳。當時尙有一種傳統思想爲貝粟勒脫所習聞而爲若干著名之生理學家所推斷者，以爲動物及植物雖亦爲化學之試驗所，然其體內究有一種特殊之原動力。此種特殊之原動力運用於生物物體之內而使其分別於無生物者因各思想家推論方法之不同而異其題名。當德斐少年之時，對於貝粟勒脫及其他唯物派學者頗表同情，以爲動物與植物僅爲較諸礦物更爲複雜之化學品。吸引力及排斥力之簡單定律卽足以適應於植物之滋生長成。一項植物之有異於一項結晶僅在其複雜程度之較甚。一種動物之有異於植物亦僅在其程度之更爲複雜耳。生命者爲一種特殊微粒變化之永久系統，凡知覺、思想、痛苦、快樂云者亦無非爲此種系統之一束結果耳。光之性質爲能促進生物所特有之特殊微粒變化。因物質之變化與感覺之變化互相一致故其促成變化之光對於「知覺之存在」殊關重要。少年之德斐雖於生命之唯物觀念有所贊同但未嘗沾染其無神論之推論。其言曰：「造物者主宰一切，但物質自有定律以統制之，其統制之定律亦悉依上帝之願望而制定者也。」

至一八一二年亨佛蘭德斐爵士遂決定撤銷其唯物觀念。自此之後，德斐以爲生物及死物之間似具有完全不同之定律以統制之。物質之能力須受命於生命而物質之元素則成爲一種「高超之力」之工具。德斐於一八二七年尙感有一種特別性質之印象爲生命之所加於其一切產物者。當時大多數之化學家均贊成其議。試將腐朽之屍體與生存之生物之間一爲比較，則絕對需要一種生活力之想像。僅憑物理力及化學力不能造成動物之神奇軀體，卽植物之組織亦不能僅憑此等力而組成。在生物之一生常有一種直接之生活力以統制一切物理力及化學力。生死之死亡始顯示其僅受物理力化學力作用之結果。柏稷利烏曾謂死亡云者係將屍體交付純粹之化學力及物理力之手，於是腐敗枯朽隨之，顯示當生物生存之時所統制物理力及化學力之生活力已隨死亡而逸去矣。

「雖然，植物化學之於定比例學說亦甚遵守。」此類評論可以代表當時之思潮。惟極斷派之生活力觀念甚或欲將化學上化合之基本定律一併否認謂其不適用於生物世界。過於抱生活力觀念之人常疑及動植物不能有化學甚或有作堅決之否認者。其後此種錯誤逐漸消失，化學上化

合之基本定律終經認為雖在生活力假想為較物理力化學力佔優勢之時，亦為適用。德斐爵士且承認吾人可以求得一種有機化學，所謂有機化學者即係一種生物之化學。

物質世界之形形色色，常呈出不斷之變化，如同一項相反能力爭戰之場。德斐爵士告其農業化學原理之讀者曰：「使物理世界而無相反之能力，則此世界將呈一種長眠之世。重力之相反者有拋射運動，有離心力，有機械運動。與熱之推斥能相反者則有「凝集力及化學之引力。」在「大地變化之調和循環」中，有種種相反之能力互相爭戰。用化學原質之吸引力及用熱、光、電之感應力可以得有一定列之變化；物質之變為新狀態，無非為一種物態之毀滅而致另一種物態之保存；溶解與結合，腐蝕與改造均有關連；當全體系統中有數部分在變化動蕩狀態之時，其全體系統中之調和情形並不改變。「活力論」派學者，以其假定有生活力之故，每致設想一切生物皆為生活維持力及物理化學力互相爭戰之場。生活力永使動植物趨於長成、發育；化學力及物理力則永使動植物之細胞組織為其摧殘。當此項戰爭未為死亡所結束以前，此生活力常能以建設及維持之努力與毀滅生命之物理化學力互相抗爭。一經死亡來臨，則奪此組織於生命之手而付於破壞生

機之純粹物理化學力。一種對於生物體內部抗爭之生動想像最爲生活力思想之特徵，此種思想直流傳至十九世紀之中葉爲止。德斐雖亦作生活力與物理化學力抗爭之想，但其思想或尙作較爲合作性之反抗，未嘗將無生力視作剿滅叛寇然之誓不兩立也。

旁觀雜誌 (The Stranger) 刊有德斐去世前所撰之連篇對話名曰「旅慰對話」中，德斐嘗述及數種原始生物如介類及珊瑚蟲等。以爲最先之生物決不能來自無機物之境域，可見德斐之於生活世界始終未嘗撤銷其生活力對於物質有所補充之觀念。當其於一八二二年以卡伯來獎章 (Copley Medal) 授與白克蘭 (Buckland) 之時曾作下述評語：「良好之地質學會將一種簡單物體系統之永久狀態與以拆散，將此同一物體略改狀態繼續保存，或以水之腐蝕或以火之改造。地質學會能就地球上生物之種種形態辨出一種進化之發展。地質學復能辨出有機細胞歷無量數之年月，經過種種進化程序，從魚類、雌人魚 (mermaids)、四足獸以致猿猴，最後至長成爲人類。」德斐之引用雌人魚之名稱究係談諧之意，抑或真欲將傳說之名辭引用於科學之推論上，抑其雌人魚之名稱實指今日之人魚 (dugong) 而言，吾人可以毋庸細究，而其能預料達爾文 (Dar-

pin)之觀念則至爲明顯也。

亨佛蘭德斐爵士於一八二八年三月二十九日重離英國，此番去國竟成永別。當其開始作此末次大陸旅行之前，曾投一論文於皇家學院，題曰「火山之現象」(On the Phenomena of Volcanoes)，此文宣讀於是年三月二十二日。德斐在皇家學院末一次發表之論文爲「關於電鰩之數項實驗報告」(An Account of Some Experiments on the Torpedo)係於同年十一月二十日在該院宣讀之。可見德斐之研究習慣真與其生命相終始。此項最後之研究僅能推測動物之電爲特殊性質未有若何結果。德斐常悟及此時之成功可爲他日成功之階梯，故其末次之論文殿有一種希望：以爲其今日不完備之試驗他日或能引起更爲深遠之研究，蓋所以示提倡科學家之間有不斷之合作在也。德斐於一八二九年三月二十八日由其夫人伴往日內瓦。其抵日內瓦之翌晨，其夫人告以楊博士之死耗後，德斐卽於是日與世長別。此五十一年前生於本盛司之嬰孩，榮華一生，至此而長眠於日內瓦之柏蘭巴來墓園(the Cemetery of Plain-Palais, at Geneva)矣。

人名漢譯表

Beddoes	裴都司	Murray	茂雷
Berthollet	貝粟勒脫	Newton, Sir Isaac	牛頓爵士
Berzelius	柏裡利烏	Nicholson	臬占爾生
Black	勃勒克	Oersted	奧斯特
Boscovich	波司卡微豈	Paris	巴黎博士
Boyle	波義耳	Priestley	普利斯特利
Carlisle	卡立司爾	Prout	泊拉脫
Cavendish	卡芬狄士	Ritter	律德
Coleridge	古勒奇	Rumford	倫福德
Dalton	道爾頓	Scheele	社勒
Davy, Dr. John	約翰德斐博士	Stahl	施托爾
Dulong	度隆	Thénard	戴那
Faraday	法拉第	Thomson, Dr. Thomas	湯麥斯湯姆孫
Gay-Lussac	給呂薩克	Tilloch	鐵樂溪
Gilbert	吉柏	Volta	伏打
Henry	亨利	Wollaston	荷蘭斯頓
Lavoisier	拉瓦節	Young	楊
Lémery, Nicolas	尼古拉來梅雷		
Mitchell	密哲爾		

