應用化學

魯葆如編譯

中華書局印行

趙　序

吾國三大發明中,火藥與印刷,都屬於應用化學之範圍,此盡人所知也.他若鉛粉之製造,或謂始於紂,或謂始於禹,要爲三代之發明,似無疑義.歐洲煉鋅最早之國,首推英吉利;但考其開始,實由於該國海盜掠得葡萄牙之東航貨船,有似鉛非鉛似銀非銀之中國產物,而不知其爲鋅也.後經派人來華調查,得其法,於是歐洲始有鋅.洎乎今日,吾國所需鋅版,鋅白等物,無一非舶來品,土貨不能抗.夫以應用化學發達最早之國,卒因故步自封,不知研究與改良,而爲天演所淘汰,言之實可痛心.雖然,亡羊補牢,猶未爲晚;急起直追,全在國人之努力耳.顧欲努力研究,不可無參考之書;今日我國出版界,關於應用化學之書籍,實屬鳳毛麟角;致有志之士,雖欲研求而無所參考,遺憾何如!魯君葆如,有見及此,竭數年之心血,編成此書.書成,乃以校訂之責見囑;廷炳細讀其各章內容,深佩其搜羅之富,說理之明,在當世作者之林,洵屬難能可貴.不過智者千慮,或有一失;遂不揣譾陋,時與商榷參校之役;閱時數月,始獲公之於世;然仍未敢必其無誤也.如蒙海內學者,不吝指正,無任欣幸!

趙廷炳識於中央大學化學系

民國二十五年四月一日

自　序

孫中山先生在孫文學說中說過:"吾國學者現多震驚於泰西之科學矣,而科學之最神奇奧妙者,莫化學若."今日之談現代文明者,必首推電學,而"與電學有密切之關係者爲化學.儻化學不進步,則電學必難以發達."孫先生這幾句話極足證明化學之重要性.我國自數十年前興學以來,各大中學校,莫不側重化學,列爲必修科,不過多偏於理論而忽於應用.前數年,國民政府在國民會議所提確定教育設施之一案中,有"大學教育應注意自然科學及應用科學爲原則"之語.年來自然科學固有相當進展,而應用科學則落伍實甚.應用化學爲應用科學之一,乃基本工業與國防化學之所維繫.所以民國二十一年教育部化學討論會中,有"請全國一致提倡應用化學,並切實合作案".其餘各案,與應用化學亦多有關係.編者不揣譾陋,特編本書,以爲應用化學之教本.本書係以美國 Ira D. Garard 氏所著之 Applied Chemistry 爲藍本,原書頗爲精詳,編者更由各種中外書報擷取最新資料,再爲補充,故本書頗適合於我國學校之用.不過編者個人學識有限,掛漏之處,在所難免,尚望化學界同仁,不吝賜教是幸.

本書之主要目的,乃在供給已修過普通化學而對於化學之應用感覺興趣之大學學生以適宜之教本.書中對於有機化學有充分的闡述,尤以第三章對於曾修過有機化學之學生,可當爲有系統之複習;同時關於實用的重要知識,亦增加不少.本書除做教本及學校參考書外,並希望其對於因在科學上、藝術上或工業中所從事的各業而對化學感覺興趣

的讀者,也有裨益.

本書中部,多半討論關於食品與營養的化合物及其作用.這裏所遇着的化合物,係就化學分類法而討論;所以纖維素、蠟類及有些別種化合物,和與它們有關係的工業,雖非食品,也同在這裏討論.

最後八章之目的,乃在介紹以化學爲重心的工業知識;對於這些工業出產品之應用與重要性,也有論列.題材之選擇,雖然是由編者之判斷及本書的篇幅來決定,下列的一切,却都包括在內:(1)食物、消化與營養——酵素、脂肪、糖類、蛋白質、澱粉、營養及食物之調製;(2)衛生——微生物、化粧品及清潔劑;(3)衣服、住所與普通商品——織物、皮革、橡膠、油漆、墨水、金屬、玻璃及燃料;(4)一般性質的化學的說明及知識——及物質之膠態.

化學譯名,向爲極困難繁雜之工作;且化學書籍中,又常涉及物理學、生理學及地質學的名詞,譯名乃益感困難.本書中之譯名,係根據教育部公佈之:(1)化學命名原則;(2)物理學名詞;(3)藥學名詞;(4)細菌學名詞;(5)礦物學名詞;(6)中學化學設備標準;(7)國立編譯館所編譯之化學工業名詞稿;(8)衛生署出版之中華藥典;(9)中華博醫會出版之醫學辭彙;(10)商務印書館出版之百科詞彙.其餘譯名,則分向各關係專家諮詢,如冶金學名詞,即係請國立編譯館所擬定.各種商品名稱,亦係向各行商業調查.編者爲此,承各機關及個人之贊助頗多,深爲感謝.

編者編本書時,承全國經濟委員會農業處趙連芳博士,予以有價值之指導,國立西北農林專科學校園藝組主任吳

耕民先生,代爲校定第七,第八兩章中之圍作物名詞.稿竣後復承國立中央大學化學系趙廷炳博士,及國立同濟大學化學系朱楡良先生,細心校閱一過,以是本書乃觀厥成.編者於此,謹向四君深致謝忱.

化學界賢達對於本書之編制及資料上,如有高明意見,請寄本書發行人轉交編者爲荷.

編者謹識

民國二十五年二月一日南京

應用化學

目錄

應用化學

第一章　緒論

化學乃研究物質的化合,及化合時所起的變化之科學,我們每個人的日常生活中,都發生許多問題;而這些問題只有化學才能解答.問題的種類,極爲繁複,不勝枚舉.上至古代埃及瓷器所用顏料的成分,下至硬煤及軟煤充家庭燃料的相對價值.若要將這許多種類的問題,逐一解答,殊不可能,但答這些問題,乃是應用化學範圍以內的事.所幸涉及理論的原則,爲數不多,所以在本書開端,似應溫習一番,因爲一切關於化學應用於實際問題的討論,都依據這些原則來做基礎的.

應用化學,不像多數的別門化學,很難下個嚴格的定義.因這門化學不僅涉及製造的過程,而其範圍實較工業化學爲尤廣.它的定義,可以說是"化學中之一門,專研究人類的經濟福利的".

元素與化合物

凡以化學方法不能分解爲更簡的物質,稱曰元素(elements).元素共有九十二種,現在(1936年)總算都已發現了.但其中有幾種元素,發現未久,疑問尚多.又有數種,僅係鐳,鈾或鈾的分解產品.有好些元素,僅能當做珍奇的物品看待;可是有的却是構成人體的成分,對於人類極爲重要.這些重要的元素是氧,氫,碳,氮,硫,磷,鐵,鈣,鎂,鈉,鉀,矽,氯及碘等.還有多種元

素,如矽、金、銀、錫、鋁、銅、鎳等,和文明人的藝術關係至爲密切;依人類的經驗,深知這許多元素,在吾人現今的文明組織中已成了不可須臾離的情勢.又現代地球的生命,依賴放射性元素到何程度,還是一樁疑問.好些科學家相信,地球假使是一團冷却的物質的話,當早已冷得和月球一樣,不適宜於高等生物的生存了.這樁事實,加以元素蛻變而生熱的事,頗足證明太陽能的放射說,是千眞萬確的.

各種元素,那一種十分重要,那一種不甚重要,很難判斷;向視爲不重要的稀有元素,如鎢及鉬等,近來已成爲很普通而又很重要的元素了.

凡由二種以上元素化合而成的物質,稱之曰化合物(chemical compounds). 雖然元素只有九十二種,可是已知的化合物,却千萬倍於此數;此外還有無數的確能存在或可以製造的化合物,尙在待人研究.研究這些化合物的重要性時,祇能選出幾種最重要的,如水、鹽、糖及石灰等;其餘的多半可以分成矽酸鹽、脂肪、醯、烴等類,以便研究,還有好些種類,因爲比較不重要,或爲篇幅所限,不得不一概從略了.

物理性 一切物質,都具有能刺激感覺的特性,所以也就是有可觀察的特性.這些特性稱爲物理性.實在地,一切可觀察的性質或現象,多半是物理的.化學變化,因有相伴的物理變化或現象,所以才爲吾人所察覺.

顏色、氣味及味道直接刺激感官,所以是最先被感覺的物理性.顏色極爲重要,雖則認識顏色比說明爲困難.雪、銀及鋁,我們都可說是白的,但因了其他視覺上的性質,及一點顏色的混雜,這三種物質總不會相混的.這些普通例證易於看

出,所以常用以形容別的物質,譬如說,瓷是雪白的,錫是銀白色的金屬.氣味須是氣或汽,才能被察覺.氣不都是能刺激嗅官的,所以這性質範圍有限,但在香品、調味料及油類等工業中,極有用處.味道是一切可溶性物質所都具有的性質,範圍比氣味還狹.這性質雖然當辨別動物油、植物油及香油時極爲有用,可是化學家很少用到.

其他的物理性,要靠有某種現象發生,或靠使用某種儀器才能檢查.這些性質中最常用的是密度、比重、比熱、導熱性、導電性、晶狀、硬性、可溶性及黏滯性.還有幾種物理性,祇限於某幾種特殊種類的物質,方爲重要,例如:金屬的延性、展性及淬火性等;橡膠的彈性、韌性及受範性等.

條件 (conditions) 物質的性質討論過以後,影響化學作用的條件,也必須加以討論.最重要的條件是溫度、濃度、氣壓、運動分態及集團態.這些不爲一種物質所特有,乃是適用於一般樣品的.

一切的化學變化,及多數的物理變化,當高溫度時,發生較速.多數的化學反應,溫度每增高百度表十度,速度約加一倍.幾種尋常現象的溫度,大略如下:

始紅熱	525°C.	黃熱	1,100°C.
暗紅熱	700°C.	始白熱	1,300°C.
明紅熱	950°C.	白熱	1,500°C.

壓力、濃度或物質的分態的增加,使反應更易發生,或反應得更快.

壓力因量的不同,可用好幾種單位來表明.這些單位間的關係,應當記住,以便隨時應用.

一大氣壓＝每方吋14.7磅

＝30吋或760毫米高之水銀柱之重量.

集團態

通常討論的三種集團態(states of aggregation),是固態、液態及氣態.有好些例子,似乎屬於某一種的態,但是實則不然.例如溶液、霧、合金及好些別種物質,便是如此,當於後面討論.

固體 固態所特有的物性,爲數不多.晶狀或許是最特殊的.我們也可以提及硬性、韌性、展性及熔點;這些性質,多少是固體的特性,但決非某種物所特有.例如,金剛石及石英,都是透明的,都有折射率,折射率的正確的值,成爲各個物質的特性.它們都顯示一定的晶狀,和一定的脆度,且都沒有展性.

晶狀(crystal forms) 晶體(crystal)是個各成一定角度的平面所包圍着的固體,角的數值,因物質而異.晶體因結晶時的排擠,或是結成後的耗蝕,形式很少是完整的.我們應當知道,並非晶體的形狀有一定,乃各相當面間的角是一定的,這稱爲**分界面角度的常數律**(law of constancy of interfacial angles);可以這樣地說:一切同一物質的晶體裏,各面間的角是一定的.那末,測量這些角,於辨別固體物質上,顯然可以幫助不少.雖然相當面間的角是有一定,可是在同一物質的各晶體中,對於中心軸及平面的對稱,都是相同的.一切的晶體,可根據這些對稱要素,分爲六系,就是等軸晶系(isometric)、正方晶系(tetragonal)、六角晶系(hexononal)、斜方晶系(orthorhombic)、單斜晶系(monoclinic)及三斜晶系(triclinic).每系之中,再分數類.圖1中的三個晶體,都是等軸晶系的這些

晶系及系中各類的說明,不在本書範圍以內,從略.

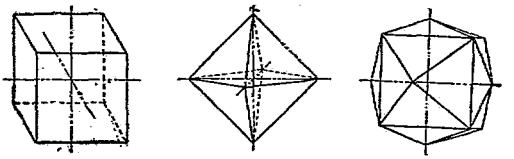


圖 1. 等軸晶系之三種晶體

晶體尋常是由熔態(液體)或溶液結成.在兩種情形中,過程都慢;結晶的時間愈久,所結成的晶體也愈大.這可藉冰糖的製造爲證.用一只木盆,中盛飽和糖液,掛多根的線在溶液裏,水蒸發時,繩上便結了好些晶體.

液體 液態有許多特有的性質;最普通的爲凝固點,沸點,汽化熱及熔解熱.

一種液體的**凝固點**在一定的壓力下有一定的.因氣壓的小變化而起的變更不大.實在地,大氣壓的正常變更,不能使任何液體的凝固點發生顯著的變化.水凝固時,體積膨脹,結果,根據 Le Chatelier 定律,一種傾向減少體積的壓力,應傾向於使水熔解.這是事實,冬天可以實驗,取冰一塊,兩端墊起,中間放一鐵絲,鐵絲兩端各繫重物.鐵絲會慢慢地在冰中熔出一條路,鐵絲通過以後,熔解的水凝固,冰復完好如初.冰的平滑,全靠表面上有一層薄的水.溼冰顯然比乾冰更滑.人滑冰時,必須冰上有一層水,滑冰鞋才能滑動,這層水是人體重量的壓力使冰熔解而得的.根據這種理由,有人主張天氣若冷至相當程度,冰便滑不成了.據說有些北極探險中,有時確能冷到冰橇拖曳不動的程度.根據Le Chatelier 原則,及這些

實例,可見液體的凝固點,被壓力影響的性質及程度,要看那液體變成固態時,體積是否膨脹,或收縮,或並無脹縮而決定的.

液體變固體,或固體變液體時,都同時有一定量的熱的變化.這尋常稱爲熔解熱,水的熔解熱,是每克79卡.空氣溫度必須落到零度以下數度,才能結成不少的冰;反之,空氣溫度必須升到零度以上好幾度,才能熔解很多的冰,就是這個原因.空氣比熱很低,導熱性很小,所以水上空氣若靜止無風,卽使冷到 $-5°C.$, 水開始凝固時,迅速地將熱傳給空氣,以致很快地達到零度,於是凝固停止.無風而寒冷的夜裏,在結冰的河流或池塘附近的空氣,顯然較爲溫暖.

歐美人常在儲藏蔬果的地窖裏,用盆盛水,以免溫度降到蔬果的凝固點以下.水量必須充足,以免完全結冰,地窖必須關緊,以防冷風侵入.

液體的沸點的定義,可以說是該液體的汽壓和大氣壓相等時的溫度.由這定義可以看出,提到一種液體的沸點時,壓力也須提起,否則沸點便無意義.習慣上所提的沸點,是在平均(正常)大氣壓(760毫米)下的沸點.在這壓力下,水於100°C. (212°F.) 沸騰.壓力減小,則沸點降低;壓力增加,則沸點升高.每天的這種差別,很爲顯著,有時水沸騰得比平時快得多.在這些日子,氣壓計一定很低.這種差別,在各地方間也很顯著,依地方的高度而異.大概在高山之上,水在八、九十度,便可沸騰.高度、氣壓和沸點相互間的變更,甚爲複雜,有特製的表可供檢查.在標準壓力(一大氣壓)上下的一定範圍以內,氣壓差27毫米,沸點便差 $1°C.$, 高度增加550英尺,水的沸點也減低

1。F. 這些變更,祇是近似的,並且也只爲水的說法.

水之沸點因高度而起之變更

	高度	平均大氣壓	水之沸點	
	呎	吋	華氏溫度計	攝氏溫度計
Atlanta, Ga.	1,033	29.94	212	100
Cresson, Pa.	2,022	28.74	210	99
Fairview, Md.	2,680	28.20	209	98
Port Royal, S. C.	3,436	27.10	207	97
Yosemite Valley, Cal.	4,050	26.60	206	97
Flagstaff, Ariz.	6,886	24.20	201	94
Galena, Idaho.	7,294	23.46	200	94
Pyramid, Mont.	10,720	20.70	194	90
Augusta, Colo.	12,615	19.44	191	88
Mt. Everest.	29,002	9.75	160	72

這沸點的變更,足以影響蒸發、烹煮及別種過程,所以頗有興趣.烹煮的主要因子,是溫度,在無蓋的鍋中所達的溫度,不能超過液體的沸點,所以在高出海面的地方,有幾種難熟的食物,不能用無蓋的鍋來煮.要解決這困難,烹煮器皿特製有能緊閉的蓋,及安全活門,使溫度可因蒸汽所發生的壓力而增高(圖 2).

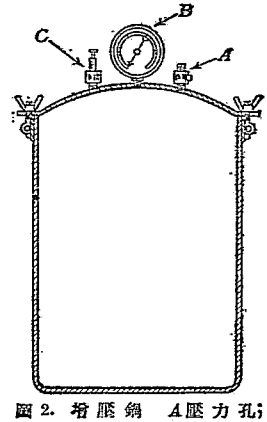


圖 2. 增壓鍋 A壓力孔; B壓力計;C安全活門.

此器稱爲增壓鍋 (pressure cooker, autoclave), 構造得能抗抵三十磅的壓力.這種鍋因爲溫度

較高,烹煮食物的時間,可以減少許多;所以現在歐美各地,頗多採用.即用於罐頭食物消毒,也頗有效力.鍋上壓力計所示的壓力,是不連大氣壓在內的,所以壓力計上是20磅時,水上的眞正壓力便是 14.7 加20磅,或34.7 磅.若將這記住,烹煮的溫度,可查下表便知.

度數 攝氏溫度計	每方吋之磅數	度數 攝氏溫度計	每方吋之磅數	度數 攝氏溫度計	每方吋之磅數
100	14.70	114	23.76	128	36.97
102	15.79	116	25.33	130	39.26
104	16.94	118	27.06	132	41.68
106	18.15	120	28.85	134	44.21
108	19.44	122	30.73	136	
110	20.80	124	32.70		
112	22.24	126	34.78		

液體對抗大氣壓而變汽時,所吸收的熱量,是一定的.這熱量依各種液體而異,稱爲**汽化熱** (heat of vaporization). 就水而論,在沸點時,並在大氣壓下,它的汽化熱爲每克 537 卡,比較任何別種液體的汽化熱爲大.若於較低的溫度汽化,所吸收的熱量,更大得多.現將幾種最普通的液體汽化熱,列表於後.

我們在不少的實例中,常遇着這種現象.例如一手溼而一手乾,溼手便覺得冷得多;衣服潮溼,總是使人覺冷.實在地,水由肺部及皮膚蒸發,吾人賴此得以維持其正常的體溫.假如皮膚閉塞,或不論以何種原因,使皮膚失其正常的作用,則體中的氧化,便使體溫升高.

若在棹上滴幾滴水,水上放一塊錶面玻璃,玻璃上加一

物質	沸點度數(°C.)	汽化熱每克之卡數
水	100	537
甲醇	66.2	262
乙醇	78.2	204
丙酮	56.5	124
異戊醇 (isoamyl alcohol)	130.1	116
阿尼林	184.4	104
吡啶 (pyridine)	115.5	104
苯	80.2	95
醚	34.5	88
甲苯	110.8	87
氯仿	61.2	61
四氯化碳	77.8	47

點醚,用口吹醚,使蒸發加速,水能凝結成冰.

暖氣設備中所用各種液體的相對價值,多半靠這性質.爐片(汽帶)所生的熱,不單由於溫度,也靠裏面冷凝的蒸汽.每冷凝一克,便放出 537 卡的熱.沸點較低的液體,應當有些優點,因爲生火後沸騰得快,維持沸騰需火較少,導管輻射的損失及傳遞時的凝固,也比較少.溫度只要比室內所需要的溫度高得多,那末雖比水低,也就不成問題.醚於 34.5°C. 沸騰,而尋常的室內溫度是 22° C.,這已較高 12.5°C.,而一切別種液體的沸點,差不多都比醚爲高.傳導管時常有破漏的危險,液體自然是不能着火不可.四氯化碳的沸點是 77.8°C.,氯仿的沸點是 61.2°C.,似乎可用於暖氣設備的理想液體,但是我們一調查它們的汽化熱,僅有 46.8 卡及 61 卡時,我們知道爐片所能放出的熱量,必定較小.

汽化熱或凝結熱,當烏雲四佈時,可以感覺得到.當天雨時,多半是溫度增高,除非有別種情形時,溫度才能降低,這情形通常是風.

比熱 (specific heat) 是液體的一種極重要的物性.它的定義,可以說是將一克液體的溫度,增高1°C. 所需的熱的卡數.水的比熱是一;別種液體都不到一.水的這種比較高的比熱,是決定氣候的一大因素.海洋或江河湖泊等,溫度變化很慢.海水的溫度,一年僅相差幾度.結果是近海各地的氣候,比內地同一緯度的地方的氣候,要平均得多.晝夜變更風向的陸風及海風,也是這性質的作用:陸上白天較熱,夜晚較涼,因此白天發生海風而夜晚發生陸風.

用熱水管的暖氣設備,也是利用水的高比熱.水在爐片中冷却時,燒水所需的大量的熱,重新又放出來.因爲水的導熱性低,熱放得很慢,所以這種暖氣設備所產生的溫度,比較應用蒸汽或熱空氣的,都較均勻.

液體的密度和固體的相同,是一個單位體積的重量.尋常是用每立方厘米(c.c.)的克數來表明.在化學上不起變化的液體,溫度增高則膨脹,所以其密度隨溫度增高而減低.

氣體 氣體比較固體或液體都更有規則,所以其特性比較地多.氣體的密度都比較低,沒有一定的表面.所以膨脹性是一種最顯著的特性.擴散性,貫穿性及液化性 (liquefiability),都是氣體的最重要的性質.膨脹性 (expansibility) 是氣體所以能占有一切可得的空間的原因;氣體在任何未被占有的空間放出來,不論那空間有多麼大,都能將其充滿.密度當然是因以變小了.擴散性(diffusibility)是氣體所以能移

往遠處的原因.將一種有氣味的氣體,在房間的一處放出,不久在全屋都可聞到,因爲那氣已經擴散了.這性質及膨脹性,都是由於氣體的分子的運動.向一個未被占有的空間擴散,便是膨脹.擴散的速度,因氣體的密度及溫度而異.於同一溫度,在同一壓力之下,兩種氣體的擴散速度,和密度的平方根成反比例.

$$r : r_1 :: \sqrt{d_1} : \sqrt{d}.$$

分子運動的絕對速度,更難測定,但氫分子的運動速度,已估定爲於室溫時是每秒1,840米.

貫穿性(penetrability)是因爲氣體各分子間,有比較地大空隙存在的緣故.化學家假設,分子本身僅能被尋常壓力略爲壓縮.假如這是眞的,我們可由簡單的計算獲得分子間的空隙的大小的概念.18克的水,在100°C. 時,體積爲18.8 c.c.,而18克的蒸汽在100°C. 時體積達30,000c.c. 以上.由此可見分子的眞正體積,和其間的空隙比較,何等微小.

氣體可爲別種氣體或汽所貫穿,這有不少的例證.第二氣體貫穿第一氣體時,分子在振動中,被攪動得更快,並且維持原有的同一壓力,不過這壓力現在是依存在的百分數的比例,爲兩種氣體所分,而不是完全靠第一氣體(分壓律).

氣體定律(gas laws) 一團氣體,體積的變更,有兩種原因,就是溫度及壓力.查理定律 (Charles' law) 包括第一種變更,可以申述如下:如果壓力不變,一定重量氣體的體積,和絕對溫度成正比例.絕對溫度計上的標度,和攝氏溫度計上的度數相同,0°C.是273°A.計算氣體體積時,這必須記住.

波義耳定律(Boyle's law)是說:如果溫度不變,一定重量

氣體的體積,和所受的壓力成反比例.

這些定律,比較各種別的定律更常應用,所以有時僅稱爲氣體定律.爲了實驗室的工作起見,氣體的體積,都改正爲0°C.及760毫米,這種情形,稱爲正常溫度及壓力(normal temperature and pressure,簡稱N.T.P.).

在討論液態時,曾指明過,液態在溫度影響之下,變成氣體,這變化是可逆的.液體化汽所需的熱,在氣體(汽)凝結時,重新放出.這現象在那些沸點很高而通常爲液態的物質,很爲普通.但尋常爲氣態的物質,也常是如此.任何已知的氣體,都可藉增加壓力,同時使其冷却,而變成液體.這些動作,強使分子緊密,減少氣體中的能(分子振動速率).最後各分子距離極近,內聚力乃能使其互相握住,結果變成液體.要發生液化,這兩種作用必須同時進行.每種氣體,各有一定的溫度,在這溫度以上,任何的壓力不能使其液化.這稱爲**臨界溫度**(critical temperature).還有一個**臨界壓力**(critical pressure),即

	沸點(°C.)	臨界溫度(°C.)	臨界壓力(大氣壓)
氦	−268.5	−266	2.3
氫	−252.5	−242	15.3
氧	−195.5	−149	27.5
氮	−182.5	−119	58.0
甲烷	−164.0	− 82	58.8
二氧化碳	− 80.0	+ 31	72.4
氯	− 33.5	+131	113.0
氨	− 33.6	+146	93.5
水	+100.0	+365	200.5
二氧化硫	− 10.0	+155	79.0

氣體冷到臨界溫度時,一定要施以這麼大的壓力,才能液化.在臨界溫度以下,液化所需的壓力,比臨界壓力爲小.現將幾種尋常氣體的這兩種值,表列如上.

近年以來,氣體的液化,在工業中已達到重要地位.商業上最普通的製氧方法,是將空氣液化,再將混合的液體分餾,氮的沸點較低,先行蒸發,留下純度不等的氧.

液化的氣體蒸發時所發生的低溫度,爲冷藏所利用.小冷藏廠中,常用二氧化碳,但最通用的還算是氨.氨藉冷却及壓縮而液化,然後再在周圍包着鹽水的鐵管中蒸發.冷却了的鹽水再抽到各室的四壁及天花板的鐵管裏,或用金屬桶盛清水,浸在鹽水裏,直等到水凝固成冰

化學反應

化學變化產生兩種於人類有興趣的結果,就是:(1)能,及(2)物質變成別種更有用或更適用的物質.工業中的產生鐵、鋅、鋁、石灰、蘇打及許多別種新物質,或自然界中的產生油、糖、澱粉、蛋白質、大理石、花崗石及煤,都包括化學變化,這些變化,多與人有重要關係.現爲便於研究起見,特將各種化學反應都分成類.主要的反應是加成、分解、單置換、複置換、替代、離解、分子重列、氧化及還原.

加成 (addition, synthesis) * 僅是兩種元素或化合物的結合,最好的例,是將鐵加熱而生鐵銹.

* synthesis 這名稱還有合成的意思,有機化學家用得尤多.比方說 synthesis of glycerol, 意思是由較簡單的物質產生甘油,不問反應的形式如何.

$$3Fe+2O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$$

分解 (decomposition) 是一種化合物,分爲組成該化合物的較簡單的化合物或元素,通常是應用熱或電等外能而成.硝酸鈉分解,喪失三分之一的氧,變成亞硝酸鈉.

$$2NaNO_3 \longrightarrow 2NaNO_2+O_2$$

此種例子甚多,其中多是重要商業製法的基礎.上列的反應,是用於亞硝酸鈉的商業製法的.

熱對於各類無機化合物的作用,頗有用處,特地詳述如下.鹼類的硝酸鹽,分解而成亞硝酸鹽及氧,一切別種金屬的硝酸鹽,分解而成相當的金屬氧化物 NO_2 及 O_2.例如:

$$2Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2CuO+4NO_2+O_2$$

我們應當知道,汞及那些在電動次序表中較低的金屬的氧化物,都可再分解而成游離金屬及氧:

$$2HgO \rightleftharpoons 2Hg+O_2$$

在汞以上的各金屬的氧化物,雖然大抵是穩定的,有的却能分解而成較簡單的氧化物:

$$3PbO_2 \longrightarrow Pb_3O_4+O_2$$

$$2Pb_3O_4 \longrightarrow 6PbO+O_2$$

氫氧化物通常分解而成鹼性無水物及水:

$$Cu(OH)_2 \longrightarrow CuO + H_2O$$

$$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3+3H_2O$$

要是鋇,鈣,鍶等鹼土金屬的話,這些反應是可逆的.鹼金屬的氧氫化物,在高溫度時,仍是穩定的.

金屬的碳酸鹽被加熱時,大都變成氧化物及二氧化碳:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO+CO_2$$

$$ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2$$

可是,鹼金屬的碳酸鹽,却是穩定的.

含水物離解而成鹽及水:

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \longrightarrow CuSO_4 + 5H_2O$$

單置換 (simple replacement) 是化合物中的一種元素,爲別種元素所取代,工業中常用這法,例如:

$$H_2SO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + H_2$$

$$CuSO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + Cu$$

複置換 (double replacement) 是兩種化合物的基的互換位置.

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

$$Ca(OH)_2 + 2HC_2H_3O_2 \longrightarrow Ca(C_2H_3O_2)_2 + 2H_2O$$

替代 (substitution) 與單置換不同,因爲被代的元素不以游離態而被留下,這種反應在有機反應中,最常遇到.

$$C_6H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5Cl + HCl$$

離解 (dissociation) 是可逆的分解,所以分別討論的,因爲有幾樁應用於離解的定律,不能應用於別種分解.氯化銨被加熱時,反應如下:

$$NH_4Cl \rightleftarrows NH_3 + HCl$$

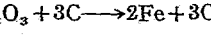
被溶解時,反應如下:

$$NH_4Cl \rightleftarrows NH_4^+ + Cl^-$$

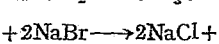
分子重列 (molecular rearrangement) 在有機化學中最爲普通,這門化學中的同素異構物 (isomers),爲數較多.德化學家 Wöhler 由氰酸銨合成尿素,就是這事的歷史上的例證.

$$NH_4CNO \rightleftarrows (NH_2)_2CO$$

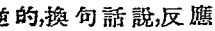
氧化(oxidation or adduction) **及還原** (reduction) 都是關於一種元素的原子價(或電荷)的變化;它倆總是相伴着地發生.它們是最複雜的反應,但是極其普通.



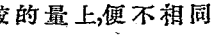
$$C+O_2 \longrightarrow CO_2$$



$$Fe_2O_3+3C \longrightarrow 2Fe+3CO$$



$$C_2H_5OH+O_2 \longrightarrow CH_3COOH+H_2O$$

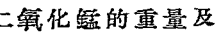


$$Cl_2+2NaBr \longrightarrow 2NaCl+Br_2$$

反應多半是可逆的,換句話說,反應時的情形若發生變化,所得的產品,在比較的量上,便不相同.這可逆性的觀念,在工業化學中最爲重要,將於相當之處,再詳論之.

接觸作用[或譯"**催化**"(catalysis)] 製備氧時,以二氧化錳和氯酸鉀同用,是每個化學學生所熟知的.這是最初遇到的接觸作用的實例,它的作用,不是人人所了解.假如氯酸鉀加熱到熔點以上,便極緩慢地分解而發生氧.但若在熔解的氯酸鉀的表面上,散上極小量的二氧化錳,便立即開始很快地發生氧.那末,二氧化錳只是變更分解的速率.由這分解而發生的氧,並不加多;二氧化錳的重量及性質,都和接觸反應以前相同.這是接觸作用的代表例證,而二氧化錳的作用,是代表的**接觸劑**(catalytic agent, catalyst).

接觸作用可正可負,那就是說;反應可以加速,也可以減速.正接觸作用比負接觸作用普通得多.用醋醯苯胺(acetanilide) 保藏過氧化氫,是負接觸作用的例證.過氧化氫依下列的方程式分解:



$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O+O_2$$

有些細粉末,及幾種酵素,都使分解加速,但醋醯苯胺却能使

分解緩慢,所以有保護劑的作用.

正接觸作用的例證太多,不勝枚舉.工業中的接觸作用最值得注意者,有製造硫酸的兩種作用,大氣中氮的固定,油類的氫化,及酯類的水解.

關於接觸劑是否代替反應的平衡一層,時常發生問題.接觸劑並不代替平衡,但當用大量的接觸劑時,它可和反應一種產品起反應,這樣,藉移去了這產品,可使反應前進,以至完成.這是化學平衡的一樁平常的事例,可藉酯的水解作用來表明.醋酸乙酯(ethyl acetate)若和水及痕跡的硫酸同煮,便水解而達到平衡,這樣:

$$\underset{2/3}{CH_3COOC_2H_5} + \underset{2/3}{H_2O} \xrightleftharpoons{H_2SO_4} \underset{1/3}{CH_3COOH} + \underset{1/3}{C_2H_5OH}$$

醋酸乙酯及水各一克分子,在平衡時,可得醋酸及酒精各三分之一克分子.

反之,若用大量的氫氧化鈉作接觸劑,它不僅有接觸作用,也和醋酸起反應,於是使反應向前進行.

人多以爲接觸劑永不能開始一個反應.這不容易確定,因爲盛試劑的容器的壁及不純物,都會有接觸作用.據說任何物質都可爲接觸劑;任何化學反應都可爲一種物質所接觸而加速進行.這話當然不易證實,但能指出接觸作用爲一般的性質.

接觸作用的標準,經 Rideal 及 Taylor 二氏綜合如下:

1. 反應的過程完成時,接觸劑的化學成分不變.

2. 最小量的接觸劑足使大量的反應物質發生變化.

3.接觸劑不能影響平衡的最後態.

4.接觸劑改變兩相反的反應的速度,至同一程度.

接觸作用還沒有完善的解釋.理論倒有幾種,但化學界權威的意見,還是爭訟不決.似乎極像是沒有一種理論,能解釋一切的事例,所以理論不得不僅用於特殊的事例了.兩種最重要的理論,是**吸附作用說** (adsorption theory) 及**中間化合物說** (intermediate).

簡單點說,吸附作用說的解釋,是認反應物質吸附於固體接觸劑的表面上,於是在極大的濃度中,共同存在.它們因了這層,所以反應得更快.

中間化合物說的解釋,假定接觸劑和各反應物質或反應物質中之一種相化合,這些複雜化合物,再分解而成和原來的化合物不同的化合物.

第二章 能之諸形與其化學的應用

能 (energy) 是執行工作的能力.它伴着一切的化學反應,或爲結果,或爲起因.由實際的立場看來,它是許多化學作用所以進行的原因.這些之中,重要的有動植物的呼吸,燃料的燃燒,強熱劑法,電池中的作用等.

能之諸形 能以各種作用的結果被表現出來,依結果而分爲機械的,磁性的,電的,熱的,光的,化學的,分子的及原子的八類.能的表現多半和物質的變化有關;它們或是地位的變化(機械的,分子的),或是成分的變化(熱的,原子的,化學的).上述的各名稱,並非嚴格地分成各類,因爲沒有單獨的分類基礎.大多數須看產生的方法,但有些是指某種形式的能在感覺上所給的印象.

變化 (transformation) 能的一樁最重要的特點,乃是由一種形式變化而成別種形式.這種變化在所涉及的量上毫無增減(能量不滅律).假如有一塊硫黃燃燒,反應所放出的化學能,變成熱能,光能及機械能.棉花火藥的化學能,變成熱能及機械能.電當做電來用的很少,但常當做光能,熱能及機械能來應用.

磁能大半是鐵及磁鐵礦 (magnetite, Fe_3O_4) 所特有的,似乎是由於這些物質的分子的情形.磁能散逸而成別的形式時,這性質便消失了.將一塊鐵放入電場,可生暫時磁性.由電能變爲磁能的變化,是電話收話器,電報發聲器,電鈴及好些別種電器的基礎.日常經驗中,有無數能的變化的例證,讀者隨時隨地可以觀察得到的.

能多是由太陽來的,變成吾人所要用的形式.太陽熱的能將陸地及海洋的水蒸發成汽,升到天空高處.水汽冷凝成水,回到最低的平面時,我們以水力的形式用它的能.太陽的能使風吹動,帆船及風車,便是應用這能的器械.除石油及自然氣外,一切燃料都是由植物藉日光的能所造成的.

潮汐的能,火山的能及鐳,釷,鈾等放射元素的原子的能,則爲非由太陽而來的能.

傳遞 (transmission) 能時常是最經濟地在一處地方產生;於應用前,傳遞到近則數尺,遠則千里的距離.帶,鏈,齒輪及軸,是常見的傳遞機械能的器械.管子可通蒸汽及水,常用以傳遞熱能及機械能.

效率最高的傳能方法,是藉線以電的形式傳遞.在能之中有兩個因子,就是強度因子及容量因子.在電能裏,這些是各以伏特及安培量度,而能的總量則以瓦特或仟瓦(仟瓦＝1000瓦特)來量度.

伏特×安培＝瓦特.

由這方程式,可見電壓高的小電流的能,和電壓低的大電流的能相等.電經過線所生的熱,和電流的量成正比例.那末若要避免沿電線的熱的損失,顯然應將電流極力減小.變壓器乃是爲這目的而使用的.美國之賴格拉瀑布各電廠的電線,有的竟高到三十萬伏特的電.電是以二千二百伏特發生,將電壓變高後,傳遞到別的城市,再變低到二千二百伏特.供工廠用的,這電壓可再變到 220 伏特,家庭及商店用的,則變爲 110 伏特.如果發電及傳遞的電壓,都是 110 伏特,則供給相當的量的電流一定很大,以致沿線因熱而起的損失也

很大.

我國主管全國供電事業之最高機關,現爲建設委員會.全國發電廠共448家,發電容量 496,140 仟瓦,內蒸汽機廠占434,979仟瓦,內燃機廠占59,000仟瓦,水力機廠占 2,161 仟瓦.全國每年發電度數九千萬度.最大之廠爲上海電力公司,投資額一萬一千二百萬元,發電容量 183,500 仟瓦.

我國所用電壓至爲雜亂,大約低電壓方面以220伏(電業中稱伏特爲伏,或稱磅數)及220—380伏爲最多,次爲110伏及110—220伏,高壓以 2,200 伏爲最多,次則3,300、5,250 及 6,000伏.全國發電機電壓最高的,是首都及杭州兩電廠之13,200伏.輸電電壓最高的爲 66,000 伏,卽南京首都電廠至龍潭之輸電線.

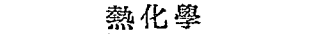
中國標準低壓配電電壓,核定爲 220 伏,高壓配電及輸送電壓爲: 220—380; 220—440; 2,200; 3,800; 6,600; 13,200; 30,000; 60,000; 100,000; 150,000; 200,000伏.

熱化學

化學能尋常是用熱能來研究,所以熱化學 (thermochemistry) 就是研究和化學反應有關係的熱能的一門化學.

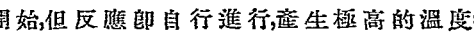
反應如產生熱,稱爲放熱(exothermic), 如吸收熱,稱爲收熱 (endothermic). 這兩類反應的重要,在於產生或吸收能而不在熱,因爲反應可藉以發生電或光.

有好些反應是放熱的,易於看出,因爲所生的熱,使反應材料及周圍的溫度升高,比方當燃燒碳的時候:

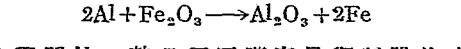


$$C+O_2 \longrightarrow CO_2 + 熱$$

當金屬代替氫的時候:

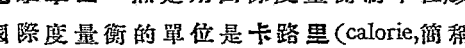


$$Zn+H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4+H_2+能$$



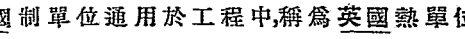
$$2Al+6HCl \longrightarrow 2AlCl_3+3H_2+能$$

收熱反應發生時,會吸收熱,而溫度因以降低:

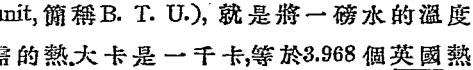


$$NaCl \longrightarrow Na^{+}+Cl^{-}-能$$

但通常必須繼續地供給熱,以維持反應的進行:



$$熱+2KClO_3 \longrightarrow 2KCl+3O_2$$



$$熱+CaCO_3 \longrightarrow CaO+CO_2$$

化合物於構成時吸收熱的,稱爲**收熱化合物**(endothermic compound). 碳化鈣,二硫化碳,過氧化氫,電石氣,以及硝基甘油,棉花火藥,三硝基甲苯 (T.N.T.) 及苦味酸等爆炸物,都是收熱化合物.

收熱化合物,不可和那些需要一定溫度才能開始的放熱反應相混.煤屑及空氣必須加熱,始能反應,但反應產生大量的熱.在煅接的強熱法中,鋁粉及氧化鐵的反應,必須加熱,使反應開始,但反應卽自行進行,產生極高的溫度:

$$2Al+Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3+2Fe$$

熱化學單位 熱是用國際度量衡制單位,或英國制單位測量.國際度量衡的單位是**卡路里**(calorie,簡稱cal.),簡稱爲卡.英國制單位通用於工程中,稱爲**英國熱單位** (British thermal unit, 簡稱B. T. U.), 就是將一磅水的溫度升高華氏一度所需的熱.大卡是一千卡,等於3.968個英國熱單位.

物質的燃燒熱是一克物質燃燒時所發生的熱的卡數.物質的**組合熱** (heat of formation), 是一克分子的物質組合時所發生或吸收的熱的卡數.某種純物質的燃燒熱或組合

熱,在那物質是有一定的.

下列的例證,足以說明這點:

$$2Al+3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3+323,600\text{卡}$$

$$2C+O_2 \longrightarrow 2CO+42,320\text{卡}$$

$$C+O_2 \longrightarrow CO_2+97,200\text{卡}$$

$$H_2+Cl_2 \longrightarrow 2HCl+44,000\text{卡}$$

在每例中所舉的卡數,是關於所註明的克分子數的數.

電化學

化學反應的能,可以電的形式取得.由化學反應以得電的設備,稱爲電池.兩個或兩個以上的電池(或複電池)連接起來以得其聯合的作用的,稱爲電池組.

電池有四種,依其所利用的反應的型式而定.這四種是化合電池,置換電池,氧化電池及濃度電池.這四種電池中,置換電池應用最廣,確是用爲電的實際來源的唯一電池.這電池(圖 3)是兩塊金屬片,浸於一種電解質的溶液裏.最簡單的型式,是一片鋅及一片銅,浸於稀硫酸裏,外面用一根線連接起來.如果這線和電流計(galvanometer, 卽圖中之 G) 連接,計上便表明線中有電流通過.

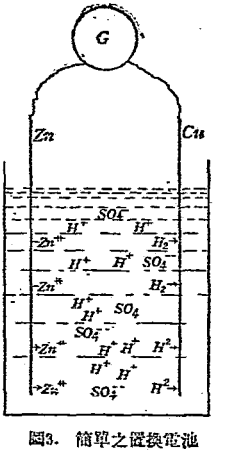


圖3. 簡單之置換電池

鋅有侵入溶液,就是代替氫游子的傾向.這傾向是它的溶解壓力(solution pressure), 是一種電的現象,因爲

每個鋅原子要入溶液,必失去兩個電子,或受了兩個正電荷可是,銅若和電解質的溶液接觸,溶解的傾向極微;反之,銅溶液中的銅游子,却傾向於接受兩個電子,換句話說,失了它的兩個正電荷,乃以金屬銅澱積而出.所以,銅有負的溶解壓力.那末,這兩種金屬浸於電解液裏,外面用線連接時,就能發生電流.鋅入溶液,氫澱積於銅片上,因爲沒有銅的游子來澱積了.

$$Zn^{0}+2H^{+}\longrightarrow H_{2}+Zn^{++}$$

如果一種金屬,放在含有這金屬游子的溶液裏,它的溶解的傾向爲擴散壓力所抵抗,這種壓力在任何游子的克分子溶液中,都是 22.4 個大氣壓.這兩個相反的力間的差別,是一種金屬和它接觸的游子的位差或電動勢.那末,這位差要看金屬所放入的游子的濃度.每種金屬都有一定的游子濃度,當這濃度時,兩力相等,而位差因以等於零.例如鋅和每升含有1.4×10^{17} 克分子 Zn^{++} 的溶液,會起平衡.這極大的假設的濃度,顯然不能達到,於是鋅對其游子的最高濃度,便永遠是負的.可是銅的溶入溶液的傾向很小,所以和每升含有8.3×10^{-22} 克分子 Cu^{++} 的溶液便達平衡(電位差).那末,銅對其游子的任何相當濃度是正的.對它自己的游子的克分子溶液,鋅維持 -0.493 伏特的位,銅維持 $+0.606$ 伏特的位.那末,含有這兩種金屬各浸於其游子的克分子溶液中的電池,表示 $0.606-(-0.493)=1.099$ 伏特的電動勢(E. M. F.).這電動勢因電池的使用而逐漸減低,因爲鋅溶解時Zn^{++}的加多,及銅澱積時Cu^{++}的減少,都使電位減低.現將各種其他金屬組合的可能的電動勢,列表如下:

元素與其游子之克分子溶液接觸之電動勢

	伏特數		伏特數
鉀 K^+	−2.92	錫 Sn^{++}	+0.085
鈉 Na^+	−2.44	鉛 Pb^{++}	+0.129
鈣 Ca^{++}	−2.28	氫 $(H_2)H^+$	+0.277
鎂 Mg^{++}	−2.26	銅 Cu^{++}	+0.606
鋁 Al^{+++}	−1.00	汞 Hg^{++}	+1.027
鋅 Zn^{++}	−0.493	銀 Ag^+	+1.048
鎘 Cd^{++}	−0.143	鉑 Pt^{+++}	+1.140
鐵 Fe^{++}	−0.122	金 Au^{+++}	+1.356
鈷 Co^{++}	+0.0138	氯 $(Cl_2)Cl^-$	+1.694
鎳 Ni^{++}	+0.108	氧 $(O_2)O^-$	+0.698

由這表可見,用鉀做正電極,氯做負電極的電池,能發生極高的電壓.但一研究這兩種元素的別種性質及反應,這種電池是不合實用的.試將金屬的物理性及化學性,和價格及純度,共同研究,合於實用的電池的金屬,却是很少.鋅及鎘是常用做負電極,銅,汞及氫常用做正電極;銀及鉑也可用爲正電極,可是用的不多.

就簡單電池而論,鋅及銅浸於稀硫酸中而成的電池,電壓是 1.03 伏特.下表表明各種元素放於稀硫酸時的電動勢

物質	對氧之電動勢	對鋅之電動勢	物質	對氧之電動勢	對鋅之電動勢
鉀	3.01	1.18	鎘	1.12	0.71
鈉	2.91	1.09	銅	0.80	1.03
鋅	1.83	0.00	銀	0.39	1.44
鐵	1.55	0.28	鉑	0.33	1.50
氫	1.47	0.36	碘	0.09	1.74

我們由這表看到鋅和碳插於稀硫酸裏而成的電池,有1.74伏特的電動勢,鋅和鉑有1.5伏特;別種組合的電壓,也頗顯明.

電池之實用構造 電池的效率爲三種極重要的現象所影響,這些現象乃是內電阻、局部作用及偏極.

內電阻(internal resistance)是發生於電極間的對於電流的阻力,就是電解液的阻力.這因子雖不影響電池的電壓,却能影響電流,所以就能影響由電池所可獲得的能.要將內電阻減到最低限度,就應選擇導電性高的電解液.硫酸、氯化銨、硫酸鋅和硫酸銅,都被用過.如果應用導電定律,須再用改正的方法.金屬片面積放大,距離靠近一點,使導電的溶液長度短而橫截面大.

局部作用(local action)是電極的金屬,和其中的不純物(多爲碳、鐵及砷的質點)間所發生的微小的電路.商品的鋅僅放於酸中便能溶解,就是因這現象.改正電池中這缺點的唯一辦法,乃將鋅變成汞齊.即將鋅上的氧化物及油垢,先行洗去,再擦上汞;汞即將鋅溶解,構成汞齊.因不純物在汞中溶解不多,電極的表面,幾全爲純鋅在汞中的溶液(即鋅汞齊).鋅又於使用電池時溶解,所以溶解於汞中的鋅更多.可是汞擴散到鋅裏,有些外物的質點,逐漸重新呈現,而局部作用因以增加.所以必須重新汞齊化,因此商品的電池應用這方法的很少.

局部作用的大小,因所用的電解質而異.若用氯化銨的溶液代替硫酸,這作用便小得多.所以選擇適宜的電解質,是預防局部作用的最重要的實際方法.

偏極(polarization)乃因正電極上聚着氣泡所致.若是簡單的伏打電池,鋅代替硫酸中的氫,氫便放逸到銅片的表面上.因氣體不傳導電,所以這情形使電池的阻力增加.並且因爲陽電極由銅變氫,電池的電壓較低.如果電池完全偏極,就成了鋅氫電池,電勢差更低(0.36伏特,見表).這電壓的降低,和阻力的增高,使電池完全失其效用.改正這缺點的最明顯的方法,乃是避免或預防正電極板上有氣體聚集.偏極的電池若丟開不用,氣體自會散逸,電極恢復原狀,所以電池若用於電鈴等間斷的工作時,偏極不是嚴重的缺點,但供電燈或別種繼續的工作時,偏極必須用別種方法改正之.在實際上,偏極通常用下列兩種方法之一來預防:或用一種氧化性電解質,將氫氧化而成水;或用一種祇能使金屬游離而不使氫游離的電解質.有時將固體的氧化劑(如二氧化錳)塡於正電極的四周,但因爲涉及氣體及固體兩種相,而兩種相都非極易溶解,它們的相互作用一定很低.

供實用的電池,現在有很多種.在原理上,它們都和前段的討論相合.它們間的差別,在改正主要缺點的方法上,及多半因電池的目的而定的細節上.這裏僅能說明乾電池,但若將前述的一加研究,對於所遇到的電池的價值,當能明瞭的.近年以來,蓄電池,發電機及小變壓器,爲用日廣,原電池的用途,已大不如前了.

乾電池 流體電解液的電池,用於舟車等處,有易於潑出的困難.並且液體蒸發,非時常補充不可.乾電池不但沒有這兩種缺點,也比較那些用流體電解液的電池輕便得多.可是乾電池並不是乾的.普通的乾電池(圖4),其邊及底都是

鋅皮做的圓筒.這筒既是容器,又是負電極.因爲是負電極,便在頂上銲了一個接線柱;所以負端是在電池邊上.正電極是一塊裝有一個接線柱的碳,下部可做成圓筒形,並且挖槽,使面積加大.這碳差不多直達筒底.中間的空處,塡滿氯化銨,氯化鋅,二氧化錳及焦炭或木炭等一類溼的混合物.這電池有時靠鋅筒的裏面加一層多孔紙,以免和氧化劑的二氧化錳接觸.電池頂上用硬瀝青封固,瀝青能使碳電極固定不動,也預防水的蒸發.近來有用電木代替瀝青的.

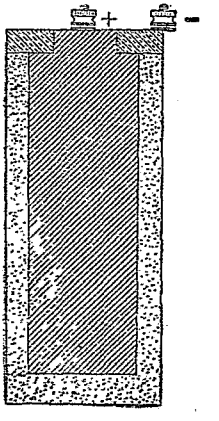


圖 4. 乾電池之縱截面

乾電池價廉效高,不必照管,在好些用途上,已幾乎完全代替了一切別種的電池.如果瀝青破裂,或鋅被溶穿,電池便乾涸而無用.在達到這階段時,可在鋅裏鑽幾個小孔,將電池放在一罐水裏,它們的功用,時常可以延長.

蓄電池 電流用完後可以再生的可逆電池(可迴溯電池),稱爲蓄電池(accumulator, secondary cell, storage battery;以第三名稱爲最普通).普通式樣的蓄電池(圖 5),含有正負極板各一個,正極板是塗了過氧化鉛 (PbO_2) 的鉛的柵極(grid)或架子,負極板是以鉛絨(sponge lead)爲表面的柵極.電解液是稀硫酸,濃度自 15 % 至 30 % 不等(比重 1.1 – 1.21),須視灌電的情形而定.在實際上,這電池通常含着幾個正極板和相間的負電板,每種極板連接着一個端鈕,這極板面積的增大,既

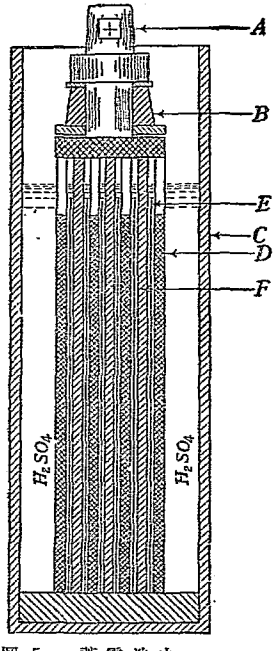


圖 5. 蓄電池之一
A. 鉛質之正端;
B. 硬樹膠絕緣物及架;
C. 硬樹膠容器;
D. 四塊鉛質負極板之一;
E. 薄木片;
F. 三塊過氧化鉛質正極板之一.

使電極的容量增加,也使內阻力減少.

鉛絨並非尋常的金屬鉛,乃是一種同素異構體,因爲變成普通的鉛時,會放出熱,所以含能較多.由這事實,我們可以希望從這種鉛獲得較多的電能,並且曾經證明,普通鉛和過氧化鉛間的電勢差是 1.46 伏特,而鉛絨在同一情形之下,可生 1.94 伏特.

電荷相反的極板,距離極近,其間必須放些絕緣材料,預防極板接觸,以致決流.爲這目的,穿孔的硬橡皮板,或木板及玻璃棒都是常用的.

電池發生作用以生電流時,正極板處的化學變化,可由下列的方程式代表:

$$PbO_2+2H^+\longrightarrow PbO+H_2O$$

$$PbO+H_2SO_4\longrightarrow PbSO_4+H_2O$$

在負極板處:

$$Pb+H_2SO_4\longrightarrow PbSO_4+2H^+$$

可是這兩個反應是同時的,或者實在祇是一個反應:

$$PbO_2+Pb+2H_2SO_4\longrightarrow 2PbSO_4+2H_2O$$

由電學的立場,以游子方程式,卽僅涉及經過根本變化的游

子,來表明這些事實,較爲明白:

$$Pb^{++++}+Pb^{0}\longrightarrow 2Pb^{++}$$

過氧化鉛的鉛,將其電荷的一半,移給金屬鉛上去.因爲硫酸鉛的溶解積,是很小的:

$$(Pb^{++})\times(SO_4^{--})=2.3\times10^{-8}.$$

硫酸基游子的存在,能構成不可溶性的硫酸鉛,很厚地積在各極板上.

蓄電池再灌電時,正極(過氧化鉛板)和發電機的正極連接,鉛板和發電機的負極連接.發電機所供給的電壓,當然要高於灌滿了電的蓄電池(2.0—2.6伏特).電流通過時,上述的化學作用便迴溯過來,原來的過氧化鉛極板及鉛絨極板,都恢復了原狀.

蓄電池使用時,因極板成分的變化,使硫酸鉛的阻力增高,電勢發生變化,於是電壓逐漸降低.酸的比重,因硫酸基游子的損失,也減低了.在理論上,電池應繼續發電,直待一切的鉛都由四價正電荷還原;但在實際上,蓄電池約落到1.8伏特左右,就應再灌電,以免極板受機械的損害.

需用大量的電時,蓄電池比原電池便宜.如果需用高壓的電,可將兩個或兩個以上的電池串聯起來,所得的電壓,就等於各該電池的電壓之總和.

蓄電池常和發電機連接起來用.汽車便是這用法的實例.汽車上的蓄電池尋常爲四種目的而供給電:(1)開動開車機,(2)燃燒機筒(汽缸)中的氣,(3)使用喇叭及(4)給供燈光.汽車停止時,若將開車機的電鍵一拉,一捺或一踏(因爲各車的方法不同),蓄電池的電流通過開車機(卽電動機),使其轉動,開

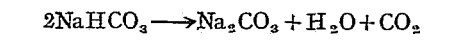
車機連着機軸,機軸旋轉,引擎便開動了.開車機的電鍵放鬆後,引擎所轉動的發電機發生電流,這電尋常燃燒機筒中的氣,還用不了,賸餘的便去灌充蓄電池.蓄電池灌電的壽命便這樣因發電機而大被延長,但引擎在重用下的需要及電燈的需要,使蓄電池枯竭,到了這時候非再灌電不可.

愛迪生蓄電池(Edison storage battery)的正極板是氧化鎳,負極板是鐵.電解液是21%的氫氧化鉀的水溶液.這蓄電池的發明,是比鉛蓄電池新得多;它比較鉛蓄電池爲輕,據說也耐用得多.

電氣除銀垢法　將銀器放在鋁鍋裏,用鹽及蘇打(酸性碳酸鈉)來煮,可除去銀器上的污垢,這法已盛行了多年,因爲手續迅速,不必摩擦,省了不少人工.並且銀子不致如被摩擦時會受損失.

這過程所根據的原理,就是電解池的原理.鋁成負極,銀及污垢或硫化銀(Ag_2S)構成正極.溶液被煮時,因電解作用,蘇打變成微鹼性的碳酸鈉.

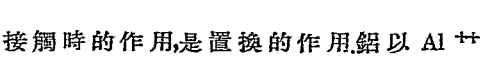
$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$



$$Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow NaOH + NaHCO_3$$

這鹼性幫同除去銀子上的任何垢膜.食鹽用來增加溶液的傳導性.

金屬接觸時的作用,是置換的作用.鋁以 Al^{+++} 侵入溶液,硫化銀的 Ag^+ 失去電荷而成金屬銀,仍和金屬銀的電極接觸.



$$Al^0 + 3Ag^+ \longrightarrow Al^{+++} + 3Ag^0$$

由此看出 2Al 和 $3Ag_2S$ 等值.假如談到重量,54份的鋁可除去

740 份的硫化銀.鋁雖略有損失,可是若和洗淨的銀的量比較,損失並不算大.溶液被煮時,硫化氫的游子侵入溶液,多半成硫化氫而被移去.可是因爲游子的負電荷和正電極(銀器)接觸而中和,有些硫化氫以游離硫的薄膜留在銀上.沸滾的溶液如不能將其移去,可用刷子刷去.銀器用這法處理以前,一切的油垢應先用肥皂洗去.銀子並非被磨光,而僅是恢復原有的表面.銀子如果是毛面的,這層當然是樁利益.如果溶液裏一次僅洗幾件銀器,而僅煮沸一兩分鐘,這法是最有效的.

電之化學作用 近年以來,電爐在鋼鐵.石墨.金剛砂.碳化鈣及腈氨鈣等製造工業中,應用甚廣.在這些例中,化學變化並非電流的最初結果,乃是電爐所生的高溫度的結果.

電流的一切化學作用,可分氧化及還原兩類.有好些商業上的製造,就是正游子還原而成游離的金屬.鎳及銅的精煉.鍍金.鍍銀.鍍銅,鎳和鋁.鈉.鉀.鎂的製造,都屬這類.

氯及溴的製造,都包括着負游子變爲游離元素的氧化.

臭氧的製造是特殊的.是應用電場的電能,但沒有電流通過,這是和尋常的電化工程不同之處.

光化作用

普通的光,如日光.煤氣光及電光,尋常都說是白光,是由種種顏色混合而成的.白光的射線,被雨點(虹).金剛石.玻璃及別種透明的折射物質分析而成各種顏色.由物理的眼光看來,這些顏色,各是以太中的震動或波動,它們相互間的差別,僅在波長的不同.波長不同的結果,是各種顏色有各種的性

質,所以它們在某實例中的作用,會很不同的.因此,某種特殊顏色的光,幾可專供某種目的之用.

現將數種光線的波長,列表如下:

光 線 之 波 長

波 長 (μμ) *	名 稱	附 註
在10^{11}(100米)以上	長赫芝(Hertzian)波	用於無綫電中
1,000—100,000	紅外線	熱波
650—810	紅	可見的
585—650	橙	
550—585	黃	
500—550	綠	
440—500	藍	
380—440	紫	
340—380	玻璃紫外線	爲厚玻璃所發透
300—340	Jena 玻璃紫外線	電弧發出極多
220—300	石英玻璃紫外線	爲熔石英所發透
180—220	石英晶玻璃紫外線	爲汞氣石英燈所發射
120—180	螢石紫外線	爲短空氣之空間所吸收
90—120	反射紫外線	金屬之反射
0.1—0.3	X射線	
0.01	γ射線	

對眼睛發光最強的是波長560 μμ*的光波,生熱作用最大的是波長約1016 μμ的光波,對氯化銀起最大的化學作用的是約420 μμ的光波.那些在300μμ以上的光波,能通過玻璃,

*希臘文字母μ是用以指千分之一毫米(micron),μμ是百萬分之一毫米(millimicron).例如815 μμ即等於0.000815mm.

在200 μμ與300 μμ之間的光波,能通過石英而不能通過玻璃.

紫外(ultra violet,簡稱U. V.)光的波長,在90 μμ和380μμ之間.波長在340 μμ以上的能通過普通玻璃,在220 μμ以上的能通過特別玻璃,在180 μμ以上的能通過石英玻璃.有一種玻璃,對於可見的光絕不透明,但紫外線則立即通過;這玻璃的基本成分,是氧化亞鎳(nickelous oxide).又有一種曾經美國政府准予專利的玻璃,其成分是二氧化矽50份,氧化鉀16份、氧化鋇25份及氧化鎳9份.

光之化學的產生 化學家相信,各種化學作用都有發光的傾向,假如反應速度够大的話,必能發出光來.所需的速度,因各種的反應而異.光化作用,多半是氧化及還原.光的化學的產生,通常和氧有關係.這些以及相似的反應都稱爲燃燒(combustion),燃燒的定義,是伴有光及熱的化合.

燃燒雖發生光,這光的強度時常頗低.一切有關的化合物都是氣體時,多半是如此的.如本生燈發灰藍色的焰,強度極低.可是如果空氣的供給受限制,以致火焰中含有未燃燒的碳,就生白光.任何的固體質點進到焰裏,都能使它的光亮增強.光的光亮及顏色,因所用的物質而異.鈉化物發黃焰,鉀化物發紫焰,揮發性的鋇化物發綠焰,而一塊石灰則發強烈的白光.

在油燈、無罩煤氣燈、電石氣火把及柴火,或無煙煤的火等實際光源之中,其光亮大半是被燃熱的碳質點的結果.這同一的原理,適用於弧光及碳絲電燈.這兩種光源,也發生大量的熱.

有幾種金屬,於加熱時,發出更強烈且更近於白色的光.

其中有鐵,鉭及鎢.電燈泡中現在廣用這些金屬所製的燈絲,鎢爲這目的,差不多完全代替了一切的別種材料.電能多變成光,所以熱的損失較少.碳絲在最高強度時的溫度是1,600－1,800°C.,鉭是1,700°C.,鐵是1,850－1,900°C.鎢絲燈的效率是每瓦特0.8燭光,而碳絲燈只有0.3燭光.因了這層,加以光色較佳,鎢絲燈在多數的用途上,都比碳絲燈優良得多.可是碳絲燈比鎢絲燈更耐得震動.

煤氣生光,欲求其效率高,必須用煤氣罩.這罩形如頂針,紋如花邊,安放於可受煤氣焰的最大熱的地方.實用上最有效的成分,是氧化釷 (thorium oxide, ThO_2) 99.1%,和氧化鈰 (cerium oxide, CeO_2) 0.9 %. 最高限度的光,色白而强烈,是於1,527°C.的溫度所發的.汽油燈所用的罩,也是這罩.

生物發光(biolumines cence) 螢,腐草中的燐光菌,某種細菌及某種海中生物,都能發光——冷光,但化學家至今尚不能探出它們的祕密.發光生物中以螢爲最著名,據說美國的螢,有二十五種之多.

螢的光是由腺分泌所發出,而在腺分泌中,是因氧化而產生.在這變化中,水及氧都是必需的.

在一切的發光動物中,有一定的物質經過化學作用,並且有氧便能發光.有些動物,氧化是在細胞以內,有些是在細胞以外.

螢的光是黃綠色.它的光譜,包括從510 μμ到670 μμ的波長,最高強度在570 μμ.這短程的波長,靠近可見光譜的中央,所以發光效率極高,在學名 Photinus Pyralis 的一種螢中,據計算爲96.5%.因爲任何人造發光體的最高效率,祇有4%,那

麼這效率有極高的價值,是很明顯的了.螢從未被發見過能發生熱.古巴有一種螢,其發光的強度,是1/1,600燭光.螢雖是效率高的光源,不過其色程太小,不合人類之用.螢的光極近於單色(monochromatic),在這光裏,不能分辨出顏色來.

低溫度之化學產光 有好些物質,在活的生物所能忍受的溫度以內反應時,發出可見的光. Lophine (triphenyl glyxolin) esculin (馬栗樹皮之配醣物),及好些精油,和強鹼類同加溫時,都能發光.有一種香檸檬油,於20°C.和N/10氫氧化鈉混合,發生很亮的光.

焦性沒食子酸[鄰苯三酚, pyrogallol, $C_6H_3(OH)_3$]是一種最簡單的發光的有機物,它的發光有幾個條件.50%的馬鈴薯汁,0.93%的過氧化氫,和 $\frac{M}{16}-\frac{M}{8192}$ 焦性沒食子酸混合,發生明亮的光,焦性沒食子酸濃度愈高,光也愈亮,至M/8000的濃度爲限.高濃度的焦性沒食子酸使馬鈴薯汁沉澱.每種物質必須達到一定的濃度,才能發出光來(焦性沒食子酸是M/32,000,過氧化氫是0.025%,馬鈴薯汁是5%)氧化酵素可由馬鈴薯以外的來源取得,其中有蘿蔔,甘藷,辣根(山葵大根)及任何含有血色素的血液.用甘藷汁,於零度時發生微光,但於十度時則光亮得多.加熱到80度的光景,這氧化酵素就被破壞.這些由植物質所得的過氧化酵素,在反應中用完,所以顯然不是接觸劑.可是過氧化酵素的消失,和氧化活動完全無關.過氧化氫是和焦性沒食子酸及一種氧化酵素發光的唯一氧化劑.

螢光與燐光(fluorescence and phosphorescence) 有好些物質吸收紫光或紫外光,而另發出波長較長的光,這現象稱

爲螢光.石油顯露於白光,紫光或紫外光時,發射帶綠的藍光,無色的硫酸金鷄納發射藍光;螢光紅(一種黃色染料)發射綠光;曙光紅,卽製紅墨水之紅色染料,發射黃光.物質必須露在光裏,發射才能繼續.一瓶螢光紅,在反射光下看,因表面層的螢光而顯爲綠色.可是紫射線及紫外射線,都爲溶液所吸收,所以如果藉透射光看,則現黃色.

有很多物質於露光以後,能發射光很久,這現象稱爲燐光,是發光漆的基礎.鈣,鋇,鍶及鋅的硫化物,都是尋常的燐光物質.若含有鉍,錳和鍶等不純物,則這性質更顯著得多. Dewar 曾證明紙張,羽毛和象牙,冷到零下約 200°C. 時,發射燐光.可是,尋常的燐光,因溫度略高而增加.

無熱之光 每種產生人造光的方法,都靠着將物質熱至白熾的過程,這使好些化學家感覺驚奇.卽連在電照中,燈絲必須熱至白熾,才能發光.這是由所用的燃料產生大量的無用的熱,及比較地少的光能.冷光的可能性,乃是極有興味的問題.有好些生物能發這光,但化學家至今還未能勘破它們的祕密.有幾種化合物,硫化鈣是一個實證,能於白晝吸收光,於夜晚發射出來.這些化合物現在用以塗漆道路旁的警告牌.這光雖在黑暗的夜裏,可由遠處看到,却不够照亮房間,並且所吸收的光消失後,便變暗了.

有幾種元素,比如鐳,是自發光的,但難以獲得,並且,它們的分解不能控制,所以除夜明錶的發光表面,及相似的目的以外,它們是不實用的.化學家想像,將來總能合成一種和燐光生物中的物質相似的有機化合物,能發生無熱的光.

光之化學作用 有兩種化學效應,可說是由於光的作

用,有好些收熱反應,光供給所需要的能,有許多反應,由光做接觸劑.

某一波長的光,不生一定的化學效應,雖然或是眞的;可是某種化學效應,僅由在某種一定限度之間,或至少在一定限度以上或以下的波長所產生,却是眞的.比方綠光裏不能察覺出熱來,而橙光所含的熱便多,而最大的熱效應,則發生於紅外線中.

紅光對於銀化物也不起效應,橙光起極小的效應,而紫光及紫外光則發生最大的化學效應.雖然光合成在白天裏發生最快,澱粉却於760 $\mu\mu$與330 $\mu\mu$間的一切光裏,都能合成.生長於藍玻璃下的小麥,所含的麩質比在日光下生長的爲多.

光的接觸作用,在好些例中頗爲著名.比如氫和氯或其他氣體的混合物的爆炸.大概波長較短的光比較更有效力.

有時光的接觸作用是負的.硫化鈉在水溶液中氧化的速度,在黑暗中時比在紫光中時要大一半,在紅光中比在紫光中要大一倍.

有好些化學反應,爲紫外光所作用.這光使橄欖油的酸性於一小時中增加5%.橡膠因了它的作用,氧化極快.如橡膠裏加入礦質,或使其硫化,這作用就被減速.纖維素遇着這光變成氧化纖維素,抗張強度完全消失了.

亞硫酐(SO_2)藉空氣氧化而成硫酐(SO_3),可用紫外光作接觸劑.

$$2SO_2+O_2 \rightleftarrows 2SO_3$$

在這例中,當硫酐產生到65－68°C.時,便達到平衡.

藍印圖(blue printing) 機械圖或建築圖,若要製出複本,先將圖樣用黑墨水畫在透明紙或透明布上.這畫好的圖蒙在一張塗了檸檬酸鐵銨(ferric ammonium citrate)的紙上,露在日光或弧光燈的光下.光的作用使鐵還原而成亞鐵態.現在若加鐵氰化鉀(赤鐵鹽)的溶液,除了被黑線遮住的地方都成了不可溶性的藍色鐵氰化亞鐵(ferrous ferricyanide),未變的鐵鹽和鐵氰化物不起反應,所以被黑線遮住的地方,還是白色的.於是將紙淋洗晾乾.這是藍印圖原來的方法,也是現今新法中所包括的基本原理.現今所用的現成的紙,有好些是塗了兩種的鹽,所以圖在露光以後,僅用水洗,便可顯出.

草酸鐵可用以代替檸檬酸鐵銨,不過不很靈敏.

照相術 尋常的照相,是光對於銀鹽的作用,這鹽多半是溴化鹽.它和藍印圖不同之處,在於不必預先畫圖,且在照相術裏,各種程度的陰影都能顯出,而在藍印圖中僅能紀錄兩種的陰影.

照相機的光學部分,不在本段討論範圍以內.我們只須知道:透鏡須裝設得能使敏化的乾片上,現出極清楚而又大小適宜的像.人物的"光"和"影",以不同量的光反射在像上,因爲光對於銀鹽的效應和光的強度成正比例,那些受光最多的部分,所受影響亦最烈.但須注意,僅有紫外光,紫光和藍光對乾片極有效力,所以照成白色;而紅橙兩光對於乾片毫無影響,所以照成黑色.就照相術而論,沒有光就是沒有藍光,紫光及紫外光.多數的玻璃不能爲紫外光所透射,所以僅有藍紫兩光有效.綠光及黃光的確不是毫無效應.光的作用因銀的各種鹵化物而異,也因鹵化物所混合的物質而異.

敏化的片(plate),是玻璃或賽璐珞所製的,前者稱爲**乾片**(dry plate),後者稱爲**軟片**(film),都於一面塗以含有一種或多種溴化銀的動物膠或膠棉的乳劑.這薄膜露光時,發生甚麼變化,還不能確知,但大概是變成了一種低溴化物:

$$4AgBr \longrightarrow 2Ag_2Br + Br_2$$

有些還原發生,是知道的;但所成的物質,大概比方程式中所代表的那些物質,還要複雜.有人計算過,露光中如有游離的銀放出,其量極微,每方吋的乾片,祇有0.00000063克.還原開始,是爲露光中重要的化學事實,動物膠或膠棉和溴起反應,這樣將其由反應系統中移去,於是這反應便加速了.

靈敏的片露光後,在未顯像(development)以前,必須藏在暗處.顯像須在黯紅燈的暗房中舉行,因爲這片不爲紅光所影響.光的作用所誘起的作用,由顯像劑繼續進行.顯像劑是溶於水中的還原劑,常用的爲草酸亞鐵,對苯二酚(hydroquinone)和焦性沒食子酸等.此種還原劑不可過強,否則溴化銀的全部澱積,會還原而成金屬銀.要加速弱試劑的反應,須加氫氧化銨或碳酸鈉,以吸收還原中所放出的溴.各試劑若配合適宜,能够僅將一部分被光作用的溴化銀還原而成游離的銀.光的作用愈大,所得的銀澱積也愈濃厚.這作用的結果,是一個可見的像,光和影適和原物相反.這稱爲**底片**(negative).

其次所必需的步驟,是將底片**定像**(fixation),就是使它不受光的影響.簡單的方法,顯然是將未變化的鹽除去.定像劑大都用硫代硫酸鈉(sodium thiosulphate),又名海波(hypo),它依下列的方程式,和溴化銀起反應:

$$2AgBr+3Na_2S_2O_3 \longrightarrow Ag_2Na_4(S_2O_3)_3+2NaBr$$

這硫代硫酸鈉銀能溶於水,故可用水洗去.

要得多張的相,須將像移到紙上.這方法稱印相 (printing),基本上和製備底片,並無差別.

印相紙是塗有含銀鹽的動物膠薄膜的紙.底片放在此種紙面上,再顯露於光裏;像中最暗的地方,底片上是透明的,像中最明的地方,底片上是暗的,這樣圖像,再被反轉,所以原物有影的地方,照相紙上也有影.修相(finishing)和底片的相同,不過多一着色的手續.

印相紙顯影後,就浸在氯化金 (gold chloride, $AuCl_3$) 的稀溶液裏着色 (toning), 這液中含有幾種別的鹽,如醋酸鈉、磷酸鈉、酸性碳酸鈉、酸性硼酸鈉及鎢酸鈉.相的表面上澱積了一薄層的金膜,現出棕紫色.着色液中若用鉑鹽,相上就現爲灰綠色.印相紙着色以後,照常定像,沖洗,晾乾.於是便可貼上卡紙了.

倫琴射線(Roentgen rays) 假如一根六吋或八吋長的玻管,內盛空氣,裝了電極線,通過高壓的電,不見有何效應.若將空氣抽出,兩端間便放出電來.這放電所發的光的性質,因玻管中的排氣程度而異.這放電稱爲陰極射線(cathode rays).排氣程度高的玻管所發的陰極射線,若直對着一塊鉑、鋁、鈾或其他物質(對陰極, anticathode),便發射一種新射線,稱爲X射線,後人紀念倫琴,又稱之爲倫琴射線.

這些X射線有奇特的貫穿本領,能貫穿有機物質,和低原子量的金屬及它們的鹽類.這些射線對各種物質的貫穿本領不同,且在化學上極爲活動,所以能將尋常光不能看見

的物品照相,比方木箱或鋁箱中的銅塊,身體中的骨骼,或偶然落入體中的針,槍彈,或別種異物.又身體內的各部器官,現在都能照出相來,顯爲清晰.

陰極射線是電子(electrons)所構成,電子又是負電的質點,質量約等於氫原子質量的一千八百分之一,或8.9×10^{-28}克.

放射現象(radioactivity) 鈾及鈾蛻變而發射能,構成一組的新元素.這現象稱爲**放射現象**.放射線共有三種,各稱爲α,β及γ輻射.三種都對照相片發生作用,刺激燐光,且放出電體.它們的主要區別,在它們的貫穿性,及受磁場影響的情形.α射線爲一張厚0.05毫米的鋁所擋住,β射線爲一張厚5毫米的鋁所擋住,而γ射線不能被厚500毫米的同一物質完全擋住.換句話說,它們的相對的貫穿性,各約爲1:100:10,000之比例.

α射線是正電荷的質點,約比氫分子重兩倍,以每秒鐘約二萬英里的速度投射.β射線是負電荷的質點,除速度外,一切都和陰極射線相同.它們由鐳投射而出,速度約和光的速度相等.γ射線是以太中的一種波動,和X射線極爲相似,不過波長較短.鐳和其分解產品的α質點,卽是氦原子之帶有電荷者.

放射性是原子內部的一種性質,不爲原子和別種元素的化合所影響.

最重要的放射性元素是鐳,乃是鈾的蛻變產品.鐳射線用以療癌,很有成效.

下附的圖表,表明鈾的蛻變所成的主要元素,及它們的

最重要的輻射(圖 6)

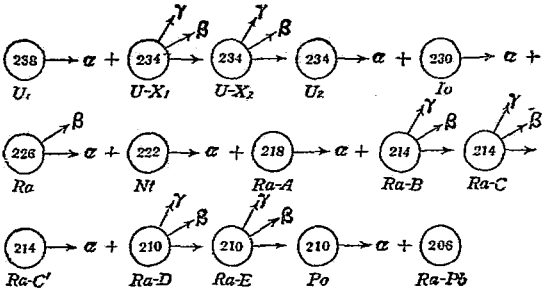


圖 6. 鈾蛻變之簡圖

最後的產品是鐳鉛 (radium-lead), 和尋常的鉛不同之處,僅在原子量上,鐳鉛的原子量是206而不是207.2.

第三章 酵素與微生物

植物與動物的活組織,有的產生數種化合物,這些物質有化學反應中接觸劑的作用.這些有機接觸劑稱爲酵素(舊譯作酶, enzymes),其中頗多著名的:胃液素 (pepsin)、胰液素 (trypsin)、唾液素 (ptyalin) 都是消化酵素的例證;而犢胃素 (rennin) 則是 junket tablets 的基本成分.

酵素之化學性

測定這些酵素的化學性,極感困難.這有兩種原因:一因化學結構複雜;二因要將它們由原來的組織中分離,有差不多不能征服的困難.因了這些困難,酵素有沒有得到游離態的,尙屬疑問.

因酵素的物理性,既不易測定,酵素製劑的接觸作用,便成唯一可用的純度標準.最好的方法是藉各種試劑反復地浸漬沉澱,極力使活動的材料和母質隔離,把所得各物的接觸作用加以試驗.活動力最大的,便認爲最近於純淨.美國營養化學家 Sherman 及 Schlesinger 二氏曾如此地製備一種胰液澱粉酵素(pancreatic amylase),其活動力比任何別種已知的酵素爲大.此物含氮15.3%.各種酵素之含氮百分數,依 Falk 氏之調查列表如下:

酵素	氮之百分數
澱粉酵素,麥芽	15.1—15.3
澱粉酵素,麥芽	16.1

澱粉酵素,膵液	15.3
蔗糖酵素(sucrase),釀母	1.3
胃液素	14.1—14.8
胃液素	14.6—14.9
胃液素	13.8
酯解酵素(esterase),蓖麻子	16.2
脂解酵素(lipase)	17.1
脂解酵素,黃豆	15.5

已知的一切酵素,都含有氮.上列的各酵素,除蔗糖酵素以外,所含的氮的比例,都足以構成蛋白質.蔗糖酵素經分析後,知道其中的氮,係以蛋白質存在,其餘的是結構未明的醣磷酸鹽的混合物(carbohydrate-phosphate complex),所以酵素似乎都是蛋白質.

製備這些極純的酵素製劑時,一次得 200—300 毫克,已算很多,即這小量,雖受過特別訓練的人,或許須要一星期以上的時間才能得到,沒有受過訓練,休想會有成功的.依這種情形,加以酵素對於熱及多數試劑之極不穩定,使研究酵素的化學性一事,極爲困難,且費用頗大.

酵素在水中的分散,性質是膠體的,滲析緩慢.有的用超顯微鏡檢視,可以看出質點來,一般地具有膠體溶液的性質.

酵素作用之本性

酵素的作用,無疑地是一種接觸作用;就是加速反應,而或許不移動平衡點.小量的酵素,能影響大量基質(substrate)的變化,基質對酵素是不穩定的物質,且本身被毀壞的爲數

有限.酵素如何影響變化,尙屬疑問.有一種理論,主張酵素對基質的吸附作用;又一種理論,則主張某種化學結構之存在.

最佳之條件 酵素反應至少必須具有三種條件,就是溫度,酸度及鹽類的存在.也許還有別種因子,例如光亦能使數種酵素破壞.一般地講來,上述的三種因子,最爲重要.這三種因子,對於一切已知酵素的作用,雖沒有都研究出來,可是曾做了不少的有價值的工作.

溫度能起兩種作用:一是加速反應,這和對於一切的反應一樣;一是使酵素失效.由這兩種相反的作用,應當在某溫度爲最高限度.最佳溫度,因別種條件及特殊的溫度而異.於零度或零度以下的溫度時,差不多一切的酵素,都不活動,或近於不活動.這酵素作用在低溫之被阻遏,是冷藏作用的成功因子,而酵素在高溫之不活動,是加熱消毒的因子.

多數的酵素,僅在狹窄的酸度範圍以內活動,所以酸性是很重要的因子,並且每種酵素,在某酸度表示最佳之活動.這酸度尋常總與中和點距離不遠.這酸度的意思,是指氫游子濃度,而非可滴定的酸度.

Falk 氏測定四十二種酵素的最佳情形的值,編列一表,現將其擇要錄下,以表示各種酵素的酸度的範圍.

酵素	PH
蔗糖酵素,釀母	4.4—4.6
澱粉酵素,胰液	7.0
澱粉酵素,麥芽糖	4.4
澱粉酵素,穀皮	4.8
澱粉酵素,唾液	6.0

胃液素	1.2—1.8 *
膵液素	8.3 *
尿素酵素(urease),黃豆	7.0
脂解酵素,十二指腸液	8.5

我們若記着 PH=7.0 是中和點,便可看出多數的酵素,在近於中和的介質中,施行最佳的活動.胃液素是常見各酵素中一個顯著的例外,在很強的酸性介質中,反最爲活動.

使酵素作用活動,或不活動(毒害),或加以禁遏的物質,數目及種類,都十分多.若要善用酵素,基質中所必存在的物質,必須先加研究.研究極純的酵素製劑時,自來水及尋常蒸餾水,都不合用;所以因有某種物質的存在,以致商業製法中不能使用酵素的事,時常發生.

酵素之特性 從前人都以爲酵素的作用是特異的,就是一種酵素祇能催化(或接觸)一種物質的一種反應.例如,轉糖酵素祇能水解蔗糖,但不能水解麥芽糖,乳糖或任何別種的糖.那末這酵素的作用是特異的,這種情形頗多.反之,胃液素能水解動物膠,蛋白素及許多別種蛋白質.唾液澱粉酵素,能水解各種的澱粉及糊精.所以這兩種酵素的特性,不及轉糖酵素;可是,胃液素不能水解澱粉,而轉糖酵素不能水解蛋白質,所以特性程度的差別很大.

酵素之分類

依酵素所加速的變化的性質爲標準,可分爲四大類:

(1)凝聚酵素.

---

* 胃液素及膵液素,因基質而異.別種酵素或也是這種情形.

(2)催化以下各物質的水解酵素:

(甲)酯,包括脂肪在內

(乙)多醣類及二醣類

(丙)配醣物類(glucosides)

(丁)蛋白素及其衍生物

(戊)胺

(己)醯胺(amides)

(3)氧化酵素與還原酵素:

(甲)還原酵素

(乙)氧化酵素

(丙)過氧化酵素(peroxidases)

(4)觸媒酵素,或譯催化酵素(catalases).

這分類純是勉強的,或許也不完全,因爲還有加速上述以外的反應的酵素.可是,最重要且最著名的酵素,都已包括在上列的分類中了.

基質 基質這名稱,尋常是指酵素所作用的化學物質,不過有時也用以泛指酵素在其中起作用的全部介質,譬如存於胃中的一切物質,而不僅指酵素所作用的個別蛋白質或澱粉.

名 稱

酵素的英文名稱,是取基質的名稱或其一部分,以 -ase 加於字尾而造成的.例如催化麥芽糖水解而變爲葡萄糖的酵素,稱爲 maltase (麥糖酵素);將脂肪變爲甘油及酸類的酵素,稱爲 lipase(脂解酵素);使尿素 (urea) 變爲二氧化碳,水及

氨的酵素,稱爲urease(尿素酵素).有舉出酵素的來源而造成更專別的名稱的,如唾液澱粉酵素(salivary amylase),胰液澱粉酵素(pancreatic amylase)和麥糖澱粉酵素(maltamylase).這命名法,並不一定遵守的,像轉化酵素(invertase)便是如此.這字的字根,是指特殊的反應,就是蔗糖的轉化.並且讀者會常遇着酵素的舊式名稱,如胃液素、唾液素(pepsin, ptyalin)及苦杏仁酵素(emulsin)等,人多喜歡用這些名稱,而不用雖較科學的但更累贅的名稱.

酵素作用之數種型式

凝聚酵素(coagulating enzymes) 凝血酵素(thrombase)是在血的赤白血球中所構成,赤血球中的較少.這酵素將纖維蛋白元(fibrinogen)變成纖維蛋白質(fibrin),引起血的凝聚.鈣的游子對這凝聚極爲重要,因爲凝血酵素的產生中,及凝血酵素對纖維素原質的作用中,都有這游子參加.因此外科醫生於割治病人以前,常給他吃乳酸鈣(calcium lactate),使血易於凝聚,這樣便減少血的損失.

犢胃素是將小牛的胃黏膜,用稀硫酸處理所得的酵素,據說也存在於數種植物中.它使牛乳的乾酪素母(caseinogen)變成乾酪素,所以能引起凝聚.鈣游子在這作用中,顯然是必需的,和上面所述之作用相同.凝聚使牛乳的脂肪,及磷酸鈣都沉澱,是製造乾餅(乳酪,cheese)的一個重要的步驟.

水解酵素(hydrolytic enzymes) 脂解酵素在植物及動物細胞中,都很普通;脂解酵素或許是其中最重要的.這些酵素存於人們的胰液及胃液中,將脂肪變成甘油及各種脂肪

酸,在這形式,便能爲腸壁所吸收了.多數的植物,將食物以脂肪的形式,儲藏於種籽裏,有時,比方棉子、花生、玉蜀黍及蓖麻子,儲量頗大.這些種籽發芽時,產生脂解酵素,將這儲藏的脂肪水解.這樣脂化酵素在植物及動物的營養中,都極重要.

澱粉酵素(diastase, amylase)和糖類酵素(saccharolytic),種類繁多,廣分佈於動植物界中.以它們爲研究對象的,比研究任何別種酵素的爲多.蔗糖酵素、麥糖酵素和乳糖酵素(lactase),都存於人們的腸液中,在小腸內將各關係的基質變成單糖.

澱粉酵素最常用的商業製劑,是麥糖澱粉酵素、胰液澱粉酵素和高峯氏澱粉酵素.釀酒中之澱粉,尋常是用麥糖酵素,這酵素是大麥發芽而成.芽長約有麥粒的三分之一時,加熱使發芽停止.於是把麥芽磨碎備用,或浸出汁來,使別的麥粒發芽.它將澱粉變爲麥芽糖,葡萄糖若有構成,也不會多.胰酵素(pancreatin)尋常是用猪、羊、牛等家畜的胰所製成.胰酵素除含有糖化酵素外,也含脂解酵素(lipolytic enzyme),及蛋白質分解酵素(proteolytic enzyme);它在醫藥上常用以助消化.高峯氏澱粉酵素,是由米皮上或麥麸上所生長的稻麴菌(aspergillus oryzae),或別種關係有機物所得的糖化酵素.由日本化學家高峯氏所發明,日本發酵工業中,用以代替麥芽;現在美國亦有製售,在醫藥中也有用途.唾液素是唾液的糖化酵素,能水解澱粉,並使不含糖的澱粉質食品發生甜味.中間產品和別的澱粉酵素相同,是紅糊精(erythrodextrin)及一種或多種的無色糊精(achroödextrin),而最後產品,大半是麥芽糖.這些雖是最常遇到的糖化酵素,可是澱粉酵素並

不止這幾種.有不少別種植物,或許一切的植物,在它們的細胞裏,產有澱粉酵素.

蛋白質分解酵素,差不多和澱粉酵素同樣多.最著名的三種,都是屬消化器官的,就是胃液素、胰酵素及腸液素(erepsin).這三種各含於胃液、胰液及腸液中,共將食物蛋白質變爲氨基酸.每種的正確活動性,界限不很分明.大概地說起來,胃液素將蛋白質變成蛋白初解物 (proteoses) 和消化蛋白質;胰酵素將蛋白質變爲蛋白初解物、消化蛋白質、多縮氨酸(polypeptides)和氨基酸(amino acids);而腸液素則將消化蛋白質變爲氨基酸及氨.胃液素若有充分的作用時間,確能產生氨基酸.可是,這在消化過程中,或許並不發生.腸液素不能水解多數的蛋白質,但能完成別種蛋白分解酵素所引起的水解.

去氨酵素 (aminases, deaminizing enzymes) 移去氨基酸中的氨原子團.這是水解,還是氧化,在一切例中都不明白.在正常代謝作用的進行中,似乎是氧化;但在小腸中之作用,則又似水解,這裏爲某種細菌所產生的酵素所誘起,而產生脂肪酸.

酵素之重要

酵素在動植物的細胞中,分佈極廣,所以祇能就其中幾種的重要性,略加說明.最普通的,是人類消化器官的澱粉酵素、蛋白質分解酵素及脂解酵素.這些酵素能將複雜的營養素:澱粉、蛋白質及脂肪,水解而成易於同化的單醣類、氨基酸、甘油及脂肪酸.

果實的成熟,最少有一大半是由於酵素的作用.比方香蕉中的澱粉因了內在的酵素,很快地變成蔗糖.各種果實成熟時,當然還包括許多別種反應,但大都也依靠酵素的作用.低溫度使酵素的活動停止,或使其減速,所以冷藏能使果實的成熟變慢,也防止它們因過熟而腐爛.

微生物之化學作用

在極多的實例中,有些下等植物,主要的是細菌,釀母及黴菌,其活動性能引起重要的化學變化.有時活動性是有機物所生的酵素的結果,有時反應是直接由於有機物生活所必需的生理作用.糖因釀母而發酵,是屬於前式的,酒精因釀母而成醋酸,則是第二式的.在許多作用中,是否有酵素產生,往往不能知道;由實際的立場看來,這沒有甚麼關係,因爲卽使有酵素產生,欲將其提取出來,萬不及直接利用微生物之容易.

有許多化學作用,利用微生物做主要因子,或輔助因子這些作用中,有氮的固定,乳餅的製造,製革中的糞汁浸漬及垃圾的處理.在這些作用中,對於使用純淨的培養菌一層,頗少有人注意,所發生的效應,多半由於數種微生物的聯合作用.

可是,在有些工業中,常要分離及利用一種微生物,並須選擇對於預定的用途最有利的.這些工業,如酒精,醋酸,酪酸,乳酸及甘油的製造,近來又加有瑞士乳餅的製造一門.酒精是用啤酒釀母菌(saccharomyces cervisiae)作用於一種糖而製成,這糖尋常是麥芽糖,葡萄糖或蔗糖.醋酸是藉丙酮菌

(bacterium aceti)對酒精作用而成;酪酸是藉乳酪桿菌(bacillus butyricus)對乳酸作用而成;乳酸是藉乳酸桿菌(bacillus acidi lactici)對葡萄糖作用而成;將糖放於亞硫酸鈉(sodium sulphite)和酸性亞硫酸鈉相中和的中性溶液中,藉釀母來發酵所產的酒精,可達所用的糖一半之多.除上列各作用外,丁醇(butyl alcohol)及丙酮(acetone),可用澱粉藉浸解桿菌(bacillus macerans)來大量製造,而檸檬酸是藉黑色麴菌(aspergillus niger)及梨形白黴(mucor piriformis)兩種黴菌的作用而製成.有不少別種物質,尤其是酸類,是藉微生物的作用而產生,但沒有一種曾被大規模地利用過.上述各作用中,平時大規模製造的,僅有酒精、醋酸、酪酸及乳酸.可是在戰時的特別需要下,甘油及丙酮也是大規模地製造.這些製法,多半是新的,雖然不久會和舊式的商業方法,作劇烈的競爭,可是多半應當以工業來源的眼光看它們.塘沽之黃海化學工業研究社現正注意發酵工業.

防腐劑消毒劑及飲食防腐劑

細菌、黴菌及別種有機物,誘起某種的化學變化,或引起疾病.這些化學變化的加速,有時是有益的,已在前面提過,但是有時必須使其減速,或使其完全停止.那些致病的細菌,特稱病原菌(pathogenic).有不少別種微生物,能引起腐敗、發酵或腐化.這四類微生物常是有害的,所以如何將它們消滅,便成了問題.可是,能致腐化的有機物,能將動植物的廢物大規模地清除,因此它們的生長,通常不但不加阻遏,反要促其成功.

消毒 (sterilization, disinfection)是殺滅微生物的方法.**蒸薰**(fumigation) 是利用氣體來消毒.爲這些目的所用的化學物質,各稱爲**消毒劑** (disinfectants) 及**蒸薰劑** (fumigants). 有時消毒並非絕對的必要時,便使用輕性的藥劑,稱爲**防腐劑** (antiseptics). 用以預防微生物在飲食品及其他製劑中生長的防腐劑,特稱爲**保藏劑**(preservatives), 或譯作防腐劑.

消毒及防腐的方法很多,例如機械的方法,熱、冷、光、乾燥及化學藥品.一種微生物殺滅的難易,依微生物本身、它的情形及所存在的介質的本性而定.

機械的消毒(mechanical disinfection) 這種消毒,包括濾清及結塊,其目的是在移去有機物,而不是將其殺滅.飲用的水是用這法消毒,普通再用氯或別種價廉而有力的化學消毒劑來處理.用水玻璃溶液保藏雞蛋,是靠着能塡塞蛋殼的小孔,使微生物不能侵入.

熱 熱在可用的地方,是經濟而有效力的消毒方法.食品、飲料、外科器械、衣服、地毯,實在地差不多除生物外的任何物品,都可用熱消毒.敞焰的溫度,能將一切的微生物立刻殺滅,但這法僅能用於短時間放在火裏不致損壞的金屬或陶瓷器皿.煮沸是最普通的用熱消毒的方法.用煮沸法保藏或烹調的食品,完全無毒.罐藏果品時,罐子必須裝滿,因爲若有空氣存在,含有細菌及黴菌的芽胞,會使食物腐臭.在**冷裝罐藏法** (cold-pack canning process) 中,瓶子或罐子裝滿冷果子後,蓋緊起來,放於沸水裏煮三小時以消毒.用這法烹煮,使熱侵入中心,所需的時間較久,豆類及含水不多的蔬菜,尤其要如此.這法所藏的果品,煮時沒有機械的攪動,所以比先煮

後裝的較爲緊實.有些方法是接連三天,放在沸水中煮一小時,使存在的任何胞子有發芽的機會,因爲植物發芽之後,比胞子更易於毀滅.若用增壓鍋,則溫度較高,所需的加熱時間,可以大爲減少.

微生物於酸性介質中加熱,殺滅更快;所以酸果子消毒較爲容易.溫度愈高,殺菌愈快,在罐藏工廠中,罐頭食品是放在增壓鍋中,或在壓力下,用較高溫度的蒸汽加熱.存在的微生物的本性及數量,食物的物理態以及酸度,各有不同,所以不能規定能適合一切情形的烹煮時間,或一定溫度.家庭中保藏罐頭食物的失敗,由於消毒不足的還少,由於封閉不固的較多.

水的消毒有時十分重要.雖然除曾爲動物尤其是人類所弄污的水以外,很少有病菌存在;可是一切的自然水,都含有細菌.傷寒症及霍亂症,是和水的供給有關係的最重要的病症.各種製淨水的方法已討論過,但若水的供給可疑,應當將水煮沸.傷寒桿菌 (bacillus typhosus) 不生芽胞,並於 56°C. 的溫度經過十分鐘,便能殺滅.

霍亂弧菌 (spirillum cholera asiatica) 不生胞子,於 60°C. 的溫度經過一小時便能消滅.經五分鐘的煮沸,儘足殺滅傷寒桿菌及霍亂弧菌;而炭疽桿菌 (anthrax) 的芽胞,則沸煮十分鐘,也能殺滅.水中也許含有能抵抗久煮的細菌的胞子,但它們都不是病原菌.

牛乳及各種果汁大都用加熱法,叫做巴斯德式滅菌法 (Pasteurization) 者處理.這方法的目的,在殺滅一切的病原菌,且實際上減少牛乳中微生物的總數.所以它完成兩重目的:

使食物合於衛生,及增加食物的保藏性.這方法是以一定的時間,在沸度以下加熱.牛乳所受的處理,其最低限度,應使其能在最熱的天氣,保持二十四小時不壞,且殺滅結核,傷寒及其他無芽胞性的細菌.要達到這目的,可將牛乳加熱至60°C.二十分鐘,65°C.十五分鐘,70°C.五分鐘,75°C.兩分鐘,或80°C.一分鐘.方法因食物及處理而異.若係牛乳,尋常是用 140－150°F.(60－65°C.)的溫度煮二,三十分鐘.美國有幾省及許多城市,立有法律,規定牛乳消毒的詳細手續.

衣服,地毯或其他家庭綢布用品,也應時常消毒.織物不會被沸水損壞之時,煮沸是這些物品最簡單的消毒方法.在商業中,是用增壓鍋.乾熱不很見效,這有兩重原因:在沒有溼氣時,細菌更能抗熱,尤其因爲乾熱不易貫穿.貫穿速度的差別,一部分由於空氣的平均分子量 (28.955) 比蒸汽的平均分子量 (18) 要大得多,也由於最初蒸汽的凝結,這蒸汽因凝結熱而本身溫度增高,織物被蒸汽浸溼而導熱性爲之增加.常用的蒸汽溫度在 110°C. 及 125°C. 之間.牛乳瓶常於洗過以後用 110－125°C. 的蒸汽消毒.

冷 細菌及別種微生物,都受溫度變化的影響.這裏可提出四種溫度:細菌能生活的最低溫度;生長最盛的最佳溫度;細菌能生活的最高溫度;及細菌殺滅的熱死溫度.這最後的溫度下定義時,必須聲明時間的長短.微生植物尋常是在60°C.十分鐘.

各種細菌的由最低到最高間的範圍,是20°C.到40°C.不等,最佳溫度的範圍,是20°C.到70°C.不等,不過後者是非常地高.最佳溫度尋常在 25°C. 和 40°C. 之間.那些危害人類的病

原菌,最佳溫度多半近於 37°C., 就是近於體溫.

暫時暴露於低溫度中,僅能使生長及繁殖的速度變慢,並不能殺滅細菌.人工培養的傷寒桿菌及白喉菌,曾暴露於液態空氣的溫度(−190°C.)中幾天,並未死亡,有幾種竟能同樣地抵抗 −250°C.的低溫度.凍在冰中的細菌,抵抗力比在培養介質中時爲小.曾證明過,水結冰後不久,大多數的傷寒桿菌便被凍死,90 % 在數小時內死亡,能在冰中生存一個月的,一千個中沒有一個,能生存六個月的,絕對沒有.雖則冰比較水更爲安全,並非一切的冰都是無毒,因爲曾有傷寒症是由冰而起的.

冷藏(cold storage) 食物冷藏,近來頗爲發達,現在是調劑食物供給的一個最重要的因子.城市裏長年有新鮮的魚肉蔬果可購,軍隊也吃得着遠處產生的食物,歐戰時候,法國前線的美國軍隊,吃着芝加哥所屠宰的肉,送到軍隊的廚房中時,還是凍結的.倉庫.鐵道貨車.輪船以及旅館.肉店和家庭的冰箱,都採用了這冷藏方法.家庭冰箱,從前都是向冰廠購冰,放在冰箱裏,現在更有改用電氣冰箱,比較老式的便利多了.我國鐵道部於二十四年借款數百萬元,籌備各路的冷藏車及冷藏倉庫,這是我國國營冷藏事業的嚆矢.

食物的冷藏溫度因食品而異.鷄蛋的保藏溫度在28°F.及32°F.之間;肉類及乳油,保藏於0−10°F. 的溫度,蔬果保藏於30−40°F. 的溫度;多數的果實,適宜於40°F.,而蔬菜則保藏於零度內外的更好.有不少的食料,因凍結而失了風味,所以除轉運長途或長期保藏的食料以外,都不冷藏.美國有幾省立法,規定食料可以冷藏的時間.冷僅能使微生物及酵素的

活動減速,或暫時停止,所以沒有一種食品能永遠保藏不壞.有些果品,祇能保藏幾星期或幾個月.數十年前,西伯利亞發見一個凍在冰裏的古代巨獸的屍體,這獸雖許是三、四萬年前的生物,可是肉還和新鮮的一樣,這是最好的冷藏實例.不過尋常的冷藏肉類,最多可藏一個月,過此便變壞.美國政府立法,限制冷藏,目的是在保護購客,既免買着腐臭的食物,又免奸商市儈,藉無限制的冷藏來操縱食物的價格.

二氧化碳在高壓及低溫之下,可以液化,冷到$-56.7°C$.時,凝固而成固體.固體二氧化碳於 $-78.5°C$. 蒸發,不先變成液體.它以"乾冰"的名稱出售,爲最新發明的冷藏劑.乾冰有好些勝於水冰之處:(1)冷於水冰,所以冷却力較大;(2)應用便利;(3)蒸發時不生液體;(4)冷藏食物,四週重氣體的二氧化碳,使細菌的分解變慢.中國酒精廠建有製造二氧化碳之廠屋,準備製造液體二氧化碳及乾冰之用.

光 紅光,橙光及黃光,皆沒有殺菌的作用,綠光的作用很少,但藍光,紫光及紫外光則都有很顯著的效應.換句話說,僅有短波長的光能殺細菌.曾證明過,牛乳盛在棕色瓶裏時,比盛在透明玻璃瓶中的,更是易於變熱變壞.光若經過玻璃,消毒力便減少,因爲祇有長紫外光線能透過玻璃.

有空氣時,光的作用更大,有人主張,光的作用產生過氧化氫 (hydrogen peroxide, H_2O_2), 這物質有消毒的效應.這作用似乎確是一種氧化,但不是由於熱.光的殺菌作用,對於自然水,尤其是通氣良好的速流水的製淨,極爲重要.紫外光線曾藉石英管中的強烈電光,用於水的製淨.

放射物質的射線 X射線及電的殺菌作用,都是很小的

乾燥 (desiccation) 果品、魚肉、牛乳、鷄蛋及蔬菜,都可藉乾燥法保藏.溼氣若能收完,這法頗有效力.完全乾燥能殺滅一切的病菌;卽是胞子,在相當的時間,也能被這法破壞.用這法保藏食物,有兩種困難:第一,食物的風味因乾燥而起變化;第二,有時很難將溼氣完全收完.在實際上溼氣永遠不能完全收完.乾燥有時於低溫度在眞空中舉行,使作用加速,也避免風味因高溫度而起的變化.

保藏一種食物,必須收去多少溼氣,要看存在的別種物質,和食物及傳染(infection)的本性而定.微生物在濃的糖漿中,或有很多的酸質存在時,不能生存,所以極甜或極酸的果實,都易於保藏.蘋果酸(malic acid)在乾蘋果中,有防腐劑之功.太陽晒乾的果實,一部分爲光所消毒.

乾燥食品,還有一樁重要的利益,乃是重量減少,從而運輸及儲藏的成本,都因以減低.

化學藥品(chemicals) 化合物治療疾病,和保藏天然產品及人造品,自上古以來便已實行,而化合物的作用的機能,古人並不認識.自法化學家巴斯德(Pasteur)的工作以來,消毒才經科學方法處理.因爲防腐性或消毒性而被利用的物質,爲數太多,所以在這裏不能詳述.下面僅討論用以保藏有機材料,及爲房屋消毒,以及尋常用於身體外部的數種普通物質.關於這種性質的內科藥品及特效,必須參考藥學專書.

防腐劑 有幾種著名的防腐劑,和食品合用時,也有調味之功.食鹽、香料(精油)及醋,是普通有效的保藏食物的方法.燻肉是因烟氣中的木餾油(creosote)而能保藏.硝酸鉀(智利硝)是爲改善肉的風味及色狀,並沒有特殊的防腐作用.

安息香酸(benzoic acid)、安息香酸鈉(苯甲酸鈉, sodium benzoate)有時可在 0.2% 以下的量做防腐劑.此外如水楊酸及水楊酸鈉(sodium salicylate),硼酸及硼砂,二氧化硫(sulphur dioxide) 或酸性亞硫酸鈉(亞硫酸氫鈉, sodium bisulphite),以及低濃度的蟻醛,從前也曾用爲防腐劑.但因其有礙衛生,所以現在美國多半認爲非法.我國內政部公佈之牛乳營業取締規則第七條,第八條及第九條規定:"有他物混合之牛乳,營業者不得販賣,或以販賣之目的運輸收藏,亦不得用做乳製品之原料."又:"有他物混合之乳製品,營業者不得販賣,或以販賣之目的運輸收藏."牛乳及乳製品,完全禁止含有他物,防腐劑當然也是不能用的.

某種食品,需要什麼濃度的防腐劑,才能不壞,不能規定.這含量因防腐劑所加入的食品,及存在的別種物質,以及乾燥的狀態而異.比方0.1 % 的安息香酸鈉,足以保藏外國醬油(sauce)不壞,但若醬油已開始發酵或腐敗,則雖加入了此量,其保藏效應不大,或竟沒有效應.

消毒劑 消毒劑是對抗病原菌的主要保障.在馬廐,雞房,陰溝及水池等處的消毒,消石灰是一種很有效的消毒劑.

淡水中生長一種藻類,氣味臭惡,可用十萬萬分之一濃度的硫酸銅,將其殺滅.這也能減少細菌的數目.

氯化鈣,或混合的氯化鈣及次亞氯酸鈣 [hypochlorite of calcium, Ca(OCl)Cl], 因次亞氯酸游子的作用,是一種強的消毒劑. 1% 或不及此數的溶液,能在五分鐘內殺滅多數的細菌,5%的溶液,能於一小時內殺滅胞子.這鹽也是漂白劑,所以不可用於有色的物品;也不可用於羊毛,因爲會損壞羊毛的.

次亞氯酸鈣頗不穩定,所以必須將容器蓋緊,其溶液也很容易壞.

氯化汞(mercuric chloride), 一名昇汞(corrosive sublimate), 五百分之一的濃度,能殺滅多數的病原菌,雖較低的濃度仍有效力,用途甚多.性極毒,因這原因,尋常是以着色的扁丸出售.和多數的金屬起反應,不可盛於金屬容器裏.

石炭酸(酚, phenol, carbolic acid, C_6H_5OH) 及煤餾油酚(甲酚, cresol, C_7H_7OH), 都是極有用的消毒劑,不過沒有上述物質那麼強.於常溫時,水一百分可溶解石炭酸八分,或煤餾油酚二、三分.可溶性低,所以用途略受限制.可是,這兩種水溶液,對於織物顏色、金屬或木材,都不損壞. 1% 的石炭酸溶液足以殺滅多數的細菌,可是有的需要 5% 的溶液.粗製的石炭酸稱爲木餾油,多用以爲電桿、鐵道枕木、木樁及其他和地或水接觸的木材消毒,保護它們不致腐化.來沙爾(lysol)是煤餾油酚和肥皂的混合物,有可溶性較高的優點.

蒸薰　房屋消毒時,尋常是用氣體,此法稱爲蒸薰.二氧化硫、蟻醛、氯及氰,都是最常見的消毒氣體.有溼氣存在時,氣體總是更有效力.

二氧化硫是一種最老的消毒氣體.可在關緊的房間裏,燃燒硫黃而得.乾氣的作用很小或竟沒有.這作用顯然是由於亞硫酸而非二氧化硫,曾經證明,如有溼氣存在, 4% 體積的氣體在八小時內,能殺滅多數的病原菌,不過胞子則不能消滅.溼度至少應有75%,大約每燃燒硫黃五磅,應蒸發一磅的水.每千立方呎,燃燒硫黃二磅,約發生4.5 % 的二氧化硫.有些化學家,主張照此量加多一倍,則可維持二十四小時.這氣

殺滅在數種傳染病中很重要的昆蟲類,比較蟻醛更有效力它是一種漂白劑,貫穿本領頗弱.

蟻醛(甲醛, formaldehyde, HCHO)不會漂白,貫穿本領比二氧化硫强,是比二氧化硫更好的消毒劑,可是性質頗毒.在溫暖的溼空氣中,效力最大,此與二氧化硫相似.這氣可以用幾種方法發生.蟻醛的水溶液稱爲蟻醛溶液,又稱爲福美林(formalin), 在美國的含有此氣35－40%,但中華藥典則規定,每100c.c. 所含 HCHO 應爲37－38克.這液不能蒸發,因爲蟻醛聚合而成疊蟻醛(paraformaldehyde).

$$2HCHO \rightleftharpoons (HCHO)_2$$

蟻醛在眞空中蒸餾,可得一種白色固體物,稱三氧甲烯〔trioxymethylene, $(HCHO)_3$〕.有一種發生蟻醛的方法,就是將這些異構物所造的扁丸,在特製器具中加熱,便起了反疊作用而變爲蟻醛.又法是將蟻醛溶液及硫酸,倒在生石灰上,反應的熱使蟻醛汽化.另一種和這相似的方法,是將蟻醛溶液加在高錳酸鉀(potassium permanganate)裏,以發生熱.

用蟻醛時,應注意其能貫穿衣服,圖書及存在的別樣物品,並且不自房間逸出.它是最妥善的蒸薰劑.

有溼氣時,氯是最有效的蒸薰劑.乾氯則完全沒有用處.這裏的作用,是由氯和水反應時所生成的次氯酸:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO$$

這氣有裝於乾筒內出售的,也可用幾種不同的反應來發生.最簡單的方法,或許是利用氯化石灰(卽漂白粉)及一種酸:

$$CaCl(OCl) + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + HCl + HClO$$

$$HCl + HClO \longrightarrow H_2O + Cl_2$$

高錳酸鉀,或重鉻酸鉀(potassium dichromate)和鹽酸的反應,好像實驗室的製氯法,也可使用.

氯能損壞顏色、金屬、室內植物及蛋白質植物,這是用氯的缺點,並且具有劇毒. 4% 儘够做有效的蒸薰劑,但比此較少之量,已足毒死人畜.因了這些缺點,僅於沒有別的材料時,才實際地用氯蒸薰.用氯之時,房屋須能從外面打開通風,否則幾乎非用防毒面具不可.

用爲蒸薰劑的氰化物中,主要的是氰[cyanogen $(CN)_2$]、氯化氰 (cyanogen chloride, CNCl)、溴化氰(cyanogen, bromide, CNBr)和氫氰酸 (hydrocyanic acid, HCN). 它們都有劇毒,主要的用途是毒殺蟲鼠,極有效力.氫氰酸的分子量低,貫穿極速,因此將房屋打開通風時,這氣也散逸很快.

軍用毒氣(war gases) 戰時所用的各種毒氣,能否用以消毒,化學家的意見紛歧不一.利用這些毒氣消毒,雖然似乎是可能的,其實並不如此,因爲殺菌性和高等動物的中毒性間,沒有直接關係.臭氧是良好的殺菌劑而無毒性,而芥子氣[mustard gas, dichlordiethyl sulphide, $(ClC_2H_4)_2S$],雖有劇毒,可是或許完全不能殺菌.

蟲鼠可用這些毒氣殺滅,但在人煙稠密的地方,使用這些劇毒的物質,是很危險的.

近來有人因實驗而發見氯可以做傷寒的有價值的預防劑,而芥子氣可做肺癆的特效藥,若將此事繼續實驗,其結果一定是很有興趣的.

個人防腐劑 (personal antiseptics) 用於個人衛生的物

質頗多,比方肥皂,眼藥水,軟膏以及那些認爲有醫療特效的物質.這裏僅能討論幾種最普通的.

肥皂或蘇打的熱水溶液,有很強的防腐能力.除了殺菌以外,它們又能洗淨皮膚,或衣服上的細菌,及有病菌在其中繁殖的污垢.用稀蘇打液及肥皂水煮衣服,及用肥皂洗淨皮膚的習慣,都值得提倡.肥皂的殺菌作用,比較洗去可見的污垢更爲重要.硼酸及氫氧化銨 (ammonium hydroxide) 的用法,和肥皂相同.

過氧化氫是一種良好的防腐劑,用途頗多.它沒有毒性敷於傷處時,被細胞中的觸媒酵素所接觸而分解,很快地放出氧而變成不活動.所以這著名的沸騰,乃是破壞的結果,而不是像有時所認爲的防腐作用的量度.尋常市售的過氧化氫的20%溶液,殺滅植物式的細菌,頗爲迅速.過氧化氫中含有痕跡的酸類及醋醯苯胺(acetanilide),能使其分解的速度變慢.此物也應盛於棕色玻瓶中,貯於暗處,因爲熱和光都能使它加速分解.

碘仿(三碘甲烷,黃碘, iodoform) 如敷在乾的表皮上,效應頗小,或竟沒有;但如敷在傷口,便和正在分解的有機物反應而放出碘.

將碘 (iodine) 溶於酒精(碘酊,碘酒),或甘油,或碘化鉀的水溶液裏,便成一種最有用的消毒劑.千分之七的溶液,能殺滅炭疽桿菌.有些微生物,十萬分之一的溶液便足對付.美國藥典所規定的碘酊,100c.c. 中含碘 6.5—7.5 克,及碘化鉀 4.5—5.5克,而酒精在80%以上.因爲這濃度似超過尋常所需要,皮膚敏感的人,可將其略沖淡些.中華藥典規定,碘酊每 100c.c.

所含之碘,應爲10克.又所含之碘化鉀,應爲6克.這酊所含的碘及碘化鉀,都較美國的爲高.

氧化鋅(鋅華, zinc oxide)不論是粉狀的,或製成軟膏的,都可用於輕性傳染.

酚的形式有好幾種,都可以用.石炭酸是酚的水溶液,有時是甘油溶液.克遼林(creolin)是含有煤餾油酚 10% 的肥皂乳劑.來沙爾是含有煤餾油酚50%的肥皂乳劑.藥肥皂時常略含有酚,以增加殺菌作用.酚有一種缺點,就是氣味太強,使人以爲已經安全,實則含量還不够呢.

牙膏,噴鼻水或噴喉水等祕製的防腐劑,及一般的防腐劑,大都是由下列幾種物質——薄荷腦(menthol)、樟腦,麝香草酚(thymol)、桉葉油酚 (eucalyptol)、薄荷油或別種精油,硼酸,安息香酸,薩羅 (salol),阿司匹靈等—— 混合而成.若製劑爲液體時,尋常是用水,酒精及甘油,或單獨地或混合起來,做爲溶劑.

防腐劑之使用 用肥皂,牙膏等輕性防腐劑,以預防染毒,應當極力提倡.小的傷口,敷用碘劑或過氧化氫,可以預防染毒的擴大,加速痊愈,或避免由破皮所誘起的嚴重病態.凡創傷無論如何包紮,都應先用相當的防腐劑處理.尋常以碘爲最安全,敷用愈速愈妙.應當記得,創傷染毒的危險程度,完全不由創傷的大小而定.皮膚一破,若不即加以注意,便有染毒的可能.因輕傷而引起嚴重的灌毒,甚而因此送命的,時有所聞,這可證明一般人對於防腐的疏忽了.

個人自己應用的防腐劑或消毒劑,祇能當作預防之用.若創傷嚴重,或創傷過深,以致藥劑不易達到,或是已經開始

染毒,總應請教醫生.

雖然防腐劑應用的情形,各有不同,以致不能確定各種防腐劑的相對價值,可是 Park 及 Williams 二氏特爲此編了一個表,頗有興趣,現將該表.. 要錄下.

各種防腐劑的有效濃度表

明礬	1— 222
醋酸鋁	1— 6,000
硼酸	1— 143
次亞氯酸鈣	1— 1,000
石炭酸	1— 333
硫酸銅	1— 2,000
蟻醛(40%)	1—11,000
過氧化氫	1—20,000
氯化汞(昇汞)	1—14,000
碘化汞	1—40,000
高錳酸鉀	1— 300
硝酸銀	1—12,500
氯化鈉(食鹽)	1— 6
硫酸鋅	1— 20

上列的數字,是指明爲長期預防細菌生長所應加的消毒劑和所用液體的比例.

第四章　油類脂肪類及蠟類

脂肪類乃是脂肪酸類的甘油酯.蠟類是脂肪酸的單元醇酯,這些醇通常是高分子量的固體醇.蠟大概比脂肪硬,有時硬脂肪或固體烴的混合物,亦稱爲蠟.油這名詞,沒有化學的定義;可依其物理性而下個"能溶解於醚的膩滑的液體"的定義,油可分爲三大類:(1)礦油是烴的混合物,(2)脂肪油,包括一切在常溫時爲液體的脂肪類,及(3)精油,是揮發的極香的物質,化學性各不相同,主要的功用,是製造調味料及香品.

將化學性如此不同的物質,分成這三類,是樁勉強的事.本書係將固定油(就是礦油及脂肪油)和脂肪及蠟,共同討論,因爲它們的功用,沒有顯明的界限,並且在商場中,常爲合法之目的,或攙假之目的而互相混合.可是精油和此類油的共同點很小,故將分別討論.

這幾類物質的功用不同,但其產量的大部分,大都供下列的用途:

1. 燃料及發光物.
2. 滑料.
3. 食物.
4. 製造肥皂.
5. 製造油漆.
6. 製造藥劑.

其他不甚重要的用途,將於討論各種油時,再爲說明.

礦油

礦油在世界各地均有開採,尋常稱爲石油(petroleum).石油藏於在技術上稱爲"砂"(sand)層的小孔中,這砂層或是很鬆的砂,但多半是堅硬的砂石或石灰石.藏油層深淺不一.比如美國的Pensylvania-West Virginai-Ohio油礦中,油藏在幾層砂中;第一層在600-800呎的深處,最深的則達6,800呎以下.世界最深的油井在美國加省,深至一萬一千呎.

採油先要鑽井,井的口徑可大至十八吋,但井底則縮至四,五吋.這口徑的縮小,是因爲在井裏安放管子,以防土坍,及有水侵入.鑽子鑽穿鬆的面層,這層多半是15-20呎,就插一根鋼管或木管進去,在這筒裏繼續地鑽,鑽到二,三百呎的深處,再插進一串十吋口徑的管子,這管子是一次插一段(20-30呎),在井口將各段的管口,藉螺旋旋緊.管子達井底後,上段在井口鋸斷,或插一段短管子,於是換用八吋鑽子繼續地鑽.再鑽四,五百呎,若怕土坍,則不到此深度即照樣插入八吋管子,十吋管子則再拔出來.現在換用六吋鑽子來鑽,直待很深的井裏,可用四吋鑽子完工.在淺井裏頭第一段管子多半是八吋徑,最後的是五吋徑.砂層的厚度,可達四十呎.換句話說,鑽到尋常的深度時,有時或沒有砂層;即有砂層,也不一定含油.

那末,砂中的井,或許深三十呎,四吋口徑,出油的面積過小.這可用炸藥炸大法,將硝基甘油的罐子繫於鐵桿,縋入井中,至達砂層中部即使其爆炸.一次可用一百升硝基甘油,能炸成口徑數呎的洞.然後將捉犀出,插一根管子,直達砂層頂部,油若多含氣體,會自動地流出,但多半要裝設抽油機,油管直達井底,藉汽力抽油,或像新式油礦,用壓縮空氣,將油打出.

石油和自然氣,都是某種植物(或竟是植物)經了長期的壓縮而成的.自然氣是低分子量烴的混合物,石油是高分子量烴的混合物.各油礦的石油間的區別,常較同一油礦各層中石油間的區別爲大.蘇俄裏海區域的石油,多半是環烷屬烴(C_nH_{2n}),而美國石油大半爲烷屬烴(C_nH_{2n+2})所構成.可是美國各種石油所含烷屬烴的成分,不飽和烴的百分數,及不純物的分量各不相同,不純物以含硫之有機化合物爲最多.石油的色暗及臭味,是由於含有這些不純物之故.粗石油含有瀝青或石蠟質依蒸餾的殘滓而定.含石蠟質石油,較有價值.品質最高的美國石油,產於賓夕法尼亞,用反射的光照射,現果綠色,用透射的光照射,則現紅色.品質和精煉的機器油相似.

油從井裏抽出後,裝在木桶或鋼桶裏,桶的大小不一,看井或附近各井的產量而異.在發達的油礦中,一口井一天至少能抽出半大桶(barrel)油的,各井間距離會在五十呎以內.油桶滿後,油抽入管線,通到抽油總站,總站將油沿一總管線壓到煉油廠,廠址多半設於距離市場不遠之地.美國石油,現在從德色司省由鐵管通到紐周西省,沿途各地,由好些抽油站加壓抽送.

石油精煉大概包括三種過程,就是分餾,酸洗和將固體及半固體的產品冷却濾出.

石油是在鐵蒸餾器中蒸餾,低沸點的產品用蒸汽加熱,高沸點的產品直接加熱.蒸餾而得的產品,種類頗多,石油醚(petroleum ether)汽油,火油,柴油及各級的潤滑油,都是最重要的產品.這些沒有一種僅含有一種化合物的,而是由同一

溫度範圍以內沸騰的化合物混合而成.各種產品所需的溫度,在實際上,差別很大.下列的是常用的溫度:石油醚40－70°C.,汽油70－90°C.,石油精(naphtha)80－120°C.,火油150－300°C.;及潤滑油在300°C.以上.汽油引擎發達,汽油的需要增加,這級石油也相當地漲價,結果油廠目前力謀求由一定量的石油中,蒸出最大量的汽油.高壓引擎日趨完備,現在可以用沸點比從前高得多的汽油了.

若要極精煉的油,蒸餾物可用濃硫酸處理,這酸對於烷屬烴沒有效應,但能溶解飽和烴因被熱作用而成的不飽和烴,及存在的別種不純物,如氧,氮及硫的化合物.然後將油用碳酸鈉的稀溶液洗滌,以除去溶解了的酸,後再用水洗去最後痕跡的碳酸鈉及別種的鹽.

如果要產生澄明如水的油,有時將油用骨炭,漂白土及別種消色的濾器濾清.

高沸點的油(約300°C.以上)冷却時,有固體析出,可用壓榨濾機移去,石蠟及機器上所用的潤膏便是如此獲得的.

脂肪與脂肪油

自有史以來,植物油類即被認識,且被用爲油漆,軟膏及食物.有幾種油,生產及製造的方法,差不多自古以來,毫無進步.有好些熱帶地方土人所產的油,尤其是如此情形.

這些油是各種脂肪酸的甘油酯,其中的不飽酸,占了好些植物油的大部分.含於天然的脂肪及脂肪油中的酸類,其中的碳原子是偶數的.烷屬烴中的主要酸類如下:癸酸或椰子油酸(capric, $C_{10}H_{20}O_2$),桂油酸(lauric, $C_{12}H_{24}O_2$), 十四酸

或豆蔻脂酸(myristic, $C_{14}H_{28}O_2$),棕櫚酸(十六酸, palmitic, $C_{16}H_{32}O_2$), 脂蠟酸(十八酸,stearic,$C_{18}H_{36}O_2$).在這屬裏,分子量愈高,熔點及沸點也都愈高,而比重及可溶性,則都愈低.這些酸的結構都是正常的.

不飽屬 $C_nH_{2n-2}O_2$ 中的酸有花生酸(hypogoeic, $C_{16}H_{30}O_2$), 油酸(十八烯酸,oleic, $C_{18}H_{34}O_2$), 菜油酸或二十二烯酸(erucic,$C_{22}H_{42}O_2$).這些酸有個雙鍵,因爲這鍵在各酸中的地位會有不同,所以分子量增加時,各性質的變化,不能如飽和系中的整齊.這些酸的熔點,比較同一碳量的飽和酸類爲低.亞麻仁油酸(linoleic, $C_{18}H_{32}O_2$) 屬 $C_nH_{2n-4}O_2$ 系.乾性油酸(linolenic, $C_{18}H_{30}O_2$) 更不飽和,屬 $C_nH_{2n-6}O_2$ 系.這系中與乾性油酸是異構物的別種酸類,據說存在於魚油中.鱌魚酸(clupanodonic acid)的公式是 $C_{18}H_{28}O_2$, 是 $C_nH_{n-8}O_2$ 系的一份子,蓖麻油酸(ricinoleic acid, $C_{18}H_{34}O_2$,)是 $C_nH_{2n-2}O_2$ 系的不飽羥基酸(unsaturated hydroxy acid).

脂肪酯尋常是依所含的酸而命名,比如三脂蠟酸甘油酯(glyceryl tristearate) 稱爲三脂蠟(tristearin), 或僅稱脂蠟(stearin), 三油酸酯(trioleic ester)是三油質(triolein)或油質(olein).

脂肪類與脂肪油類在所含的酸類上以及各酸的相對比例上互有不同.在軟脂肪及好些脂肪油中油質占大部分.硬脂肪大半是高級飽和酸的酯.比如棕櫚酸酯(palmitin)及脂蠟,所含的油質比油中的爲少.有些脂肪油富於亞麻仁油酯(linolein)及乾性油酯(linolenin)或它們的異構物.

由植物取油,也常取出使油的種類易於辨認的異物,如

果油用做食物,這異物有時會使油發生臭味或劣味.這些不純物,可用新式精煉法除去.

美國之植物油中棉籽油占第一位,次爲亞麻仁油、椰子油、玉蜀黍油、花生油及洋橄欖油.亞麻仁油多半爲油漆業所消費,別種的油做食用油或製造乳油,及豚脂之代用品及製肥皂,都極重要.美國零售市場中所售的生菜油,有棉籽油(如Wesson牌油),玉蜀黍油(如Mazola牌油)、花生油及洋橄欖油.

棉籽油之製造 棉籽由軋花機取下後,聚攏一起,儲藏於籽房裏,榨油時隨時取用.

第一步把棉籽用粗篩除去污物及砂,再經過有磁性的鐵片,以除去鐵釘或別種鐵片,以免損壞機器.棉籽於是經過軋花機,以軋去初軋時未軋盡的商業中稱爲"linters"的棉花的短纖維.軋去以後,棉籽送入去殼機,機是旋轉的鼓,鼓上裝刀將殼切破.再將籽用粗篩子篩,使殼分離,籽肉送到滾機的滾子,輾成細粉.籽肉由滾機送到重湯鍋裏去煮.最後熟肉送到水壓榨機,將油榨出.這油的色、氣味和味道,因地方及製法而異.約含有1.5%的游離酸,少許水分,及固體的懸游物質.榨餅還含有6—10%的油,當牲畜飼料或肥料出賣.

精煉 棉籽油的精煉,可代表各種的植物油精煉法.有些植物油,比如冷榨花生油,及稱爲"處女油"(virgin oil)的頭道榨出的洋橄欖油,無庸精煉.可是多數的植物油,及一切植物油的某數級,必須多少精煉過,才合食用油之用.

將棉籽油和少許氫氧化鈉或碳酸鈉混合,裝在大桶中,靜置二、三天.當這時候,游離脂肪酸中和而成的肥皂、水及懸游的不純物,都沉到底下.這些沉澱稱爲"脚子"(foots).油及

肥皂由脚子收回;用爲肥皂原料.上浮的油澄明而色黃,但精煉得還不足供食用油之用,所以須再精煉.這油僅在夏季是液體,所以稱爲"夏油"(summer oil).當天冷時,有的脂蠟酯會分離而出.要解決這個困難,可將油冷却到低溫度,將脂蠟酯濾出,便成"冬油"(winter oil).有些用途中需要無色的油,這可於濾出脂蠟酯以前,將油和漂白土混合,這可將顏色除去一大部分.製造高級的食用油時,這全部過程須重新做過,以除去最後痕跡的不純物,這些不純物如留在油裏,烹調時便發生臭味.油中或許留有漂白土的特殊味道,這可藉用蒸汽或別種方法處理而除去,這方法因各煉油廠而異.

洋橄欖油 (olive oil)　洋橄欖油因其優良的風味,是最貴重的食用油.它的綠色是由於從洋橄欖所榨出來的葉綠素.別種用爲生菜油的油,都是籽油,並且多半被精煉過,所以都沒有洋橄欖油所獨具的綠色.洋橄欖(學名 olea europoea)是半熱帶的果實,和俗稱青果的橄欖不同,多產於美國加省、西班牙、法國、義國、希臘及北非洲.美國的輸入品,大半來自義國、西班牙及法國.成熟的果子,含油四至六成.最佳的洋橄欖油,是由成熟的洋橄欖冷榨而得的,但油的品質,可因果子的種類及情形,以及壓榨的方法,而大有分別.

其他植物油　玉蜀黍油和精煉的棉籽油及花生油,在歐、美當做生菜油及烹調用油出售.這三種油,除風味外,全部和洋橄欖油相同,且又便宜得多.廉價的油裏,常加洋橄欖油,以取其風味.玉蜀黍油及花生油工業,有成爲鉅大的脂肪來源之勢.現在美國所產的玉蜀黍,僅有一小部分製油,至於花生,在美國好些省份裏,種植頗盛,可是花生油業,幾乎完全沒

有發展.

植物油類之氫化 在許多用途上,或由於習慣或因爲便利,歐美人似乎更歡迎固體脂肪.可是一切的植物脂肪,差不多盡是液體,所以自然產生的液體脂肪,遠超過固體脂肪,這使油類比脂肪便宜,所以油變脂肪,乃成了重要的商業問題.這事是可能的,因爲二者的差別,僅在油類所含的油質或別種不飽酯的百分數較多.

棉籽油、花生油、洋橄欖油及其他植物油類,所含的含有不飽酸基的脂肪分子的百分數較高.在前曾經說過,不飽系易於起加成的反應.所以,液體脂肪於催化劑的存在,和氫相接觸,氫原子和不飽分子化合而成飽和分子,這分子乃是固體脂肪.每個油質分子,加三個氫原子,就變成固體的脂蠟.這變化可用下列的方程式來表示:

$$\underset{\text{油質}}{C_3H_5(CO_2C_{17}H_{33})_3}+3H_2\longrightarrow\underset{\text{脂蠟}}{C_3H_5(CO_2C_{17}H_{35})_3}$$

這反應在技術上稱爲**氫化** (hydrogenation), 植物油藉這過程製成固體脂肪,可用以製造豚脂代用品、人造乳油及肥皂.

化學家約自 1875 年起,開始研究這個問題,利用多種方法,以謀起這反應.可是現在通用的商業過程,應歸功於Sabatier 及 Senderens 關於金屬氧化劑的工作.油類氫化法的第一件專利證,是 Leprince 及 Siveke 二氏所領到.其後十年之間,差不多共發出了二百件關於這方法的各部分的專利證.由此可見這工業雖尚幼稚,也是很複雜的.

尋常的氫化法是用鎳做催化劑.這催化劑的製法,是用

硝酸鎳燒成氧化鎳,或是由鎳鹽溶液藉鹼類使氫氧化鎳沉澱,再用氫流,於250°-500°C.的溫度,還原而成金屬的形式.於低溫度還原的鎳,是較靈敏的催化劑.可是也更易於爲氯及硫化物等"毒物"所破壞.通常所用的溫度,在300°C.和350°C.之間.這催化劑直接和油混合,或先混在漂白土,浮石或石綿等鈍性物質裏,再和油混合.油加熱到150-190°C.,氫通常是以一個或兩個大氣壓的壓力通入油中.催化劑的型式及過程的詳情,各廠不同,且常嚴守祕密.催化劑是趁油還熱時,過濾除去.可是有些催化劑,仍能逃過濾器,有的爲油裏的游離酸所溶解,以致產品含有小量的鎳.據說鎳分不超過百萬分之六,這量未嘗發生過食用時引起任何不良效應的事.

產生成品,有兩種方法:第一法或許是用植物油和油脂蠟(oleostearin,是一種牛脂產品)製造人造乳油法的支派,是將油氫化超過需要的濃度,再將它和未氫化的油混合.第二法是將全部的油氫化到所需的濃度,這濃度可藉取出一點樣品,加以冷却而測定.在兩法中,產品都和空氣攪和,使透明性除去,而變成白色.爲氫化所影響的酸類,多半是油酸,亞麻仁油酸及乾性油酸.後兩種酸有點不受歡迎,對於氧化及別種損害,也較易感受.爲了這些原因,最好將油全部氫化,因爲這至少可使這些酸類變成油質.

下表表明由棉籽油產生氫化脂肪所起的變化.雖然氫化脂肪在稠厚度上可以相同,化學成分上或許大有分別.這是因爲氫化所產生的飽和甘油化物(glyceride)是脂蠟,而豚脂却多含棕櫚酸酯.這酯熔點較低,所以於一定稠厚度存在的棕櫚酸酯,必須多於脂蠟.

豚脂棉籽油及其數種氫化產品

	棉籽油	氫化產品			豚脂
		(1)	(2)	(3)	
飽和甘油化物	21.5%	28.0%	29.5%	20—25%	41%
油質	32.5%	34.3%	29.0%	65—75%	49%
亞麻仁油質	46.0%	37.7%	41.5%	5—10%	10%

氫化油之功用 油類氫化而製成的脂肪,有三項主要功用:豚脂代用品、肥皂原料及人造乳油的製造.氫化的油以棉籽油爲最多,通常當做可食的脂肪出售.有些用以製造肥皂,雖則有大量的魚油也被氫化,以做肥皂原料.魚油的腥氣,據說是由於鰡魚酸 ($C_{16}H_{28}O_2$),這酸氫化而成脂蠟酸,油不但變成固體,腥味也消失了.

人造乳油 (oleomargarine) 是指用作乳油代用品的任何脂肪產品,它是法國化學家 Mège-Mouries 於 1870 年所發明的.次年便在巴黎附近的 Poissy 開始製造,不久即風行各國.早在 1879 年,美國輸往歐洲的人造乳油,已在六千噸以上.雖然人造乳油是爲應徵法國所懸的鉅賞而發明的,並且營養價值頗高,可是因爲易於用以代替或攙假天然乳油,以致奸商將其混充較貴的眞乳油出售,這些情形,使人們對這名稱發生不良印象,至今還未完全免掉.在美國,人造乳油的製造,須受統稅局的監督,着色的人造乳油,每磅徵稅十分,而不着色的產品,每磅僅付二釐五毫,這益使人造乳油的身價受影響.美國全國的總產量,着色的不上2.5%.除中央政府的法令以外,各省及好些城市,也有取締販賣的方法.這些取締方

法,常是徵稅執照,或售賣,或使用特別揭示.

人造乳油之製造,現在比較地簡單.脂肪和乳精、牛乳、乳油,或這些天然產品的組合品,用機器攪和,然後加鹽,有時用annatto、番紅花或一種准用的煤膠顏料着色.

若用牛的脂肪,從牛身割下後,放入冷水冷却,割成小塊煮煉,將脂肪靜置,直待完全澄明.再移入大桶,靜置一天,榨去脂蠟.所得的產品,就是製造人造乳油的動物脂肪油(oleo oil).

製造人造乳油所用的脂肪,因製造廠、國家、時季、市價及預定的產品而各有不同.賣做烹調用的,熔點是 25－28°C, 供烘製麵包用的,熔點是20－24°C.

所用的牛乳,須藉發酵煉熟.這過程通常是先用巴斯德氏消毒法消毒,阻遏存在的各種細菌的生長,再加純淨的培養的乳酸桿菌 (bacillus acidi lactici). 這法所得的結果,更近於均勻,所以比尋常的牛乳變酸爲優.這均勻性頗爲重要,因爲成品的風味,是由於牛乳的成熟.在純素的產品中,用的是植物油及仁果所製的.人造牛乳的煉熟方法,大致和眞牛乳相同.

美國所產的人造乳油,僅由植物油製的,及由植物油和動物脂肪的混合物所製的,各約占其一半,僅由動物脂肪製的僅占百分之二.

歐洲大陸各國,多半規定人造乳油應含有麻油一成.這純是政府爲取締人造乳油時易於檢查而定的,因爲麻油易於用一種簡單的手續檢出,不必多費分析的手續.

乳油 將牛乳的脂肪集中,加鹽保存,是一種很古的工業,世界各民族差不多都有.製造乳油,雖然從前是家庭工業,

可是自美國於 1861 年開始大規模地製造以來,已成一重要工業.世界主要乳油生產國是美國、澳洲、荷蘭及瑞士.

製法是將新鮮牛乳,經過稱爲乳精分離機(cream separator) 的離心機,使牛乳脂肪集中.濃度的高低,是藉分離機的速率及牛乳傾入的快慢來調整.乳精所含的脂肪,尋常在 15% 以上.乳精於是可以任其變酸,也可新鮮地搖攪.

搖乳機種類不一.有好些種是旋轉的木鼓,中有木板,板上鑽滿了孔.乳皮於 18－20°C. (65－68°F.)的溫度,以一定的速度攪動.如果攪動太快,乳油便不容易聚集.如果乳皮太冷,或搖得不够快,過程便極緩慢.搖完以後,乳精浮在液體上,可以移去.然後略加處理,除去留在其中的一部分的乳油.乳油雖有時不加鹽而出售,尋常皆於此時加鹽.鹽溶於留在乳油裏的水氣中,均勻地分佈於全部.鹽增加乳油的風味,且使其久藏不壞.

美國法定的乳油標準,是脂肪最少 80%,水分最多16%,鹽分最多 5%. 某種的著色物准用,現在通常是於年中各季,以不同的量加入,因爲隨着牛的飼料的變更,天然產品的顏色不能一律.

食用脂肪之營養價值 商品的食用脂肪,可分三類:

(1)生菜油,可以生的或熟的,做拌菜蔬之用,也可用以煎炒烘焙,美國做這種用途的有限,歐、美的這類油是洋橄欖油、玉蜀黍油、棉籽油、花生油,中國還有麻油及菜籽油.

(2)乳油及其代用品的人造乳油,可以生吃,也供烹調中的多種用途.

(3)豚脂及其代用品,多半是氫化油,多用以煮炒及烘焙.

適宜膳食的四項要素,脂肪總算起來,僅能適合一種,就是能.脂肪所供給的能,比等重的醣或蛋白質兩種營養素,都多 2.25 倍.在這層上,各種脂肪間並無區別.上述各種脂肪間最重要的區別,乃在僅乳油含有較多的脂肪溶性的生活素.在消化的快慢上,或許也有區別.多含在體溫以上溶解的脂蠟的脂肪,消化起來,比那些含有低溶點的成分的爲慢.

洋橄欖油,因其優美的風味,在諸油中占第一位.乳油也與衆不同,因爲其脂肪的 5% 是酪酸,次羊脂酸(caproic),羊脂酸 (caprylic) 及牛脂酸的甘油酯.這些酯是乳油風味的來源,也使乳油和人造乳油在分析上甚易區別,因爲在人造乳油中,除牛乳含有小量以外,其他毫無存在.

我國之油業　近世油脂工業,因爲與他種工業多有間接直接的關係,所以歐戰以後,逐漸爲工業界所重視.但其種類有動物油,植物油及礦物油之區別,而有廣汎性的需要的,要推植物油.我國植物油之生產,有棉籽油,花生油,菜籽油,大豆油,以及胡麻油,亞麻油,此外更有蓖麻油,山茶油,茬油,桂皮油,桐油及梣子油等.前四種皆供給吾人食用的需要,其產額普及南北各省,多有用新式之機械爲大規模的製造的.在我國工業地位上,頗有相當價值.後述的各種植物油,多供製造物品之用,雖也間或有供人食用的,但爲數不多,且其製造多用舊式手工,即桐油一項,在漢口雖有精煉工廠,但其原料爲一種粗製的油,手續上不過爲加工性質,和以原料直接榨油的不同.這些油廠多爲外人所設.

現將農業文庫中關於各種重要植物油的說明,介紹如下(關於桐油,詳第十三章):

"豆油用以烹飪及燃燈.輸至外國,則用以製造油漆,肥皂,橡皮代用品,防水劑,機器油,甘油,脂肪酸及人造牛酪.又用以製造炸藥,供軍隊及礦山之用.近年來亦爲國內工業之重要原料也.此外豆餅,亦農家之重要肥料也.

"亞麻仁油爲重要植物油之一種,每百斤種子可得油三,四十斤.其熱榨之油,能吸收氧氣,結爲乾固之質,爲塗油及油漆之原料,並可用以製油布,油墨,漆皮,假皮等.其冷榨之油,色淡黃,無惡臭,可用以製造肥皂.榨油所得之渣,卽爲麻餅.內含養料豐富,宜於飼畜.對於飼育乳牛及幼小之家畜,尤爲相宜.茲將亞麻子及亞麻餅之成分列下:

成分	亞麻子	亞麻餅
水分	9.1%	9.2%
灰分	4.3%	5.7%
蛋白質	22.6%	22.9%
粗纖維	7.1%	8.9%
無氮可溶物	23.2%	35.4%
脂肪	33.7%	17.9%

"我國昔時電燈未行,火油燈尙未普及,脂麻油除助烹調外,常用代替菜油以供燃料.現國內出產除充食料自用外,多輸出國外.用以榨油,製造生髮油,假牛油,提煉香水,製造機器油及肥皂等原料.其優者歷久不變,並無腥味,故西人多樂用之.脂麻榨油後所餘渣子,可製之成醬,可壓之成餅,以充牲畜之飼料.並可養魚,或可充荒年救災之用.亦可用以肥田.因其爲去油後之渣,農人常名曰麻渣子.其中含鉀百分之六至七,氮等爲五至六.用以栽花,種菜,肥田,均頗合宜."

全國機械榨油工廠,以江蘇省爲最多,次之則廣州亦不少,而江蘇一省中尤以上海各廠,規模最大,產量最多,次則江蘇外縣如無錫,常州,南通三處亦不少.各廠原料:棉籽,花生仁,菜籽,大豆等爲主品,尤以大豆,棉籽,花生三者爲多.各廠機械型式,在內地各縣大都尙用木榨舊式,其用水壓式或螺旋式者,多在通商口岸.如上海,寧波,青島,漢口等處.惟廣州一埠,各廠仍用木榨.除本部各省外,油廠集中之地,首推關外三省,因爲原料大豆之豐富,榨油工業也隨之而發達.

植物油類之檢驗　我國輸出之植物油類,現均須經過檢驗.據民國二十年十二月四日核准實業部上海商品檢驗局植物油類檢驗暫行細則之規定,檢驗方法有色狀,比重,酸價,鹼化價,折光指數,碘價,白郎氏試驗,華司脫試驗,水分,雜質及不鹼化物等項.合格標準如下:

油別＼檢驗項目	比重15.5°C.		酸價		鹼化價		折光指數 25°C.		碘價(韋法氏)	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
花生油	0.9200	0.9150	4.0	—	196	186	1.4697	1.4687	106	83
茶油	0.9270	0.9170	6.0	—	195	188	1.4700	1.4680	94	84
豆油	0.9330	0.9220	4.0	—	195	190	1.4755	1.4720	137	120

蠟類

蠟類之功用,多半靠它們的物理性,所以蠟類的化學性,尙未完全研究出來.然燒是唯一有一般興趣的化學性,而這不是靠着個別的成分的.

蜂蠟(bees wax)是一種最普通的蠟,以數種的商品形式

在市場發售.主要成分是棕櫚酸蜜蠟酯 (myricyl palmitate, $C_{30}H_{61}OOCC_{15}H_{31}$)、蠟酸(cerotic acid, $C_{26}H_{52}O_2$) 及烴類,烴類的含量可多至17.5%,可溶於熱醇、溫醚、固定油、二硫化碳、氯仿及松節油中,熔點62－66°C.蜂蠟是學名 apismellifera 的尋常蜜蜂所分泌的,據說每產生一磅的蠟,要消費十磅的蜜.“蠟之採收,改良蜂箱僅得零碎蠟片,而我國舊式蜂巢,產量反多”(農業文庫).蜂蠟分黃白兩種.製燭用的白蠟,是精煉粗黃蠟而成.精煉法是於熱水中溶解,以除去蜜,再在日光下舖成薄的淫層漂白.

甘德利拉蠟(candelilla wax)是由產於墨西哥及美國西南部的一種植物所製出.這植物的各部,除根以外,都分泌蠟.將植物用蒸汽或熱水處理,可以把它收回.熔點 (66－80°C.) 在各種溶劑中的可溶性,約和蜂蠟相同.可用以製造清漆、絕緣物、地板蠟、牙醫模蠟、火漆、石印油墨、防水紙及蠟燭.

考勞巴蠟(carnauba wax)是巴西的考勞巴棕櫚葉兩面的蠟,含有 myricyl cerotate ($C_{30}H_{61}OOCC_{25}H_{51}$)、myricyl alcohol ($C_{30}H_{61}OH$)、醇類及高分子量的烴類.熔點 83－90°C. 精煉方法和蜂蠟相同,可供製造擦光油、電線包層、裁縫粉線用粉及防水之用.所製的擦光油,光澤勝於用別種蠟類所製的.

日本蠟(Japan wax, tallow)是一種最重要的植物蠟,產於日本及我國,日本每年輸出頗多.由野漆樹(rhussuc cedanea) 及漆樹(rhussuc vernicefera)的漿果所製出.漿果磨粉再經過汽蒸及壓榨的手續.榨出的蠟,照常用熔解、濾清及漂白等方法製煉.初製成時,顏色灰黃,但放久即變爲深黃或黃棕色.熔點 50－56°C.,但須冷到41°C.才能凝固.主要成分是棕櫚酯

及游離的棕櫚酸.日本蠟的主要功用,是製造地板蠟及擦光油,及刮磨皮革.

鯨蠟 (spermaceti) 存在於眞甲鯨 (英名 sperm whale, 學名 physeter macrocephalus), 及幾種別的鯨魚的腦孔,而溶解於它們脂肪中.粗產品的熔點是 41－49°C.,主要成分是棕櫚酸鯨蠟酯 (cetyl palmitate, $C_{16}H_{33}OOCC_{15}H_{31}$).可用以製造蠟燭,及藥劑中軟膏的底子.

硬膏 (plasters),蠟劑 (cerates) 及軟膏 (ointments) 這三個名稱是指普通以外用藥品爲目的的藥劑.顚茄硬膏及鋅華軟膏等名詞,多少是不解自明的,這些膏是含有其名稱所指的物質的底子.然而有時並不含有特效的藥物在內.軟膏尤其是這情形,軟膏是三種產品中最軟的, Remington 和 Wood 二氏所下的定義是:"脂肪性物質軟於蠟劑,稠厚像乳油,易於抹擦於皮膚上."這些脂肪狀物質對皮膚的效應是由於能令皮膚柔軟,且能保護皮膚,以免空氣,細菌,灰塵及摩擦的損害.軟膏底子的成分,依使用的目的,及使用前要保存的時間的長短而定.藉軟膏以敷藥時,底子貫穿皮膚的快慢,是個重要的因子.這事曾有多人研究,可是結果不能一致,並且貫穿的快慢可因各種的藥物而異.豚脂貫穿迅速,凡士林有時比豚脂更快,羊毛脂則比較兩種都慢.豚脂,凡士林,羊毛脂,蜂蠟,鯨蠟,石蠟,甘油,油酸,巴旦杏仁油,大風子油 (chaulmoogra oil, gynocardia oil),牛脂,洋橄欖油及肥皂,都單獨地或混合地用爲軟膏底子.氧化鋅軟膏 (zinc oxide ointment) 的成分,依美國藥典,是氧化鋅 20%,及含有安息香 1% 的豚脂 80 %.豚脂雖常是適當的軟膏底子,過久會變酸敗,所以大規模製造的

軟膏,多半含有凡士林,含水羊毛脂 (lanolin)、澱粉甘油混合物,或別種不會酸敗的底子.中華藥典規定氧化鋅軟膏製造時所用的原料及其用量如下:氧化鋅(第五號粉) 200克,石蠟150克,白石脂(即白凡士林)650克,共製1000克.美國的玫瑰水軟膏(英 rose-water ointment or cold cream,拉 unguentum aquae rosae) 的成分是:鯨蠟12分,蜂蠟12分,巴旦杏仁油56分,硼砂5分,及玫瑰水15分.中華藥典所規定本品所用的原料及其用量如下:玫瑰水190 c.c.,白蠟(鏟細者)120克,鯨蠟(鏟細者)125克,焦性硼酸鈉(第四號粉)5克,杏仁油560克,玫瑰油1c.c.,共製約1000克.商品的化粧軟膏及擦皮膚的軟膏,多半含有上述原料的混合物,再加香料及防腐劑.

蠟劑是:"油或豚脂,和蜂蠟,鯨蠟,或松香混合,且常加各種藥料的膩滑物質".稠厚度在軟膏及硬膏之間,可於常溫時攤在布上,但敷於皮膚上時,不致熔解.

硬膏即我國的膏藥,它的定義是:"供外用的固體混合物,於體溫時能附着皮膚,質地稠厚,須加熱才能攤開".硬膏除了蜂蠟,洋橄欖油,羊毛脂,"松香","豚脂",油酸鋁,甘油或肥皂等底子以外,多半含有橡膠,有時也含有靛青,藥物和選定的底子混合,混合物再攤在軟皮,麻布或紗布上.膠布也屬於硬膏的範圍.我國的膏藥是用熟桐油做底子.

蠟燭 從前中國的蠟燭,是用蜂蠟及蟲白蠟製造,唐,宋以前用蜂蠟,元朝以後才用蟲白蠟.是水蠟蟲所製成的蠟,產於四川,貴州,浙江等省,以四川寧遠等處爲最多.方法是將水蠟蟲餵養在水蠟樹上,約一百天,樹枝上黏附了很厚的蠟,將蠟放在水裏,等到熔解,浮在水面後,再撇起來,便成蟲白蠟.蟲

白蠟的蠟燭,我國還甚通行

歐、美的蠟燭,從前是用牛脂在家庭中製造.可是現在商品的蠟燭,是由脂蠟酸,棕櫚酸,石蠟,鯨蠟,或這些的混合物製造.脂蠟及棕櫚酸酯所含的甘油,於燃燒時發出敗脂醛(丙烯醛, acrolein),頗有妨礙,所以先將脂肪水解,僅用酸類.

蠟燭頗可藉以研究火焰的各部,燭的中央是根燭芯,周圍是可燃燒的石蠟等物.焰的中心不熱,以致燭芯不能隨蠟燒去.舊式的蠟燭,每數分鐘卽須將燭尾剪去一次.現在所用的燭芯,是用棉紗絞成或編成的,編法依製燭的材料而異;石蠟所用的,比蜂蠟所用的輕得多.燭芯因是編的,所以當燃燒時,會捲下來,芯端不斷地在焰的外部,或較熱的部分中燒盡,因此沒有燭尾可剪.燭芯再用硼酸磷銨,或別種的鹽類浸透,以免燃燒過快.

蠟燭的製法,有蘸,模,澆三種.蘸法是從前用以製造牛脂燭的方法,現在多半不用.其法是將燭芯蘸入熔解的脂肪中,卽時抽出,等附着的脂肪層凝固後,再蘸脂肪,直到蠟燭達到相當的粗細爲止.澆法僅用於會和模型附着,移下時卽損壞的蜂蠟蠟燭.尋常的蠟燭,是由石蠟及脂肪酸模造而成.它們常用有機染料着色.

第五章 醣 類

醣(carbohydrate)之名稱,係指那些含有水爲其分子的成分的碳化合物."凡可以$C_m(H_2O)_n$表示之碳化物,總稱曰醣(carbohydrates)."現在根據我們關於這類化合物的化學知識,替它下個較詳盡的定義,醣類是含有一個羰原子團,而在別的碳上含有一個或更多的羥原子團的開鏈碳化物,以及那些因水解破裂而發出兩個或更多的這種化合物的分子的化合物.多類的醣,所含的氫及氧的比例,和水相同.這類中的化合物極多,所以說明它們的化學性,還比較替本類下個定義爲容易.

醣類通常分類如下:

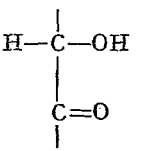
- (一)單醣類(monosaccharides)
  - 醛醣(aldoses)
    - 乙醣(dioses)
    - 丙醣(trioses)
    - 丁醣(tetroses)
    - 戊醣(pentoses)
    - 己醣(hexoses)
    - 其他
  - 酮醣(ketoses)
    - 丙醣(trioses)
    - 丁醣(tetroses)
    - 戊醣(pentoses)
    - 己醣(hexoses)
    - 其他
- (二)式醣類(disaccharides)

(三)叁醣類(trisaccharides)

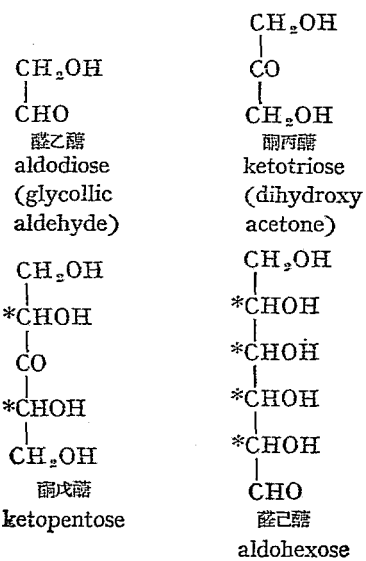
(四)肆醣類(tetrasaccharides)

(五)多醣類(polysaccharides)

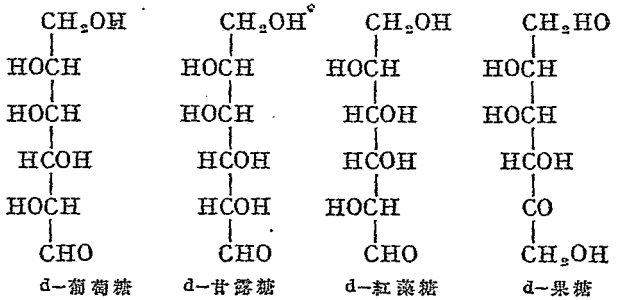
單醣類(monosaccharides, simple sugars)是不受水解,且含有下列原子團的醣類:



由單醣類的分組可以看出,羰基原子團在碳鏈的末端與否,沒有一定,而再分組的冠首字,指出鏈中的碳原子的數.根據分子的這兩種特性,各種單醣皆規定了屬名.例如:



除這些屬名外,每種單醣有一種特名,這特名或表示結構.如甘油醇醛 (glycollic aldehyde) 及二羥丙酮 (dihydroxy acetone) 或是任意定的,如葡萄糖 (glucose) 及紅藻糖 (galactose).在上舉的第三,第四的兩例裏,注有星號(*)的碳是偏位的,所以上舉的酮戊醣有四種結構式,不同的化合物醛己醣有十六種不同的化合物.在每一種情形中,它們一半是別一半的鏡中反像,所以在第四例中,有八種不同的糖的右旋式 (dextro-)及左旋式 (levo-).這十六種糖,在化學性及物理性上各不相同.爲藉公式來區別這些糖起見,氫原子和羥原子團,以不同的形式,且根據它們間的相互關係,加以排列.現將這些公式舉出幾個,以爲例證.



單醣類都是晶體,可溶於水.有好些是由植物所合成,而存於自然界中,有的至今僅是實驗室的出產品.這類的醣不是醛便是酮,所以除具醇類的反應外,也具醛類及酮類的反應.最通用的反應,是斐林氏試液 (Fehling's solution) 的還原.凡具這種反應的醣,都稱爲還原糖(reducing sugar).這包括一切的單醣類及數種的式醣類在內.一切的自然糖,都有旋光

性,分析上也利用這性質.

最重要的單醣類是葡萄糖(glucose, dextrose, grape sugar)、果糖(fructose, levulose, fruit sugar)、紅藻糖及甘露糖(mannose),經驗公式都是$C_6H_{12}O_6$.

式醣類是尋常於酵素、酸類或鹼類的存在時,可以水解而成爲兩個單醣類分子的醣類.兩個分子是否相同,沒有一定.

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O\longrightarrow C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

蔗糖　　葡萄糖　　果糖

$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O\longrightarrow C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

乳糖　　葡萄糖　　紅藻糖

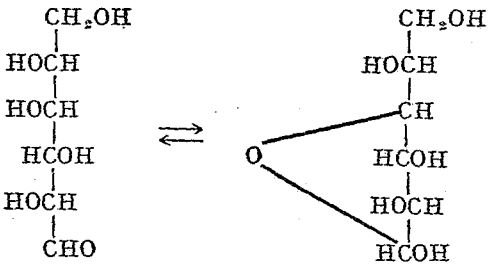
$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O\longrightarrow 2C_6H_{12}O_6$$

麥芽糖　　葡萄糖

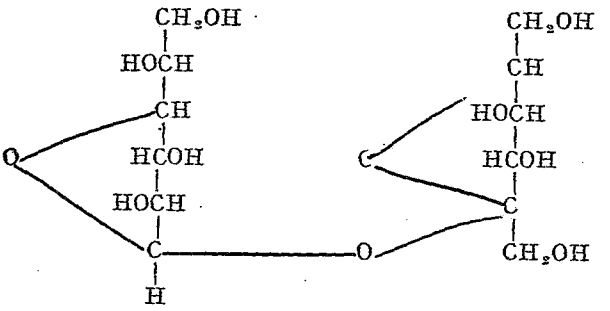
式醣類和單醣類相同,是可溶性的晶體,也是自然的出產品.乳糖,麥芽糖及蔗糖,都是本類的主要份子.且具有旋光性,頭兩種是還原糖,蔗糖却不是的.

蔗糖的水解稱爲轉化 (inversion), 所得的葡萄糖及果糖的相等混合物稱轉化糖 (inverted sugar). 這些名稱的原因,是在蔗糖是右旋的,而轉化糖是左旋的;所以,旋轉的方向恰被反轉,葡萄糖是右旋或"正"旋,但果糖却有較大的左旋或"負"旋,所以二者的代數的和是"負"的,或是左旋.

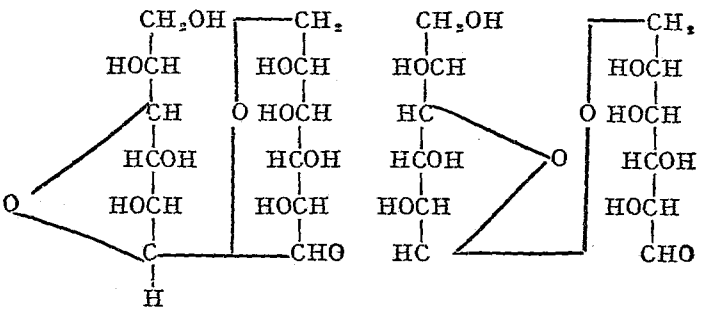
醛或酮的公式,不能將單醣類的一切性質都適宜地表明出來,所以有人想,於溶液中時,在這形式和 lactone 或"氧橋"(oxygen bridge)式之間,會有等時的平衡(tautomeric equilibrium).以葡萄糖爲例,其平衡式由下列的方程式表明:



關於這兩種結構公式,及這平衡的價值的討論,須參考



蔗糖



麥芽糖　　乳糖

專門書籍. Lactone 式通常用於蔗糖的公式中,而蔗糖缺乏將斐林氏試液還原的性質,是因爲沒有麥芽糖及乳糖所含有的羰原子團.

這些公式,說明蔗糖缺乏還原力及幾種別的性質的原由.除麥芽糖及乳糖的公式裏右邊所代表的單醣分子上所連繫的氧橋的點以外,它們都已成立.

叁醣類比上述的兩類都稀少得多,雖則甜菜糖 (raffinose) 及蜂蜜糖 (melizitose) 却都有點重要.結構和弍醣類相似,不過水解時發生三個單醣分子.

$$C_{18}H_{32}O_{16}+2H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

甜菜糖　　果糖　　葡萄糖　　紅藻糖

$$C_{18}H_{32}O_{16}+2H_2O \longrightarrow 2C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}O_6$$

蜂蜜糖　　葡萄糖　　果糖

這些也可以水解而成一個單醣及一個弍醣.甜菜糖若用轉糖酵素水解,出產品是果糖及 melibiose, 可是若用苦杏仁酵素 (emulsin), 便產生蔗糖及紅藻糖.甜菜糖的半圖示公式,可以書寫如下:

$$\underbrace{C_6H_{11}O_5-O-\underbrace{O_6H_{10}O_4}_{\text{葡萄糖}}}_{\text{蔗糖}}-O-C_6H_{11}O_5$$

果糖　　葡萄糖　　紅藻糖

蔗糖　　melibiose

這兩種叁醣類的存在,可以發生各種妨害.甜菜糖存在於甜菜中,甜菜被損傷時尤多,於製造甜菜糖時,阻礙蔗糖的結晶.松蜜糖 (melizitose) 存在於某種松樹的流出物中,在這種松樹產地所釀的蜂蜜中曾發見過.它能結成大而堅硬的晶體,減低蜂蜜的商業價值.

肆醣類不甚重要,雖則在自然界中曾發見過幾種.

多醣類可由水解生成,數量頗多,但確數未知的單醣分子的醣類.多醣類的分子量不明,因爲它們在水中成膠體溶液,或不溶解於水,且加熱時,不經汽化而卽分解.因爲有這兩種性質,以致它們的分子量不能用常法來測定.將這類醣分析,可得經驗公式,公式的倍數用一字母指明.澱粉的公式是 $(C_6H_{10}O_5)_x$,x 在這公式中的值,或許至少有 200. 多醣類的化學,除了可由其水解產品而推論的以外,所知道的很少.它們的結構,或許和式醣類及叁醣類相似.

多醣類一概是天然產品,或是天然產品的裂開衍生物 (cleavage derivatives). 唯一重要的是己醣酐 (hexosans) 及戊醣酐 (pentosans), 各是己醣及戊醣的無水物.己醣酐之中有澱粉,纖維素,糊精,肝糖(glycogen),甘露糖,紅藻糖,黏膠質及菊糖.在戊醣酐中,唯一重要的是阿剌伯樹膠糖酐及木糖酐,各是阿剌伯樹膠糖及木糖的無水物.

纖維素 [cellulose, $(C_6H_{10}O_5)_n$] 是分佈最廣的醣.一切乾植物質,約含有纖維素一半.據 Brown 的調查,各種植物材料的乾質中纖維素的近似平均百分數如下:

材料(無水)	纖維素之近似百分數
木材	60
樹皮	40
乾草	40
葉子	20
種籽(蓮殼)	15
根及塊莖	10

棉花及幾種相似的植物產品,是近於純淨的纖維素.

纖維素不溶於水,但在銨銅鹽溶液,氯化鋅及冷的濃硫酸中,極易溶解.若將硫酸溶液靜置後,沖淡,煮沸,可得葡萄糖

澱粉分佈之廣,和纖維素不相上下,不過存量,不及纖維素的多.可是,在某種的根,塊莖及種籽中,可占乾物質的九成.它是植物儲藏食物的主要形式.植物中所含的澱粉粒,多少因植物的種類而具特性,用顯微鏡檢查澱粉粒,常足以分辨出澱粉的種類來.本品爲白色微有光澤之粉末,無臭無味.用100° C. 之溫度乾燥之,所含之水分卽消失,但置於溼潤空氣中,則攝取空氣中之水分,卽仍含水.本品在冷水或醇中,均不溶解.澱粉粒若用熱水處理,便會膨脹爆裂,成爲一種膠體溶液.澱粉遇碘卽呈藍色,這或是由於澱粉的膠體質點對碘的吸附作用.澱粉因酸類或酵素而水解,分爲幾個階段.

$$(C_6H_{10}O_5)_x \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)_y \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow C_6H_{12}O_6$$

澱粉　糊精　麥芽糖　葡萄糖

肝糖是一種性質和澱粉很相似的醣,由動物身體所合成.含於海扇及肝中,有時也含於哺乳動物的肌肉中.馬肉所含的肝糖比牛肉多,所以有時藉肝糖的多少,可以辨別牛肉及馬肉.

菊糖(inulin)存在於天竺牡丹,蒲公英,苦蓟,耶路撒冷薊及好些別種植物的根,鱗莖及塊莖中,是白色易潮(收溼)的物質,可溶於水.遇碘不起顏色反應,能水解而成果糖.

半纖維素 (hemicellulose) 的名稱,不能準確地下個定義.這物質大概是不爲酵素所水解,但比纖維素較易於被酸類所侵蝕的多醣類.甘蜜糖酐及戊醣酐,多屬這類.

甘露糖酐(mannans)存在於好些植物中,水解便成甘露糖.種類頗多,自釀母的水溶性甘露糖酐,至波斯棗核及象牙椰子的堅硬的不可溶性的甘露糖酐不等.象牙椰子可先晒乾,鋸成薄片,鑿成鈕釦.廢料用以水解而成甘露糖,發酵而成乳酸,在商業中是小規模地製造.

紅藻糖酐(galactans)是以游離態或化合態存在於好些植物中的紅藻糖的無水物.是樹膠.黏質及黏膠質的組成物瓊脂(石花菜).錫蘭海草,愛爾蘭海草及許多海帶.苔蘚,都含有以紅藻糖酐爲主要成分的黏膠質.紅藻糖酐和阿剌伯樹膠糖酐的化合物,存在於豆類植物的種籽中,其含量可達20%之多.

黏膠質是複雜的醣類,存在於蘋果.梨.葡萄及多數別種果實中,在胡蘿蔔.甜菜.蘿蔔及別種肉根,以及柑橘的瓤中,也有存在.未熟果實中的黏膠糖(pectose),含有幾種具這性質的物質,未熟果實的生硬,多半是由於黏膠糖.果實成熟,黏膠糖變成黏膠質,這或由於黏膠糖酵素(pectosinase)的作用.黏膠質是非晶質的粉,溶液是中性的.從有些果實所製的黏膠質,有旋光性,有些是沒有的.黏膠質因黏膠酵素(pectase)的作用,變成黏膠酸(pectic acid).製果膏(jelly)時,是用這酸的鈣鹽使果汁結成果膏.將黏膠糖或黏膠質和稀鹼液同煮,也能製成黏膠酸.黏膠質最後水解而成紅藻糖及阿剌伯樹膠糖.

黏膠質.酸及糖,是由果汁製造果膏的三項要素.有些果子所含的黏膠質,不足構成果膏.因此由這些果子製造果膏時,常加富於黏膠質的蘋果汁.此法之缺點,在於蘋果的風味,多少能蓋住別種果實的風味.製成的果膏,實質上是蘋果膏.

爲解決這困難起見,曾發明了幾種製造沒有母質的風味及顏色的果膏的方法.這些方法,有合於家庭用的,有合於大規模製造的,有幾種曾領有專利權.蘋果、番石榴、梨、甜菜及柑橘,都曾被用做原料過.

有種製法,是將果子搗爛成泥,加水煮熟,將汁淋出.果渣再煮再淋,直待黏膠質完全浸出.數次煮出的汁混合,冷却,略加明礬,和溶液混合均勻.後加氨液,直待不復沉澱.將汁靜置,再經濾清.將澄清的濾液煮沸,加硫酸鎂的晶體,直待不再沉澱爲止.沉澱物濾出,用水將鹽洗去,乾燥卽成.這黏膠質沒有原汁的顏色及風味,極合於製造果膏.

果膏的組織不一,是由多種的果品所製成.製成果膏,至少有四種重要因子:黏膠質;酸類,多半是蘋果酸,酒石酸及檸檬酸;蔗糖;及相當的水分.果膏是一種膠體系,其中黏膠質分佈於含有相當酸度之水液中.糖使懸膠體膨脹或伸長.甘油亦可用以代糖.果膏內的化學組合,或溶液情形,還沒有明瞭.多數果實所含的黏膠質,足以製造果膏.未成熟的果汁所含的黏膠質通常極少,但若將果實煮熟,壓出果汁,黏膠質可以取出.榨過的果渣,可以加水,再煮再榨,可以再榨出黏膠質.所得的一次少一次,但有些果實,第五次還能榨出不少的黏膠質.後榨的汁當然較稀,應於加糖以前煮濃.果汁中最適宜的黏膠質量,可因別種情形而異,但有時 1–1.25% 便頗妥當.含有黏膠質0.5%的蘋果汁,製成的膏太軟,含黏膠質 0.75% 的,製成的膏頗爲柔嫩,但若出賣,仍嫌太軟.若含酸較多的果汁煮幾小時,黏膠質便水解變成無用.在柑橘類果實中,黏膠質含於白色的內皮裏,所以由柑橘及檸檬製果膏時,必須煮皮.

這些果實的肉,所含的黏膠質頗少,或竟沒有.

製造果膏,需要那一種酸,沒有一定.酸的效能,或靠所供給的氫游子濃度.礦酸也可以用.濃度若相等,酒石酸所做的果膏的組織,似乎比檸檬酸所做的強.這些有機酸的最適宜的濃度,是林檎汁中酸的近似濃度.

由覆盆子,葡萄,青梅及蘋果製造次等的果膏,雖然不必加糖,可是多數的果汁製造果膏,必須加糖.糖不但使果膏的組織較好,也使體積增加,但因爲糖通常比果汁便宜,成本因以減低.製造一定體積的果膏,若不用糖,所需要的果汁,要多五,六倍.糖加得過少,果膏嫌厚,過多則果膏嫌軟.所需要的準確的量,因果實而異,這有兩重原因:一因果中已含有蔗糖,二因果中所含黏膠質分量不等.糖的總量,或許以占成品的五、六成爲適宜.用來做果膏的最甜的果汁,所含的蔗糖當不滿一成.製造果膏,蔗糖及甜菜糖都可以用,不過美國有些地方,不喜歡用甜菜糖.

家製果膏,糖三份果汁四份的比例,成績很好.商業的果膏,必須略厚一點,最好少放點糖.蘋果膏中,有人主張果汁一加侖加糖五磅.葡萄,梨,蘋果及別種黏膠質高的果實,每加侖的果汁可加糖一磅,實際上發見,錯誤常是由於加糖過多,所以煮汁時所加的水都須計入.

糖是可以轉化的,所以果汁和糖同煮的久暫,是樁重要的因子.較酸的果實,這時間應當較短.雖然果膏不能單用轉化糖製造,可是轉化糖的百分數占8—70%時,曾製出過很好的果膏.轉化糖若不及20%,果膏中易於結成蔗糖的晶體.發生這轉化程度所需的烹煮時間,依酸度及糖量而定,但以這

些因子,在上述的限度以內,似乎應在十分鐘以上.

水的適宜分量,因烹煮時間而被調整.煮汁時若加水,時間便較長.多數果膏的比重是1.28,沸點是103°C.,可是在實際上,煮的時間是否已够,是藉取出一點樣品冷却以爲測定.這試驗較爲實際,因爲沸點因大氣壓而異,而各地方的大氣壓是差別很大的.

戊醣酐(pentosans)是戊醣的無水物.其中以木糖酐及阿剌伯樹膠糖酐最爲重要.阿剌伯樹膠糖酐[Araban $(C_5H_8O_4)_n$],和別種多醣類共同存在,是櫻桃膠、桃膠、阿剌伯樹膠、膠黃耆樹膠、榲桲子黏質等樹膠及黏質等組成物,也含於甘蔗、玉蜀黍桿、麻皮及別種植物組織中.這些樹膠,多因了它們的物理性,用於製造膠水、糖果及藥劑中的乳化劑.

木糖酐及一點的阿剌伯樹膠糖酐,共構成穀桿物質的25－30%,落葉樹的乾木的15－25%,及球果樹的乾木的5－15%.穀皮、玉蜀黍心、苔蘚及菌類中,也含有木糖酐,也和阿剌伯樹膠糖酐共存在於植物膠中.

糖 業

蔗糖這名稱有兩種意義:一指化學中的蔗糖 (sucrose),或轉化糖;一是工業中的蔗糖(cane sugar).蔗糖在蔗糖、甜菜糖、械糖及蜂蜜四種工業中占有重要的地位.

古巴產糖最富,爲世界第一,蔗田達一百六十萬畝.美國則吃糖爲世界第一,大約每人每年要吃九十多磅,但所消費的糖,有六成是由外國輸入,二成由殖民地輸入,本國亦擔任二成.據1931年的統計,美國共產甜菜糖 7,736,000 輕噸,蔗糖

156,000輕噸.

我國古時以麥製飴,就是現今的麥芽糖.唐貞觀間,遣使至天竺摩揭陀國,始得熬蔗糖之法.現在所消費的糖,差不多完全仰給於外國,自民國元年以來,每年入口的糖,自四百餘萬擔至一千四百萬擔不等,價值自二千四百萬兩至九千九百萬兩不等.民國二十三年,因糖稅增高,輸入的糖一落而至一千六百萬元,以國別計,荷屬印度第一,值七百五十萬元,日本第二,值七百萬元.我國產糖以閩,粵爲最發達,廣東現正以新法大規模地製造蔗糖.

蔗糖是甘蔗所製,甘蔗僅產於熱帶及半熱帶國家.我國廣東,雲南,四川,湖南,福建,江西,浙江,河南及安徽,都產甘蔗.美國的甘蔗,多半產於沿墨西哥海灣各省.

甘蔗可高至十二呎,含有11－16%的蔗糖分.甘蔗成熟即收穫,運往糖廠,用裝有鐵滾子的機器壓榨,榨出蔗汁.甘蔗通過三,四架的這種機器,除末次外,每榨過一次,加一次水,使糖分能盡量榨出.所加的水量,可達蔗汁的15－25%.壓榨過的殘渣,稱爲蔗渣(bagasse),用做燃料.爪哇產蔗極富,近有人發明將蔗渣用機器壓成薄板,可做板壁,有質輕價廉的優點,但怕也是最易着火的建築材料吧!

製造蔗糖的第二步是澄清蔗汁.方法是加石灰,使磷酸鹽及有機酸沉澱,加熱至沸,使蛋白質凝聚.這些固體物用壓榨濾機濾出,稱爲榨餅(press cake),含有蛋白質及磷酸鹽,所以是最有價值的肥料.蔗汁有時在澄清前,用二氧化硫漂白.

第三步是蒸發蔗汁,尋常是用眞空蒸發器,使水可在低溫蒸發,以免燒焦.糖漿蒸發至約含有一半的固體物時,移到

眞空鍋,使其結晶,這是第四步.這過程是將糖漿蒸發到約含有九成的固體物,然後結晶.這過程需要相當的技術及經驗,才能製成一定大小的晶體.

最後一步,是將母汁或糖漿(molasses)和晶體分離.這是用內壁襯有細孔線網的離心機,機轉動時,糖蜜被扔出,糖晶則被線網留住.若要將糖蜜較完全地除去,可在糖晶上撒水,再用離心機轉.這出產品稱爲原料糖(raw sugar),可含有96－99%的蔗糖分.如果要運往遠處,須在裝包以前弄乾.

煉糖(sugar refining)是將賸餘的不純物除去的過程,通常是在距成品的市場近而距糖廠遠且燃料便宜的地方製煉.原料糖和精煉糖的價格,通常每磅相差不上美金一分,而精煉的成本,估計在美金六厘和六厘半之間,所以煉糖必須大規模地經營,才能獲利.美國的糖,是在海港幾家大煉糖廠中精煉.台灣的糖是運往日本精煉.我國曾籌議在上海開設煉糖廠,精煉由荷印輸入的原料糖.

原料糖的晶粒,先略用糖漿洗,用離心機轉動,和原來製造過程中的方法相同.所留下來的不純物,除水分外,不上1%其次將糖用點熱水溶解,這溶液的比重應爲波美表28－30°,溫度應在150°F.和170°F.之間.這熱溶液次經澄清的手續,就是略加酸性磷酸鈣[calcium acid phosphate, $Ca(H_2PO_4)_2$],再加點石灰乳[milk of lime, $Ca(OH)_2$],使略呈鹼性.樹膠質,蛋白質,懸游的質點及着色物,都沉澱濾出.其次將糖液通過濾塔,塔高二十呎以上,徑約十呎,塔裏裝有骨炭.糖液由塔緩緩通過.經過這過程的糖液,極爲澄明,幾乎無色.

濾過的糖漿蒸發後,再讓它結晶,最後用離心機分離,和

製原料糖大致相同.母液稱爲煉糖廠糖漿(refinery syrup).最後一次,在用離心機分離以前撒水時,常加羣青或別種藍染料,以中和糖的微黃色,製成的糖便是白的.這些糖晶可以裝桶,賣給糖果公司,或壓成小方塊,或磨碎過篩,成爲粗細一律的細糖.

甜菜糖(beet sugar)的大規模地製造,始於1769年,那年奧國開了第一家甜菜糖廠,但到1801年,這工業才得了重要地位.可是未到1884年,甜菜糖的產量已趕上了蔗糖.現在世界上的主要生產國是美,德,奧,俄,法,義六國.美國所產的甜菜糖,比較蔗糖多好幾十倍.

十八世紀中葉時甜菜所含的糖祇有6%,自經人工培植後,現在糖分已增至15-20%.

甜菜先經收穫,割去葉莖,然後送到糖廠,洗淨淋乾.其次切碎,和甘蔗須壓榨的不同,糖用擴散法浸出.用切碎法,細胞多半未破碎,片放在水中時,糖,氨基酸,鹽類及其他任何低分子量的不純物,經細胞壁滲透而出,而黏膠質,樹膠質,蛋白質及其他高分子量的不純物,都留在細胞裏,所以這浸漬法,同時也多少是製淨法.有些細胞也被切破,所以有些高分子量的不純物會侵入溶液中.擴散器(diffuser)是大鐵筒,高約十呎,十二個筒排成環形的組.甜菜片由頂上的孔倒入.筒就閉緊,將溫度70-80°C.的水緩緩壓進全組.這過程一經開始,便不斷地進行,同時有十個筒在浸漬,一個筒在出空,一個筒在重裝.一份水浸過第一筒後,流入第二筒,同時一份新水壓入第一筒;然後第一份水入第三筒,同時第三份水壓入第一筒,水向前進,直等到十份的水都浸過第一筒,於是將第一筒解

下,以備出空,變成第十二筒.同時第十二筒已出空,也就變第十一筒,準備裝入.第十一筒於是裝滿,成第十筒,是浸漬組的最後一筒.第二筒現在成第一筒,就是接受新水的擴散器.甜菜被浸漬時,每次通過的水,糖分一次比一次少.新加的甜菜,接受曾在九個擴散器中浸過糖的水,最後一次的浸漬,是用新鮮水.這擴散法所浸出的汁,含糖分 12－15%.

這汁準備澄清,製造甜菜糖時,通常是用碳酸化(carbonation)法.就是多加石灰,再用二氧化碳,使過賸的石灰沉澱.有好些酸類的鈣鹽,及有些蛋白質,會因此而沉澱.這些沉澱物,可用壓榨濾器濾去,再重新碳酸化.糖汁澄清以後,蒸發,結晶,用離心機分離,和製造蔗糖相同.

甜菜糖時常就在糖廠以內精煉,原料糖中的不純物,雖和蔗糖中的有別,精煉的方法却大致相同.

槭糖(maple sugar)是由糖槭的汁所製成,別種的槭,樺樹及白核桃樹的汁,雖也可製糖,不過範圍較小.槭樹汁在春季可含 2.4% 的糖,在一季中,每一株大樹大約可產四、五磅的糖.本業衰落頗快,所以現在槭糖多半當爲糖果之用,在美國的糖業供給中,已不占重要地位了.美國的槭糖,約有八成是以糖漿的形式出售,因了特殊的風味,美國人極喜用它爲餐時所用的糖漿.美國所產的槭糖,99%是來自東北部的十三省.

製造槭糖的時季,限於二月、三月或四月中的幾個星期,看季候及地方而定.每樹鑽幾個孔,徑約一吋半,深二、三吋,或僅鑽過內皮.孔中插入金屬,接骨木,或茱萸所做的管子,流出的汁用桶接着.晝暖夜涼的時季,最爲適宜.槭汁聚攏,用鍋或

淺盤蒸發至適宜的稠厚度,美國政府農業化學師公會曾規定槭糖的標準:水分不得超過32%,槭糖灰分不得低於0.45%.當蒸發時,浮在面上的泡沫,必須撇去.當製糖時,都是蒸發到糖漿一被攪動便會結晶的程度.

蜂蜜從前是地中海沿岸各國家庭用糖的重要來源,但因爲蔗糖及甜菜糖都極便宜,蜂蜜已退居於奢侈品的地位."晉張華博物誌云:遠方諸山出蜜蠟處,人家有養蜂者,由是可知我國養蜂事業,漢晉時已有之"(農業文庫).有幾種的蜂都採集花蜜及葉上的蜜露,但商業上用以產蜜的主要蜂類是蜜蜂科(apidae)昆蟲Apis mellifera Linné(蜜蜂).

蜜蜂有黃黑二種,黑蜂亦名岩蜂,以其喜集於土窟山洞中,產蜜粗而香味遜,黃蜂比黑蜂爲大,喜集於樹之空穴中,產蜜細而味香,此卽通常飼養之蜜蜂也.黃蜂之最佳者爲義大利蜂,中西各國多養之,以其釀蜜既多,產蠟亦豐,賦性溫順,易於飼養,且不畏氣候之變易,害物之侵襲,此均爲他蜂所不及.在昔外國尙有賽普利亞蜂,大尼蘭蜂,德意志蜂及高加索蜂四種,現均不多見矣.

採取蜂蜜時期,以春季爲最宜,斯時百花怒放,蜜源甚多,吾人雖採之甚苛,而蜂則增釀亦多.蜂羣大者年可採三,四次,得蜜三,四十斤,小者二,三次,得蜜亦數斤.將蜜房置於離心器中旋轉之,蜜卽分出.

蜜蜂因作養料之目的,自各花之蜜腺中採得而貯藏於蜂巢內釀成甘味之蜂蜜.本品爲淡黃色或淡黃棕色稠厚之糖漿狀液.新鮮時,半透明.經時稍久,卽變成不透明而析出葡萄糖之顆粒.臭特異,味甜而微辛.

現將九十二種尋常蜂蜜的樣品的平均成分列下:

水	17.70%
蔗糖	1.90%
果糖	40.50%
葡萄糖	34.48%
糊精	1.51%
灰分	0.18%
未明	3.73%

蜂蜜中所含蔗糖的成分,有時多至 8%. 蜂蜜中會有時含有蜂蜜糖,如果有這糖存在時,便會結成晶體,於是減低了蜂蜜的價值,並且會被分析師誤認爲蔗糖分,道地的眞正蜂蜜却蒙了攙假的罪名.蜂蜜味甜,不會結晶,多半是由於含有果糖.

澱粉工業

主要的商品澱粉,是沙谷粉、馬蹄蓮粉 (arrowroot)、茨粉 (cassava)、米粉、小麥粉、馬鈴薯粉及玉蜀黍粉.中國還有特產的藕粉、蕨粉及葛粉.澱粉粒的形狀及大小,各不相同.每種澱粉顆粒的大小,也不相同.取本品置顯微鏡下檢視之,米澱粉爲多角形之小顆粒,大小殆相等,直徑約 0.005－0.01毫米,無顯著之臍點及層紋.玉蜀黍澱粉爲多角形或圓形之顆粒,大小略同,直徑約 0.003－0.035 毫米, 一端有明顯之臍點,但無顯著之層紋.馬鈴薯澱粉則爲卵形或貝殼形之顆粒,直徑約 0.07－0.09 毫米, 有明顯之臍點及偏心性之層紋,呈複合性者甚多.小麥澱粉之顆粒大小不均,大粒呈扁豆形,有種臍及層紋,

直徑平均約 0.03 毫米.美國雖也製造小麥及馬鈴薯澱粉,但玉蜀黍粉是最普通的澱粉,遠非前二種所及.

製造玉蜀黍澱粉,是先將玉蜀黍加約 1% 的二氧化硫,在大桶裏浸二,三天,顆粒輾碎,將粉攪在水裏.胚芽漂在水面,可以撇去.懸在水中的澱粉顆粒,依次通過銅線網及濾布,以除去粗粒及皮殼等.這液體於是慢慢地流過一組金屬槽,澱粉便沉澱而出.這溼的產品,約產有一半的澱粉,和成薄糊,用極稀的鹼類處理,以除去蛋白質,再流過沉澱槽.這產品用水漂淨,放在底有細孔的箱裏瀝乾,然後在空氣裏或加熱的眞空加熱器中乾燥.

澱粉用途很廣,可以漿硬棉布,麻布,裱畫匠及訂書匠用做漿糊,印花布印刷中,用爲加厚劑,造紙製布,用以上漿,烹調中用做繹粉,以加厚菜滷及點心,可造酵粉,其他功用,不勝枚舉.也是製造糊精,葡萄糖及玉蜀黍糖漿的原料.米澱粉也可製造面粉.藕粉,葛粉,玉蜀黍粉及沙谷粉,都可用做食品,醫藥中也用這粉.

糊精是一種多用於郵票,標紙及信封的黏合劑.附着力比阿剌伯樹膠略小,陰天會回潮,但因爲便宜得多,所以還是用糊精的多.它是由澱粉的一部分水解而成.將澱粉加 0.2—0.4% 的鹽酸,在密閉器中加熱到 150°C.,便成糊精.

玉蜀黍糖漿也是由澱粉製造,方法和造糊精相同,不過水解須繼續進行,直至用碘試驗,不呈藍色爲止.這保證澱粉及遇碘即呈紅色的紅糊精 (erythrodextrin), 都已絕跡.酸性用碳酸鈉中和,經過骨炭濾清後,蒸發成漿,這糖漿的平均成分如下:

水分	19.0%
葡萄糖	38.5%
糊精	42.0%
灰分	0.5%

玉蜀黍糖漿可用於烹調、烘焙,也可和水做飲料用,充飲料用的,有時加械糖或蔗糖,以增風味,尤以加蔗糖的爲多.

纖維素工業

纖維素(cellulose)是植物質織物的主要成分(第十章).此外有些人造絲,及一切的紙,也大半是纖維素.並且製造棉花火藥、無烟火藥、賽璐珞、膠棉、纖維素醋酸鹽、草酸、醋酸及甲醇,也以纖維素爲原料.

纖維素硝酸鹽是用硝酸或硝酸和硫酸的混合物處理纖維素而成,這纖維素通常是棉花.最高的硝酸鹽是六硝酸鹽(hexanitrate),就是六個硝(酸基原子團)配十二個碳原子而成$C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$.這就是**火棉**(硝棉, guncotton),是於10°C.左右的溫度,用濃的硝酸硫酸混合物,處理棉花二十四小時而成.做高級爆裂品之用,和硝酸甘油混合時,構成**炸膠**(blasting gelatin).也是**繩狀火藥**(cordite)及**無烟火藥**(smokeless powder)的爆炸成分.

四硝酸鹽[tetranitrates, $C_{12}H_{16}O_6(NO_3)$]及三硝酸鹽[trinitrates, $C_{12}H_{17}O_7(NO_3)_3$],是於較高的溫度,用較稀的酸處理棉花十五至二十分鐘而成.和樟腦縮合而成賽璐珞(celluloid),它們在醇醚混合物中的溶液,稱爲膠棉(collodion).是液體膏藥等的主要成分.做膏藥用的,略含點油及一種防

腐劑,油是使其柔順,油多半是蓖麻油.這些纖維素硝酸鹽或火棉(硝棉,pyroxylin, pyroxalin)的溶液也用於做瓷漆,及塗布鐵器用的鋁漆及銅漆,並用以塗布以製假皮.製造賽璐珞所用的纖維素硝酸鹽,是由纖維素所造成的.

纖維素醋酸鹽(cellulose acetates)是由纖維素和醋酐,於硫酸或他種接觸劑的存在而製成的.其中主要的爲三醋酸鹽[tracetates, $(C_6H_7(OOCCH_3)_3O_2)_n \cdot H_2O$],這鹽可做飛機翼的塗料(dope),用爲電線絕緣,和樟腦縮合而成"cellite",可用以代替賽璐珞,以製造電影軟片.它幾乎不能着火.也可製造各種新奇物品.

草酸(乙二酸, oxalic acid)直至最近,幾全用鋸木屑製造.現在是用蟻酸大量地製造.鋸木屑和氫氧化鈉,或氫氧化鉀,或二者的混合物混合,在鐵鍋中加熱至 240–260°C. 約六小時之久.熔解的混合物,用水濾漬.草酸鹽溶液用石灰處理,使草酸鈣沉澱,而溶液中含有苛性鹼,可藉蒸發法收回再用草酸鈣用硫酸處理,草酸便結晶而出.草酸爲無色不風化之結晶,在水中能溶,在沸水或醇中極易溶解.

木材乾餾(destructive distillation)產生醋酸(乙酸),木精(甲醇亦稱木醇),醋酮(丙酮),焦油及木炭.

造紙業

造紙業乃最重要纖維素工業之一.相傳後漢蔡倫始用破布魚網造紙,今日的紙是由棉麻質的破布,木材,蘆葦,樹皮或乾草所製成.世界的主要產紙國家是美國,瑞典及加拿大.美國所產的紙多半是木造紙,可是上等紙是用破布造的.主

要的造紙木材是檜、松、杉、白楊及北美松 (poplar). 我國的造紙原料木材有杉木、魚鱗松及毛白楊.有些工廠專將木材做成木漿,賣給紙廠.美國所產的木漿,多半產於北方數省.木材製造木漿,可用數種方法.最通行的是將木材割成碎片,用酸性亞硫酸鈣 [calcium acid sulphite, $Ca(HSO_3)_2$] 的溶液處理,使木質素 (lignin) 溶解.這木漿由溶液分離,和澱粉、松香、肥皂、明礬等漿料,或這些物質的混合物混合,舖爲薄層,烘乾便成爲紙.紙的性質,多半依所用的黏合劑及紙的機械的處理方法而定.

第六章 可食的蛋白質

蛋白質是複雜的含氮有機化合物,就所知的,僅在自然界中合成.沒有一種生物不含有蛋白質,如多數動物組織內的固形物,多半是蛋白質,可是,植物組織則含有蛋白質和醣的混合物.它們在物理性上,差別很大.一切的蛋白質浸在水裏時,都能吸收水分,有的還起基本的化學變化;這些變化一定是含水,或許有一部分是水解.它們在水溶液中時,是兩性的(amphoteric),和酸類或鹼類都能起反應而構成鹽類,要看氫游子的濃度而定.在這兩極限間,有一定的氫游子濃度,當這濃度時,蛋白質和酸類或鹼類都不能構成鹽類.這稱爲等電點(isoelectric point).當等電點時,蛋白質比在任何別點時,更易於凝聚,當電流通過溶液時,不向任何一方移動.動物膠及乾酪質的等電點值是2×10^{-5} molar H^+.由死組織內所分下來的蛋白質的化學成分,和活原形質內的蛋白質,是否相同,還是未能解答的疑問.蛋白質在生物學上的意義,和脂肪及醣不同;後二者多半是儲藏的食物準備,或機械的維持,但蛋白質則是活原形質中最豐富的固體物.有人以爲,活原形質內會含有不穩定的原子團,可爲浸漬及製淨的過程所破壞,或變成穩定.可是,還沒有充足的實驗的證據,指明這是眞的.

雖然血色素(hemoglobin)及不少的植物蛋白質是晶狀的,多數的蛋白質,却是非晶質的白粉.

蛋白質放在酸性或鹼性溶液裏加熱,用過熱的蒸汽處理,或用酵素處理,都能水解.其過程分爲數階段進行,但若讓

水解完成,最後的產品總是 α 氨基酸.各中間產品的尋常名稱如下:

蛋白質 ⟶ 蛋白初解物 (proteoses) ⟶ 消化蛋白質 (peptones) ⟶ 多縮氨酸 (polypeptides) ⟶ 二或三縮氨酸 (di- or tripeptides) ⟶ 氨基酸.

蛋白質可以分爲三大類:簡單的,共軛的和衍生的.這三類的細目,在本書不甚重要,僅舉出幾種,以示這種分類的基礎.

簡單蛋白質 在水解時,祇產生氨基酸或其衍生物.

共軛蛋白質 (conjugated proteins) 含有簡單蛋白質,和別種分子結合.

衍生蛋白質 (derived proteins) 是由別類蛋白質,經水解變化而成.

第一類依在各種試劑中的溶度而再分爲七組.例如**蛋白素**組中之蛋白,乳蛋白素 (lactalbumin) 及白蛋白素 (leucosin),是簡單的蛋白質,可溶於純水,能因加熱而凝聚;而**球蛋白質** (globulins) 也是簡單的蛋白質,不溶於水而可溶於中性鹽液中,包括好些植物蛋白質在內,比方蔴仁素 (edestin)、菜豆素 (phaseolin)、豆球素 (legumin) (二種均爲豆類蛋白質)、番薯精 (tuberin) 及花生精 (arachin).

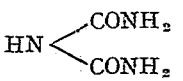
共軛蛋白質,依蛋白質所結合的分子而分爲五組:**磷蛋白質**是蛋白質和非鹽類的磷化物的化合物;而又不是核酸,**核蛋白質**或蛋黃素 (lecithin),**卵燐脂蛋白質** (lecithoproteins). 乾酪素母 (caseinogen) 是本類的一個例證.**血球素**是血紅質 (hematin) 或相似物質與簡單蛋白質所成之化合物.

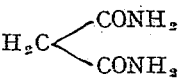
衍生蛋白質,依變化的範圍,性質以及情形而分爲六組: **Proteans** 是由水,稀酸或酵素的作用而產生的不可溶性的產品.乾酪素是個例證.凝聚(coagulated)蛋白質,是熱或酒精對蛋白質溶液的作用而產生的不可溶性的產品,如煮熟的蛋白.**蛋白初解物**可溶於水,不爲熱所凝聚,但若用硫酸銨或硫酸鋅飽和,便會沉澱.**消化蛋白質**和蛋白初解物相似,但不因加鹽類而沉澱.**縮氨酸**乃全氨基酸的酐,是已知成分的化合物.

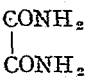
蛋白質之化學的試驗 蛋白質之一切的簡單試驗,都是經驗的性質.這因爲它們的化學結構,沒有完全明瞭,乃不得不如此.最常用的試驗是顏色反應.最簡單易行的是黃蛋白質反應.雖然這些試驗單獨用起來,沒有一個可認爲確定,可是其中兩種或兩種以上的試驗所得的同樣的結果,總不致於錯誤.

黃蛋白質反應(xanthoproteic reaction) 在未知物質的固體或溶液中.加入濃硝酸,如果有蛋白質存在,就變鮮黃色,加鹼則變橙色.這反應是靠一種芳香基的存在,可用以試驗乾酪酸(tyrosin)、苯基初油氨基酸(phenylalanine)及色氨基酸(tryptophane).所構成的是和硝基苯或苦味酸相似的化合物.

二縮脲反應(biuret reaction) 是在溶液中加氫氧化鈉,或氫氧化鉀的溶液,再加幾滴極稀的硫酸銅溶液.若有蛋白質,就呈藍色或紫色;蛋白質若略水解,就呈紅色.硫酸銅不可過多,否則會將所生的顏色蓋住.這反應據說是由於$CONH_2$原子團,所以能和下列型式的任何化合物發生反應.


二縮胺(biuret)


丙二醯胺(malonamide)


乙二醯胺(oxamide)

Millon's反應是用溶於硝酸中的硝酸亞汞而成的試劑.這試劑加入蛋白質之溶液或固體中,若未變色,可將混合物加熱,便有粉紅至深紅色呈現.僅有羥苯(hydroxybenzene)化合物能起這反應,所以可用以試乾酪酸(tyrosin),這是含有這原子團的唯一氨基酸.

雖然有時也用別種顏色反應,以及用氯化鐵,醋酸鋁和別種重金屬鹽的沉澱試驗,可是上述的這些反應乃是最常用的.

氨基酸(amino acids)乃是含有氨基($-NH_2$)的酸,是蛋白質最後的水解物.已被隔離的,約有二十種.這些皆是α氨基酸,尤以一氨基酸爲多. Sherman 將它們分爲下列四大類:

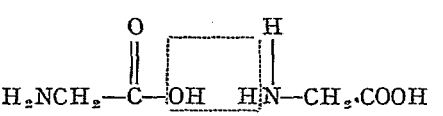
一氨基一羧基酸(monoaminomonocarboxylic acids);

一氨基二羧基酸(monoaminodicarboxylic acids);

二氨基一羧基酸(diaminomonocarboxylic acids);

雜環族氨基酸(heterocyclic amino acids).

這些酸間的鏈,是醯胺的鏈,就是 —CONH—. 若認爲是酸和氨或胺縮合而構成醯胺,便易於明瞭它.在這裏稱爲縮氨酸鏈:



這化合物,一縮二"氨基乙酸" (glycyl-glycine), 是一種二縮氨酸(dipeptid).將別種氨基乙酸(glycine), 或他種氨

基酸的分子,和游離的氨基原子團,或游離的酸原子團偶合,可得三縮氨酸(tripeptide).多縮氨酸(polypeptides)也可照樣用特別方法合成.有二氨基酸或二羧基酸存在時,鏈就長出分支.Fischer 曾合成一種含有十九個氨基酸分子的多縮氨酸,所合成的許多低分子量的多縮氨酸中,以這個最與蛋白質相近.它的性質和蛋白初解物相似.有些合成的多縮氨酸,被胰液素及腸液素水解,但不爲胃液素所水解.這可證明氨基酸原子團間的鏈,在性質上,與上述的醯胺的組織不同.

沒有一種蛋白質,於水解時,僅發生一種氨基酸的;多數的蛋白質,產生十二以至二十種不同的氨基酸.

尋常測定一種食物中的蛋白質總量時,是測定氮的百分數,用6.25的因數乘之.這是假定蛋白質所含的氮,平均是16%.因爲這因數不常用,結果常照下法報告:

蛋白質(N×因數)=———

蛋白質的分子量是很大的,以致尋常蛋白質溶液的克分子濃度低至不能用常法測量;可是,滲透壓力法測出氧化血色素(oxyhemoglobin)的平均分子量是16,321.計算幾種元素的含量可得點關於最低分子量的概念.比方,氧化血色素含鐵0.335%.因爲我們知道原子總是以單位或單位的倍數化合,氧化血色素中至少是有一個鐵原子.因此它的分子量,就可以根據這個觀念計算出來.鐵的原子量55.84,是分子量的0.335%或0.00335,所以

$$0.00335 : 1 :: 55.84 : x,$$

$$x = 16,670.$$

眞正的分子量,亦許是這數的二倍、三倍、四倍或更多倍.

依氧化血色素中鐵原子的數而定.

氧化血色素中也含有 0.39 % 的硫.我們若用硫的原子量32.06,做和上面相似的計算,可得

$$0.0039 : 1 :: 32.06 : x,$$

$$x = 8,220.$$

這是上舉的值的一半,且指明氧化血色素所含的硫原子,比鐵原子多一倍.

假設玉蜀黍素 (zein) 所含的硫的三分之一,比其餘的三分之二更易分裂,玉蜀黍素分子中,至少一定有三個硫原子.硫的百分數是 0.6, 所以

$$0.0060 : 1 :: (3 \times 32.06) : x,$$

$$x = 16,030.$$

雖然各種蛋白質的分子量,數值大約相同,自然是可能的,可是這兩種不同的蛋白質的分子量的最低值,幾乎相等,或許是適逢其會.據 Osborn 計算,十九種不同的蛋白質的最小分子量,在14,310和16,667之間不等.

個體蛋白質　化學家曾將好些種的蛋白質,於相當純淨的情形中隔離,並將它們的化學的、物理的和生理的性質,加以研究.這些之中,這裏僅能提出幾個個體或類來討論.

蛋白質雖存在於一切動植物中,可是並不是一切由動植物所做的產品中都含有蛋白質,所以也不是一切食料都含有蛋白質.各種瘦肉、軟體動物、各種乾酪、牛乳、雞蛋、豆類、仁果、可可糖及通心粉等食物,在可食的部分中,含有5－30%的蛋白質,而乾的動物膠,約含有90%.反之,糖、豚脂、乳油及各種食用油,所含的蛋白質頗少,或竟沒有.蛋白素 (albumins) 存

在於動物的流體,如血,乳及蛋之中.

球蛋白質存在於動物組織及植物中,和蛋白素同存在時,極難將它們分離,因爲自然的組織中,也含有鹽類,鹽類溶於用以浸漬的水裏,致使球蛋白質成爲可溶性.

穀蛋白質(glutelins)及**醇溶性蛋白質**存在於穀類植物的種籽中.麵包之可以烘製,是由於麥粉中的麩質(gluten),這麩質是約含有麩質素的穀蛋白質40%,及醇溶性蛋白質的植物膠質 (gliadin) 50% 的混合物.麩質的韌性,彈性及強度;大半由於麩質素和植物膠質,以適當的量,及相互間的適當比例存在.

商品中的"peptone",並非嚴格的化學上所謂的消化蛋白質,而多半是**蛋白初解物**.這差別是由於從前"peptone"的名稱,是指蛋白質的任何水解物.

乾酪素 (casein) 是牛乳中最豐富的蛋白質,所以也是乾酪中最豐富的蛋白質.牛乳約含有 3% 的乾酪素.別種乳中,乾酪素的含量及成分,都不相同.所以它不是一種特定的化合物,乃是性質及成分相似的數種化合物中的任何一種.它是一種磷蛋白質.加熱不會凝聚,但能爲稀酸所沉澱,且能爲小牛胃膜(rennet),就是能爲犢胃素 (rennin) 所凝聚.當如此被凝聚時,含有灰分5—8%,其中主要的是磷酸鈣.製造乾酪就是利用這個方法.乾酪素極易水解,不生氨基乙酸(glycine),所生的膀胱氨基酸 (cystine) 極少,而所生的色氨基酸,則比其他的蛋白質爲多.

工業的乾酪素,是由牛乳所製成.脂肪先用乳皮分離機除去,再加 4—6% 的氫氧化鈉或10% 的酸性碳酸鈉,將溶液

加熱,再經過乳皮分離機一、二次,除去最後痕跡的脂肪.然後將牛乳倒入大桶裏,加鹽酸或硫酸酸化,不絕攪動,直等到沉澱完成.用虹吸管將水吸去,乳塊瀝乾,包在濾布裏壓榨.於是將乾酪素乾燥,尋常是在眞空乾燥器中烘乾的.

乾酪素有好些用途.一小部分當做特別食品出售.多數的用途不是用於食物的目的.乾酪素和硼酸、水玻璃、鹼類或氧化鎂配合可製黏合瓷器及金屬的膠.乾酪素用爲製紙業中的漿,及製造防水的紙製品.造防水紙時,乾酪素須露於蟻醛汽中.乾酪素的鹼性溶液,加塡料及顏料,可用做帆布,牆壁上的圖案,及戶外工作的塗料.乾酪素和惰性材料混合,加熱,或用蟻醛變成固體,可造新奇玩具、假皮及電氣絕緣材料.也用於印染織物、製造肥皂、鞋油、照相底片、按摩膏及人造絲.乾酪素和碘、氯、汞、銀及好些別種藥物混合起來,可做醫藥之用.

白明膠(中華藥典作明膠及白阿膠, gelatin) 一切的食物蛋白質中,祇有白明膠是製成比較地純淨的狀態,多半用爲食品.美國農業化學師公會替它所下的定義是:健全獸類的皮、韌帶和骨等組織,用沸水處理,因水解而成的純潔、乾燥、無味的出產品,灰分不得超過 2%, 氮分不得少於15%.這界說將原料及製法,都說明了.若用骨頭做原料,須先以鹽酸處理,除去礦質.化學的過程是成膠質(collagen) 因含水或水解而變成白明膠.

明膠、廣膠或土膠 (glue), 實質上是不純淨的白明膠,可由選擇及製造不甚精細的原料製成.我國特有的動物膠,有虎骨膠、龜板膠、猴膠、鹿角膠及驢膠.阿膠便是山東東阿城外阿井的水煎黑驢皮所成的膠,好的帶琥珀色,透明無臭味,可

以做藥.

白明膠除加糖及調味料,製造果凍等食品外,也用爲布丁、冰淇淋及果醬等.這膠缺乏營養上所必需的色氨基酸,所以由營養的立場看來,不是完全適宜的蛋白質.可是時常和白明膠同吃的牛乳蛋白質,及多數的肉類及蔬菜蛋白質,都供給色氨基酸,所以白明膠不失爲有價值的食品.

第七章 食物與營養

野獸選擇它們的食物,是出於自然,或迫於需要,可是人類及家畜家禽的食物,都是由人供給並製備的.因爲製造的,儲藏的及家庭調製的食品,種類太繁,吾人乃不得不根據基本原則,以選擇膳食,使其對於兒童的發育,及成人的正常健康的維持,都很適宜.

遵守這些原則,有如何的重要,明瞭的人不多.一般人總以爲多選擇幾種食品,這問題便可解決,但是種類之多,不是適宜的食物供給的標準.即在美國小康以上的家庭中,也會有某種的缺乏存在.選擇食物以供貧民,戰時的海陸軍,寒帶的居民,或食品的種類,因經濟或其他關係而受限制的地方的需要,是極重大的問題.

適宜膳食之要素

食物的定義,可以說是(1)以能供給身體,(2)供給構造身體組織的材料,或(3)幫助調整生理過程的任何材料.這定義包括食鹽及水在內,食鹽及水雖然完全缺乏第一種特性,可是在膳食中十分重要.糖及脂肪,第一種特性程度很高,可是第二種則都缺乏.

適宜的膳食,有四項主要的條件:

(1)必須供給充足的滋養料,以維持身體的正常重量,並促進兒童的發育.

(2)必須含有充足以及種類適宜的蛋白質.

(3)所含的參加身體組織的各種無機物的量,必須適宜.

(4)必須含有適量的幾種生活素.

除這四項之膳食要素以外,還有別種情形,比如食物的衛生情形,色狀及吸引力,以及各人的偏嗜及消化力,但這幾層通常是已被注意到的,或許沒有一種食品是絕對的需要,若有某一種食品感到缺乏時,可用別種食品去代替.

食品的能值 食品的能值是用卡數表出.所用的是仟卡或大卡 (great calorie), 乃是一仟克水的溫度,升高攝氏計一度所需的熱量.

熱對於體中的過程僅是附隨的,體熱多半消失於外,但食品的能,不論是以熱或肌肉動作消失,或儲藏於體中,相對值都是相同的.

食品的能值,用直接量熱法,或由食品的近似分析計算,都可測定.後法較爲準確,因爲有些食品,如纖維素及黏膠質,不能消化,燃燒時却會供給熱能,又因爲蛋白質的代謝作用的最後產品,和燃燒的最後產品不同.蛋白質在身體中氧化,多半成尿素,帶着一點尿酸肌酐 (creatinine) 和其他氧化不完全的化合物.蛋白質的氮,在量熱器中逸出,其他氧化的產品,是二氧化碳及水.

三種營養素的平均燃燒熱,據量熱學所測定的如下:

醣類	每克 4.1 卡
脂肪	每克 9.45 卡
蛋白質	每克 5.65 卡

蛋白質不能完全氧化,每克平均要差1.3卡,這數由量熱器的值減去,賸 4.35 卡.營養素不能完全消化,所以這值還得改正.平均計算起來,混合的膳食中的營養素,能被消化及吸

收的數如下:醣類98%,脂肪95%,蛋白質92%.這些百分數加入計算時,值就變爲:

醣類	4.1 之 98%	4卡
脂肪	9.45之 95%	9卡
蛋白質	4.35之 92%	4卡

這些可認爲是三種營養素很準確的生理上的能值.將供給可消化的醣類,脂肪和蛋白質的食品,加以分析,便可算出能值,這樣得着的值可以列表.

關於測定能的需要的研究方法的知識,必須參考專門書籍.能的需要因各人的身材,年齡,性別,形狀及肌肉的活動力而有區別.因年齡及性別而生的差別,一部分由於相伴的自動的及非自動的活動性之差別.

本書限於篇幅,不能將各種食品逐一討論,但大概地說起來,仁果,肉類,乾豆,乳精,乳油,豚脂,或別種脂肪,點心 (pies),果乾及糖類,都有高的熱值.這些雖不必自任何膳食中戒除,却不應爲平均體重以上的人的主要食品.美國人有喜吃糖果的習慣,所以胖子比別國多,試一述其理由,便可明白.一磅的糖等於二磅的牛肉排,三磅的雞蛋,半磅的乳油,或六磅的牛乳.一磅可可糖的能值,等於四磅牛腰肉,六磅雞蛋,三磅麵包,四磅乳精,一磅乳油,或十一磅的牛乳.由這些比較可以看出,小量的糖果,糕餅及冰淇淋等,足使許多人的每日飲食消費增加不少.這些食品,既使食物的消費增加不少,所以多少代替了別種食品.這不免有流弊,因爲有許多糖果,於別種的膳食要素,完全缺乏.

蛋白質之需要　雖然各種蛋白質都含有氮,可是並不

都能在膳食中互相掉換.有些蛋白質不能維持幼小動物的生長,有些竟不適宜於維持成人的體重.這種蛋白質的缺乏,是由於氨基酸成分的性質.

身體能合成某數種的氨基酸,但有些氨基酸則不能够合成,最少有些所合成的量不多,所以必須由食物中供給,這是千眞萬確的.由蛋白質水解而得的許多氨基酸中,確實情形已被知道的,祇有幾種.曾經被證明過,氨基二乙酸(glycine)是身體組織的主要成分,但是可由身體合成適宜的量,所以不必存在於所吃的蛋白質中.動物的身體,必須由所吃的蛋白質供給色氨基酸(tryptophane),否則幼小的動物不能長大,成長的動物會減輕體重.動物生長需要不少的離氨基酸(lysine),但很小的量便足維持體重.膀胱氨基酸(cystine)對於生長及維持體重,似乎都很重要.

玉蜀黍素及動物膠,對於維持體重或生長上,都不適宜.這層沒有多大關係,因爲卽僅在少數的食品中,也有多種的蛋白質存在,所以卽使食品的種類有限,一切主要的氨基酸,似乎都會存在的.

在成長中之兒童應當多飲牛乳,使可得到充足的離氨基酸及色氨基酸,牛乳蛋白質中所含的這兩種氨基酸,比任何別種蛋白質都含得多.

常人每日需要蛋白質五十克,七十五克便算爲很適宜的量.少年人多食肉類或許沒有多大妨礙,可是老人確不宜多食,以免排洩器負擔過重.醣和脂肪的代謝作用的最後生成物,是氣體或液體,而蛋白質的生成物却是固體,並且有些溶度頗低.動物蛋白質和植物蛋白質,孰優孰劣,雙方都有擁

譴的人,可是沒有能證明那一種確比另一種較爲優良的.

主要的無機元素　人體中的平均元素成分,據 Sherman 氏測定如下(各百分數均爲約數):

氧	65 %	鈉	0.15 %
碳	18 %	氯	0.15 %
氫	10 %	鎂	0.05 %
氮	3 %	鐵	0.004 %
鈣	2 %	碘	痕跡
磷	1 %	氟	痕跡
鉀	0.35%	矽	痕跡
硫	0.25%		

這些元素,除前四種外,都是無機元素.這種分類雖是任意規定的,却頗便利.最後三種,就是碘,氟和矽,都以極微的量存在,它們的膳食上的價值,要看機會了.可是碘是甲狀腺的一個主要的組織成分,並且據研究的結果,食品中含有相當的碘,對於這腺的正常機能十分重要,似乎是可能的.

鈉與氯含於血液及體中的其他流體裏,並且以氯化鈉略存於組織裏.鹽是不斷地爲皮膚及內腎所排洩,所以必須由食品來補充.

鉀以磷酸鉀存在於人體的柔軟組織中.化學家多以爲食物含鉀,則鈉更易排洩,因而吃鹽更多.所以吃馬鈴薯及別種菜蔬時的加鹽,似乎不但是爲調味,也是生理上的需要.

每天的膳食中若用適量的蔬菜,鉀的需要便能完全滿足,世界各地的人莫不用食鹽調味,鈉和氯的供給,都不愁不充足了.

人體所需之硫,係由蛋白質供給,蛋白質約含有 1% 的硫.在實際上,蛋白質適宜時,硫是不會缺乏的.

體中的小量的鎂,有七成以上,存在於骨頭裏.含於肌肉中的比鈣還多.鎂的需要,還未曾完全研究出來,但似乎是爲蔬果及肉類中的礦質所供給,在不少的蔬菜及肉類裏,所含的鎂較鈣爲多.

膳食中最會缺乏的無機元素,是鈣,磷和鐵.

鈣是存在於體中的最豐富的無機元素.約有99% 存在於骨頭中,所以在兒童的膳食中,極爲重要.這元素含於穀類及肉類中的不多,而這兩類物質,占了平均膳食的極大部分,所以鈣極有缺乏的可能.正常的鈣量,約爲每天 0.68 克,合 1.0 克的氧化鈣.要得着鈣,可多吃乾酪,牛乳,雞蛋和豆類,以代替尋常所吃的幾種肉類,也可吃甜菜,蘿蔔,生菜,胡蘿蔔,柑橘和杏仁等蔬果.

每日膳食所含的磷爲 1.44 克,合 3.3 克的五氧化磷(磷酐).人體的磷的存在形式,有骨中的磷酸鈣,細胞核的磷化蛋白質,腦筋和神經組織的磷化脂肪,以及醣類,及關係物質的磷酸酯.這些形式的磷,也存在於食品中,並且都可利用.雖然磷的供給或可是無機的,可是有機磷有時確是更有效力.磷由幾種食物適當地供給,現將這些食物,依其含磷的多寡,依次列於下面:乳酪,乾豆,杏仁,全麥,花生,雀麥,核桃,瘦牛肉,雞蛋,乾梅及牛乳.

常人每天需要0.015克(15毫克)的鐵.無機鐵做食料的正確情形,還沒有確定.不論如何,體中所需要的鐵,應由食品的有機鐵供給.下列的食品,若依等重計算,含鐵多少的次序如

下:蛋黃、乾豆、全麥、杏仁、瘦牛肉、雀麥粉、菠菜、乾梅及蛋.

生活素(vitamins)　尋常營養素以外,曾發見五種對正常的代謝作用極爲重要的物質.這些被稱爲生活素(此外還有維生素、活力素、維他命等種種名稱),因爲對於它們眞確的化學性質尙不明瞭,所以各稱爲生活素 A、B、C、D 及 E.這些物質含在好些食物裏,但爲量極爲微少.生活素究竟是何元素,及其它本態如何,尙不可知,卽有多少種類,也待研究而闡發.發見的原因如下:1881年英人 Hopkins 發見用各種營養素飼餵動物,仍不能維持生命,然後爪哇的荷蘭醫士 Eikman,及美國人 MacCollum,漸次研究,才知道體軀構成的重要因子,尙有種種的生活素.其後逐漸研究,到現在發明而被認爲成立的,共有五種,現在略述如下:

(1)生活素 A　這素溶解於油脂,而不溶解於水,缺乏這素,則幼小時不能生育,發生佝僂病,成年則發生眼病,這素怕酸化及氧化,如果遇着,便被破壞.

(2)生活素 B　這素可溶於水,不怕酸及氧化,而怕鹼性,如果缺乏,則成長停止,發生脚氣病,有害心臟.

(3)生活素 C　這素可溶於水不能耐熱,過攝氏五十度卽被破壞;貯存於酸性液內,則不易破壞,缺乏這素,則發生壞血病.

(4)生活素 D　這素與日光極有關係,於一定時內受紫外線的照射,便產生這素.缺乏這素,則發生佝僂病,行動艱難.

(5)生活素 E　這素缺乏,則生殖停頓,雄性的生殖細胞顯見破壞,雌性的卵巢也受障礙,就是已有胎兒,一缺乏這素,也就停止發育而死.

Funk 試驗隔離生活素B時,開始用一百二十磅的米皮,最後僅得着0.5克的生活素.生活素以如此微小的量存在,且對許多化學作用極不穩定,所以對於決定它們的化學性上面,沒有多大的進步.據多次的研究所證明,生活素B是一種稠雜圜族(heterocyclic)氨基的衍生物,這氨基或許是嘌呤(purine).

生活素C極不穩定,化學性也不明.可溶於水及醇,隔膜分解極和生活素B相同,但這相似點,不足藉以假定化學性的相似.

生活素A可溶於脂肪及脂肪溶劑,不過不是脂肪,最少是能和氫氧化鈉的醇液同煮二十分鐘而不水解.它的化學性尚未認出,但似乎和植物及動物組織的色素(尤其是黃色)略有關係.

據研究所證明,生活素的化學組織較酵素簡單得多.生活素和酵素相同,最能由其生理性看出來.可是,生活素的效應是負的,就是如果缺乏生活素,會發生某種病症.

生活素B及C對於成長,雖然也很重要,可是生活素A有時稱爲促進成長的生活素.缺乏它會患眼乾燥病(結合膜炎),或甚至失明.一般的精力及身體的健康,都依賴生活素A的存在.如果缺乏這素,人便較易傳染結核病,及數種別的疾病.

生活素A似乎僅在植物以內構成,不過能逃出消化過程,時常儲藏在動物組織裏.它存在於乳油中,但含量因牛的飼料而異,這可證明生活素是儲藏而非合成的.這生活素存在於乳油、魚肝油、紫花苜蓿、菠菜、牛乳全乳、煉乳、蒸發乳與乾

乳及蛋黃中爲量最多;番茄(新鮮的及乾的)、軟莢菜豆、羽衣甘藍、胡蘿蔔、肝及雞蛋中,也有存在,不過其量較少.雖然植物種籽,及許多別種植物,也略含有這素,然而通常多含於牛乳、雞蛋與綠葉中.精製的穀類、糖類、植物油類及肉類(肌肉、果實及仁果,比較地缺乏這素.

生活素 B 或抗神經炎的生活素,發見最早.它的化學性已在前討論過.缺乏這生活素的結果,在人便是食慾減退,停止生長,最後患軟脚病,在雞鴨是患相似的多發性神經炎病(polyneuritis).它不僅是促進成長的生活素,對於不論老幼的正常營養,也極重要.

脚氣病雖然別國也有,而多發生於東方,因爲東方人的膳食多半是精米.監獄及其他膳食會受限制的處所,這病時有發生.在食物多半依賴當地供給的地方,它常是一種時季病.

生活素 B 存在於番茄(生的、罐頭的、乾的)、紫花苜蓿、大豆、菜豆、甘藍、菠菜、釀母、全穀、腦子、肝、魚子、葡萄、柚、檸檬、白檸檬、柑橘、多數的鮮菜、仁果、牛乳及乳製品中.尋常烹調所破壞的生活素 B,爲量不大.可是,這生活素可溶於水,所以若將煮菜的水或罐頭菜的湯倒去,損失便不少了.

生活素 C,或稱抗壞血症的生活素(antiscorbutic vitamin),和生活素 B 相同,可溶於水.壞血症是因缺乏生活素 C 而起的病,數世紀來,時有所聞,十八世紀初葉時,已知這病是由膳食上的缺乏而起的.每次戰爭,軍隊總受壞血病的害,有許多軍隊中因患這病而死的人,比戰死的人還多.據說葡萄牙航海家 Vasco de Gama 於 1497 年乘船繞行好望角時,一百六十

名船員中,竟死去一百名.在當時的許多長途海程中,死於壞血症的人,爲數極衆.陸上及海上的一般探險旅行,因沒有新鮮蔬果而,不得不食乾糧,加以缺乏關於抵抗壞血病的食品的知識,以致總爲壞血病所阻撓.

歐戰之時,科學的膳食控制的重要,已被認識,且已成立,所以美國軍隊,不論在本國或在國外,患壞血病的極少,或竟沒有.這多半因爲膳食中包括大量的新鮮馬鈴薯罐頭番茄及蒸發的牛乳,除極短時期外,這些食品,一切軍隊都能得到,正在作戰的軍隊,卽新鮮的菓品、番茄及別種蔬果,也吃得着.

英法之海陸軍隊,因有相似的預防,也比較地沒有壞血症發生;但美索不達米亞的英軍,却受這病的害.1916年十九個星期中,駐在這地方的軍隊,死於壞血症的,竟達七千五百人之多.印度軍隊(屬上述軍隊以內)因爲缺乏新鮮的蔬菜、肉類及牛乳,死的最多.

生活素C存在於檸檬汁及橘汁、樹莓、番茄、甘藍、萵苣及燕菁甘藍中,而葡萄、柚、軟莢菜豆、胡蘿蔔、牛乳及新鮮肉類中,也含有少量的.牛乳以巴斯德氏滅菌法消毒,或許將抗壞血症生活素的一部分破壞.所以不吃人乳的嬰兒的膳食中,應加橘子汁,或番茄汁,以防嬰兒壞血症.

生活素與食物供給 二十年來,科學家對於生活素,研究不遺餘力,並且從事宣傳,因此引起了社會對於這事物的興趣,同時也招了好些誤解.研究工作雖然進行了不少,可是還有許多尙待研究.各種食品所含的生活素的量,還沒有完全計算出來,而保藏食品的各種方法,會破壞生活素到何限度,多半尙不明瞭.玉蜀黍疹(pellagra),以及或許他種疾病,是

由於膳食上的缺乏一層,似乎是確實的.這整個問題,復經有能力的研究家,藉人類的膳食及試驗動物(白鼠、豚鼠及鴿鴿等)從事研究,對於認爲和生活素B相似的已知組織的化合物,也有不少的研究成績.

歐.美市場有多種據說含有生活素的製劑出售.其中有的完全沒有價值,有的確含有點生活素,但攏總都非必要.多吃牛乳、乳製品及新鮮的蔬果,便可得着一切生活素的適宜的供給.雖然罐藏蔬果,在效力上,或許多比不上新鮮的同樣蔬果,可是常能供給不少的生活素,尤以罐藏番茄爲最顯著.在這應當記着,牛乳和蔬菜,是最能供給無機元素的食品.有好些不喜歡生活素是乾的,或人造的製劑,而不願由衞生的食品獲得生活素,這傾向是應當祛除的.

食品之經濟的價值 食品之經濟的價值問題,不論由國家富源的立場,或由家庭經濟的立場,都可以加以研究.在許多情形中,結論都是相同的.

牛乳乃原來卽爲供食物用的唯一物質.雖然含鐵比較地低,可是在各方面都很適宜.幼小的哺乳動物,初生下時,身體儲有鐵質,維持它們到可吃固體食物的時期.並且乳中的鐵質,營養的效率頗高.牛乳不但適宜,也是經濟的食品.用穀類或乾草飼養乳牛,比較飼養專供屠殺的畜類,要經濟得多.其他國家的及膳食的經濟,也要顧到,比方多吃全麥、玉蜀黍、雞蛋及魚類.現爲篇幅所限,不能詳細討論,可參考關於食物的專書.

紐約貧民狀況改進會,於1914—1915年調查九十二家伙食費的平均分配如下:

食物	伙食費之百分數
肉類及魚類(雞蛋及介類在內)	33.19
雞蛋	5.55
牛乳	9.08
乾酪	1.13
乳油及其他脂肪	8.14
穀類	17.85
糖及糖漿	3.80
蔬菜	9.12
果實	6.03
仁果	0.35
雜類(多爲飲料,糖果及其他食物輔助品)	5.76

Sherman氏認這離理想太遠,在他自己有三個大人及四個在發育的兒童的家庭中,伙食費的分配如下:

食物	伙食費之百分數
肉類雞鴨及魚類	10—15
雞蛋	5—7
牛乳	25—30
乳酪	2—3
乳油及其他脂肪	10—12
麵包及穀類	12—15
糖及糖漿	約3
蔬菜及果實	15—18

Sherman氏家庭伙食費分配的不同處,就在用於肉類及穀類的較低,而用於牛乳及蔬菜的較高.成人每人每天宜飲

牛乳半升,在發育的兒童,應飲一升.這些表中的值的主要功用,就在表明常人膳食的普通缺點.各種食品的相對價值,因時季,市況及地方而有高下,所以接受絕對的值時,應當留意.

數千年來,人類的生活方式,屢起變化,對於食物,乃不得不加以注意.趨勢是逐漸向着食品的精美及保藏,所以需要更大的注意.歐戰之時,食品缺乏,於是各國朝野,競相研究國際食品供給及個人膳食的問題.冷藏雖然不是理想的辦法,且由美學的立場看來,或許不佳,可是在保藏及分配新鮮食物一事上,極有成績.所以從前是農人或老圃的且也僅是他們短時期的特別權利的食品,現則城市中,海船上,即連軍隊裏,也能享受了.

第八章 食品之製備及成分

人類的食物,全是直接地,或間接地,由地上的植物所取得.這話也有例外,就是所消費的食鹽及水,有的是直接以無機物質得着的.藻類,菌類及顯花植物,都可作爲食品,而顯花植物沒有逃了人們的口腹的;根部,鱗莖,葉莖,果實及種籽,都可以吃.人類依過去之經驗及氣候,根據了需要及最大的便利,選擇植物,加以培植及保藏.在有些地方,人類發現利用動物以充食料,最爲便利,這些動物便和植物一樣,爲人們所選擇豢養.據說沒有一種够大的動物,不曾被人類吃過的.

現代文明的結果,使一處地方在一年之中能獲得很大百分數的這些天然的植物食品.膳食的種類雖然因此而增加,而將這些食品用各種不同的方法製備,花樣乃更加繁多.比方,小麥可做麵包,餅乾,糕餅,麵條,餃子,薄餅,饅頭,燒餅,油條,饝子,或許多別種形式,各形式間的味道間不同的程度,正如米麥間的不同一樣.

食品之成分

食品或稱食料 (foods, food materials, articles of food) 這名稱是指用爲食物的材料,比如蘋果,馬鈴薯,雞蛋等等.營養素 (foodstuffs) 是指這些有膳食價值的食品的組織成分,比如脂肪,蛋白質及鈣等.

僅含一種營養素的食品很少.最優良的白糖,尋常含有 99.5% 以上的蔗糖 (sucrose); 其餘多半是水分.除軟水外,沒有像糖這麼純淨的化學物質.食鹽雖然或許很純,却含有鈉

及氣兩種營養素.各種植物油及它們的氫化產品,差不多全是脂肪,但是是由各種脂肪混合而成.別種食料都含有兩種或兩種以上的營養素.這天然食料的複雜性,最爲重要,因爲有不少人的膳食,因習慣或需要的關係,種類有限,所以雖僅吃幾種食品,膳食仍可平衡而適宜.常人極易養成認定含有特殊營養素的食料,如澱粉食料,蛋白質食料,或鈣質食料的習慣,這習慣有利有弊,利是使人注意食料的主要性質,弊是所含的其他營養素易被忽略了.說馬鈴薯是澱粉食料,是忽略了其中所含的蛋白質,鈣,磷,鐵及生活素,它們的百分數雖然有的很低,可是尋常所吃的馬鈴薯爲量頗大,所以供給於膳食的這些營養素,比較百分數高得多的食料還要多.例如,一百卡的馬鈴薯,或4.23 啣,僅含0.0015克的鐵,而一百卡的菠菜,或14.76 啣,則含 0.0133 克,有九倍之多.因有這麼高的鐵量,菠菜常被稱爲鐵質食物,這名稱確表明它的主要的膳食功用.可是,吃馬鈴薯的機會,比吃菠菜多,卽一頓飯中,一個人可吃到四啣的馬鈴薯,但菠菜還恐怕吃不到二啣.這可表明馬鈴薯所含的鐵,差不多有菠菜所含的那麼多.兩者的相對價值,要看價格及膳食的能藏要增高或是要減少而定;若是鐵量相等,馬鈴薯所供給的能,九倍於菠菜.所以,由此可見一種食料當作某種營養素來源的重要性,不全靠存在的百分數,而多半依食料在膳食中所占的地位而定.

食料之分類　食料除分爲動物的和植物的兩大類外,並沒有公認的分類法.動物和植物的界限,從來未遵守過,並且確沒有特別的用處.佛家戒殺,所以將食物分葷素兩類,沒有別的理由.動植物食料的化學成分,十分相似,以致化學的

分類,也沒有用,所以分類常因工業的習慣或著作家的便利而定.有時這些分類純是任意而定的,比方畜肉和雞肉間,或果品和蔬菜間的界限.果品和蔬菜的界限,據美國法院判決例,要看食物是吃飯時候吃的,還是飯後吃的而定.著者爲本書的目的起見,將食品分成下列十類:

1.牛乳及乳製品	6.蔬菜
2.蛋類	7.穀類
3.肉類及雞鴨	8.果類及仁果
4.魚介	9.糖及糖製品
5.脂肪及油	10.飲料及調味料

本書限於篇幅,不能將這十類食料一一詳加討論.第五、第六及第九三類,曾在前幾章中略敍述過,這裏的討論,將多半集中於第三、第七及第八三類,因爲這三類在烹調時最會起變化的.

肉類 肉類由屠宰坊出來時,含有骨、筋、連胴、脂肪、可食蛋白質及鹽類,和稱爲肉膏質(oxtractives)的可溶性含氮物質的水溶液.骨頭不能吃,廚子切肉時,將其扔去,或吃肉的人丟下不吃.筋須用特別方法烹飪才可以吃,尋常多半不吃.許多肉塊的損失,多半由於骨頭和筋,判斷各肉塊的相對成本時,必須注意這層.脂肪多被取去,或被留下不吃,不是因爲不能吃,乃是因爲不大好吃.瘦肉是連胴所連起來的纖維,這連胴多半是由彈力素(elastin)及成膠質(collagen)兩種蛋白質所構成.每根纖維有彈力素的蛋白質所做的外層,保存肉汁不致流出.這纖維中有蛋白質,肌凝蛋白質(myosin)、肌肉蛋白素(muscle albumin)、血色素(hemoglobin)、水和鹽類,還有

肌酸(creatine)及肌酐(creatinine),這是兩種主要的肉膏質.肉的風味多半由於肉膏質.肉類的脂肪的分佈,區別很大,比方在圓肉脯及雞胸中,脂肪集中一處,易於移去;在豬肉及鵝鴨肉中則脂肪也分佈於纖維間,多半不能移去.瘦肉的水分,約有七成.牲畜年老,做過較多的工作,連腱和纖維皮便加厚加重,肌肉因而變老,堅韌不易咀嚼.有些肉,例如雞的胸脯,這些纖維很短,但在別種肉中則長得多.除存在於纖維中的蛋白質以外,還略有點肝糖(glycogen).肝糖的量,因動物及纖維的位置而異,但少有達到1%的.

動物死時,肌蛋白質凝聚,肌肉因而僵硬,這在醫學上稱爲死後強直(rigor mortis).在這狀態中肉是老的,所以應當一殺就煮,好像尋常煮雞鴨一般;否則將其放置以待這情形消失.組織放置時所發生的酸類,連着存在的酵素的作用,使肌蛋白質的凝塊(coagulum)分解,結果是韌態消失,同時發生一種新鮮肉所沒有的風味.有些人喜歡這過程在牛肉中發展,使其略爲變味,再加烹調.

蔬菜　蔬菜間沒有像肉類間的那樣整齊,這因爲它們在植物學上是不同的;馬鈴薯是塊莖;洋葱頭是鱗莖;蘿蔔,胡蘿蔔和洋花蘿蔔是根;石刁柏(龍鬚菜)和芹菜是莖;甘藍及莧菜是葉;番茄,茄子和南瓜是果;豆類則是種籽;而萵苣則葉子和根都可以吃.有纖維的蔬菜很少,但細胞壁中常含有不少的纖維素,這纖維素相當於肉類纖維的彈力素及成膠質.水分自15至95%不等.雖然牛乳是液體,其實龍鬚菜,甘藍,胡蘿蔔,花椰菜,王瓜,茄子,北瓜,萵苣,食用大黃及幾種別的新鮮蔬菜所含的水分,比牛乳還多,卽馬鈴薯的水分,也差不多和牛

乳同樣多.

一切的這些蔬菜,除果實和種籽以外,結構多很相似.它們都是由細微的細胞所構成,細胞壁是纖維素或半纖維素.這些細胞所含的,是鹽類的水溶液,澱粉,蛋白質,可溶性氮化物,時常也有糖類.它們在這些成分的相對比例上,差別很大.下表表明幾種尋常蔬菜中的成分百分數:

數種普通蔬菜之成分百分數(Wiley)

	水分	蛋白質	脂肪	醣類	粗纖維	灰分
龍鬚菜	93.96	1.83	0.25	2.55	0.74	0.67
萊豆(洋扁豆)	68.46	7.15	0.69	20.30	1.71	1.69
豆	87.23	2.20	0.37	7.52	1.92	0.76
乾豆	15.86	20.57	0.69	55.49	3.86	3.53
甜菜	88.47	1.53	0.14	7.94	0.88	1.04
甘藍	90.52	2.39	0.37	3.85	1.47	1.40
胡蘿蔔	88.59	1.14	0.42	7.56	1.27	1.02
花椰菜	90.82	1.62	0.79	4.94	1.02	0.81
王瓜	95.99	0.81	0.22	1.83	0.69	0.46
萵苣	93.68	1.41	0.38	2.18	0.74	1.61
洋葱頭	87.55	1.40	0.26	9.53	0.69	0.57
豌豆	79.93	3.87	0.49	13.30	1.63	0.78
馬鈴薯	77.02	2.16	0.06-0.1	18.29	0.66	0.91
北瓜	88.09	0.92	0.18	8.05	1.04	1.72
甘薯	70.27	2.41	0.99	30.81*	1.26	1.14

近似分析法不能得準確的結果,所以這些值還得略加說明."水分"是蔬菜在100°C.乾燥時所失的重量;所以這值

* 含有澱粉24%及糖類6.81%.

包括任何揮發性酯或其他化合物,而蔬菜的氣味和風味,正多半由於這些物質.這些物質雖然重要,含量却小,所以量的錯誤不大.所有的一切氮化物,也都算爲"蛋白質",因爲分析時是測定氮量,再用6.25乘的.有時錯誤或許很大."脂肪"實在是指可溶於醚的物質,但是略有錯誤,因爲存在的物質,僅是各種脂肪,略帶點蠟及着色物."纖維"多半是纖維素,戊醣酐(pentosan)及其他不能消化的醣類."醣類"包括澱粉及糖類在內,但因兩種都能消化,都有同一的營養價值,所以通常並不分別測定.

穀類(cereals)　穀類是草本植物的種籽;米、麥、黍、稷是這類的最重要的代表.小麥在歐、美是最重要的穀類,遠非別種穀類所及,但亞洲所種植所食用的,以米爲最多.美國所產的玉蜀黍的量,比任何其他穀類多得多,但供人食的還不上一

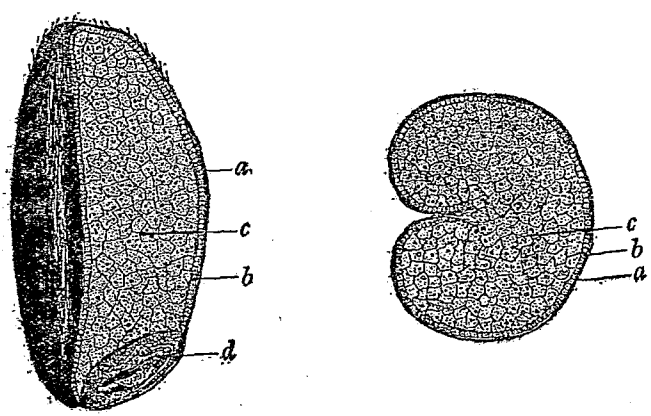


圖 7.　麥粒之簡圖　(縱截面及橫截面)
a. 麩皮; b. 麥蛋白質層; c. 澱粉細胞; d. 胚.

成.

各種穀類在植物學上,關係極爲密切,所以在結構上,成分上,並且除了少數例外,在形態上,都很相似.小麥顆粒的結構,很可做穀類的代表.它在實質上分爲四部:麩皮,麥粉蛋白質層(aleurone layer),澱粉細胞及胚.這四部分的相對地位,見圖7.

在化學上,穀類的成分是相似的,和多數蔬菜的成分也略彷彿.這些相似點,可由下表表明:

數種普通穀類之成分百分數

穀類	水分	蛋白質	脂肪	醣類	粗纖維	灰分
玉蜀黍粉	12.5	9.2	1.9	74.4	1.0	1.0
雀麥粉	7.3	16.1	7.2	66.6	0.9	1.9
米	12.3	8.0	0.3	78.8	0.2	0.4
黑麥粉	11.4	13.6	0.2	71.5	1.8	1.5
小麥粒	10.6	12.25	1.75	71.25	2.4	1.7
全麥麵粉	11.4	13.8	1.9	71.9	0.9	1.1
Graham 麵粉	11.3	13.3	2.2	71.4	1.9	1.8
專利滾子法麵粉 (patent roller flour)	11.5	11.4	1.0	75.6	0.2	0.5

這表除小麥外,不必詳細說明,小麥因磨製的方法及工業的習慣的不同,而製成成分大異的麵粉. Graham 麵粉原來是未篩過的麥粉,所以成分和麥粒一樣.可是,現在出售的 Graham 麵粉多半除去了幾種成分."全麥"(whole wheat, entire wheat) 麵粉的胚和一部分的麩皮,通常都被除去,所以並非全麥.礦質及生活素,多半含於胚,麩皮及植物蛋白質層中,所以精製麵粉的成分,有近於澱粉的傾向,營養價值也因

以減低.

早餐穀類(breakfast cereals)　用水或牛乳煮雀麥粉或別種穀類的風俗,由來已古. Porridge (粥) 這個英文字,始於十六世紀,通常多認爲粥是蘇格蘭人所發明的.這食品由早期的殖民家傳到美洲,即在現在還是英、美兩國的早餐食品,不過形式略有改變.美國人喜翻花樣,製了不少的這類食品,稱爲早餐穀品(breakfast cereals)、穀品 (cereals) 及早餐食品 (breakfast foods).

這些製品中所用的主要穀類,是雀麥、小麥和玉蜀黍,而各種製品的專用名稱,不勝枚舉.中國所最知道的便是"桂格麥片"(quaker oats),可是它們的單位價格和風味,雖然區別頗大,成分和營養價值,却相差很小.

舊式的製品,僅是穀粉,有些在市場中還有售賣,我國的米粉便屬這類.現在市上所賣的麥片,及其他滾過的穀片,是略爲蒸熱,趁溼滾壓成片,後再烘乾.這些比舊式的略好,因爲已經半熟,所以烹煮時所費的時間及燃料要少得多,計算這些穀類的相對價值時,這是一個重要的因子."五分鐘麥片"可做這類的代表.

有不少的這些"穀品",買來便可以吃.它們通常是片狀或屑狀,有的是一種穀製成的,有的是幾種穀混合而成的.製法是將穀類洗淨煮透,滾壓成片,後再烘乾,有時則是烘炕(toasting),使生一種特殊的風味.屑式是先磨粉,烘乾炕焦,再行研細.這和中國的炒米粉及高粱炒麵相像.有的這些產品,於磨粉後拌麥芽糖化(malting),使澱粉一部分變爲麥芽糖,便發生了微甜的特殊風味.糖化的目的,既在發生風味,又在

幫助消化.幫助消化的價值,有點可疑.有時加入糖漿,焦糖,食鹽或別種物質.

關於這些食物所發生的問題,十分繁複,讀者若要作進一步的研究,非參考專門書籍不可.可是,製造家爲這些食品所做的宣傳,可說是時常言過其實.它們通常是衛生清潔的食品,裝在不入灰塵的包盒裏,所含有的營養素,大約和麵包相同,風味可口,食用便利,並且易於消化,且被人體所利用,和麵包相同.價錢通常頗貴,但因其風味及便利的關係,價錢雖貴一點,人也會購買的.測定相對的成本時,包盒內所裝食品的重量,價格及調製的便利,都應計算.能值多半依所用的穀的種類而定;雀麥製品每磅平均供給1750卡;小麥1500－1650卡;玉蜀黍1700卡;米1600卡.84－90%的能可爲身體所利用.在美國,雀麥的食品最爲便宜,其次是玉蜀黍及小麥食品,米食品最貴.歐,美各國,都有將這些食品和牛乳或乳精同煮起來吃的風俗,更增加了它們的食品價值.

麵包與其他烘製之穀產品 穀產品的製法很多,中國多半是蒸,歐,美多半是烘,歐,美的各種烘製的穀產品,可以分爲麵包,餅乾,漿餅 (batter cake)、餅及點心(pastry)五類.其中以麵包爲最老且最重要.任何穀類都可製造麵包,但若是用小麥以外的穀類所做時,名稱上必注明,如黑麥麵包,玉蜀黍麵包等.若用的是特別麵粉,便注明那麵粉的名稱,例如全麥麵包.倘加了特別材料時,也特別注明;例如葡萄乾麵包,核桃仁麵包.單稱"麵包"時,總是指白麵做的釀母麵包,即連這種麵包,也有不少的形式,在色狀及味道上,都很不同.這些差別,不僅因爲烘法不同,也由於所用的麵粉的成分,麵粉所含

的麩質的百分數,沒有一定.雖然各地及各種的小麥,在這層上頗有差別,春麥所含的比冬麥多.麩質不是單純的蛋白質,乃是植物膠質和麩質素(glutenin)的混合物,約占所有蛋白質總量的85%.這兩種蛋白質的相對比例,是和蛋白質的總量一般重要.植物膠質是可溶於酒精的簡單蛋白質,而麩質素則是一種穀蛋白質,所以都不溶解於水.溼的植物膠質使粉團有韌性,及附着性,且和麩質素附着.植物膠質過多,粉團軟而發黏;過少則缺乏受範性,因而發得不好.在最佳麵粉裏的麩質含有植物膠質65% 和麩質素35%.

製造麵包的主要材料是麵粉、水、食鹽和酵母.食鹽增加麵包的風味,也減速酵母的糖化酵素的作用.這略使發酵變慢,也使麵團不易發生酸性發酵或發酸.酵母酵素將澱粉水解而成麥芽糖,再使麥芽糖發酵而發生二氧化碳和水.製造麵包,方法有些變化.可以加糖,使發酵加速,常用牛乳以代替水,雖然麵包發得較慢,可是營養力更大,有時加乳油或豚脂等脂肪,使麵包的組織較佳.

快發法中,材料是做成硬麵團.好好地揉,於是讓它發大二倍,再加揉捏,使氣體分佈均勻,做成麵包坯,將其靜置,等到再發大二倍時,便可以烘.**慢發法**中,所用的酵母較少,是將酵母、麵粉及水,和成溼麵團,開始發酵.溼麵團可留過夜,再加麵粉,做成麵團,以後和第一法相同.麵包的成分就等於各材料的成分.在簡單的麵包中,麵粉成分的變化,是因水分由10%加到36%.

別種烘製穀產品的成分及製備,因限於篇幅,不能詳細討論.它們和麵包間的不同,及它們本身間的不同,是在發酵

的方法及所加的材料,所加的材料中,有奶油及別種脂肪,糖,調味料,果實及香料.由化學的立場看來,酵類最爲重要,當在下面詳細討論.

酵 類

酵類 (leavens) 在化學上並非一類的物質.酵是用於烘製,以使製品輕鬆的任何氣體,或發生氣體的物質.它們可分三類,就是:(1)生物的,(2)化學的,(3)機械的.

酵母 (yeasts) 酵母是當酵素用的最重要的微生物,也許是人類所用的第一種酵素.古代埃及人便已知道有酵素,其後希臘人及羅馬人也都用過.

酵母是單細胞的微生物,屬於菌類植物.最普通的酵母,屬於酵母菌科(saccharomycetaceae)酵母菌屬(saccharomyces).這種屬之中,最普通的種是普通的啤酒酵母菌(S. cerevisiae),及葡萄酒酵母菌(S. ellipsoideus).這些種中,還分幾個亞種.釀酒業中還用兩個術語,就是"頂酵母"及"底酵母".這兩個名稱的來歷,是由於有些酵母當發酵時,留於桶底,成沉澱物,有的浮在酒面,形成泡沫.可是,發酵完成以後,頂酵破裂,沉到桶底,這或由於糖變酒精,而液體的比重減低.

酵母的重要,在於能將醣類變爲酒精及二氧化碳.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

製造葡萄酒及啤酒工業,及麵包的製造,都利用酵母的這種性質.酵母對各種醣類的作用,多少有選擇性.酵母菌屬中,一種能使乳糖發酵,兩種使麥芽糖發酵,兩種使蔗糖發酵,五種使葡萄糖發酵.

酵母菌的形式都是橢圓的(見圖8);普通長0.007－0.009毫米(millimeter). 細胞從來沒有鞭毛,也永不自動,有細胞壁.很幼小的細胞,是沒有的.但老細胞的壁,可以很厚.它們細胞的原形質,可分三部:外層質(ectoplast)、細胞漿(cytoplasm)和核.因有這一定的核,所以和細菌不同.每個細胞也含有一個或一個以上的空泡(vacuoles).尋常的酵母藉出芽法繁殖,但在某種條件之下,尤其當缺乏食物時,却能生成胞子,通常是每細胞裏含有四個,在這狀態中,植物乃更能抵抗乾燥,乏食,冷熱,或有害的物質等惡劣環境.這些胞子在有適當的食物及溫度時,便大活動,再藉出芽法而生成新的細胞.

磷,鉀,鎂和硫,對於酵母的適宜培養,都頗重要.鈣雖然不重要,可是在培養的過程中,似乎頗有助益.

人造培養液的成分,差別很大. Jörgensen 氏主張用下列的鹽類,每升液中,總量不出一克:

酸性磷酸鉀(acid potassium phosphate, KH_2PO_4)

硫酸鎂(crystalline magnesium sulphate, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$)

磷酸鈣[tribasic calcium phosphate, $Ca_3(PO_4)_2$]

培養酵母所需的無機物的本性及分量,可由這種溶液得個概念.除這些物質以外,還有幾種能使發酵加速.

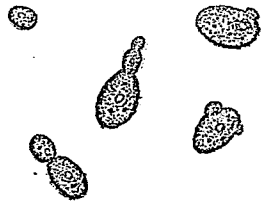


圖 8. 酵母之繁殖法

雖然曾證明過酵母能同化乳酸,甘油,糊精和酒石酸,但不吸收草酸,和它的鉀鹽及銨鹽,並且酵母能儲大量的肝糖,可是酵母所同化的有機物中,以糖類占主

要地位.

氮對於培養的過程極爲重要.有幾種酵母菌中,氮可由銨鹽供給,但有的則需要有機氮化物.有機氮化物通常由和醣共同存在於穀類或果實等天然來源中的蛋白質供給,消化蛋白素及醯胺都參加作用.馬鈴薯所含的天門冬素 (asparagin),是氮的重要來源,因酵母而變成蛋白素.

酵母普通含有三種重要酵素:酒精酵素(zymase)、轉化酵素 (invertase) 和麥芽糖酵素 (maltase). 酒精酵素將葡萄糖或果糖變成酒精,麥芽糖酵素將麥芽糖變成葡萄糖,轉化酵素將蔗糖水解而成葡萄糖和果糖.發酵時之溫度,應常在5—30°C. 之限度間,30°C.度的溫度,對於酵母的生長和活動,最爲適宜.可是,製造麵包時,略低的溫度較爲適宜,因爲麵團常有細菌侵入,誘起酸性發酵,做成的麵包便是酸的.溫度較低時,這些菌活動較慢,可加充足的酵母,使麵團乘未變酸便發酵起來.麵團若要過夜,冷至20°C. 的溫度,或許相宜.可是,酵母能抵抗30° C.以上的溫度.曾被證明過,酵母加熱到58° C.三十分鐘,再冷却到30°C. 時,發酵很快,加熱到65°C. 的,發酵便慢,但加熱到70°C. 的,便不活動了.

通常用以烘製的酵母,共有三種商業的形式,液體的、乾燥的和壓縮的.

液體酵母 常被稱爲"家製"酵母,或 starter. 手續及成分或許略有區別,但培養物尋常是由馬鈴薯得的.下列的是一個代表的配合量:

馬鈴薯,中等大小者四個, 食鹽一茶匙

洗淨切開. 乾酵母一塊,浸於四分之

熱水一升　　一杯溫水中,或
糖四分之一杯　　壓縮酵母一塊

將馬鈴薯擦碎,直接落於水中.煮約五分鐘,不絕攪動.加糖及鹽,讓其冷却.冷至微溫時,加入酵母.維持於大約20°C.的溫度二十四小時,卽可應用.

我們若記着鉀,鎂,磷,硫,氮,都是重要的,那末馬鈴薯適宜於做培養物,便很顯明.分析馬鈴薯的可食部分,知道這五種元素的百分數如下:鉀 0.429,鎂 0.028,磷 0.058,硫 0.030,蛋白質(氮 ×6.25) 2.2.

乾燥酵母　它的製法,是將鮮酵母和澱粉或麵粉混合,做成硬的麵團,在低氣壓下,於溫和的溫度(45—60°C.)中乾燥.乾後切塊,裝包,可留數月不壞.細胞因被乾燥歷程的影響所以活動能力比較別種形式的爲慢.

壓縮酵母(compressed yeast)　通常是蒸酒廠的副產品.商品的壓縮酵母,由啤酒酵母製成的,爲數很少.酒底酵母發酵較慢,且含有由蛇麻草所得的苦樹脂,所以不合烘製之用.酒面酵母用於烘製較爲適宜.商品酵母中所用的,多半是啤酒酵母菌.將培養的酵母菌混合起來用,最爲有效.有兩種菌,單獨地差不多不能引起發酵,但若和別種菌合用時,便引起大量的發酵.酵母製淨後,單獨地或和澱粉混合,壓成小餅.這些酵母極易變壞,所以非卽冷藏不可.因爲商業上普通出售的酵母,極易變壞,所以購客應能認明可用的情形. Leach 氏將它說明如下:"當新鮮時,應是乳白色,內外一律,組織應是細而均勻;應是潮溼而不發黏.放進口中,應速卽溶解,不發酸味.有特殊的氣味,應略像蘋果的氣味.絕不有乾酪的氣味,如

有這氣味,或顏色發暗,或起斑紋,都表示其內部正在分解."

一份酵母樣品中的活動細胞,可以用顯微鏡檢查.取極少的酵母和一滴水,在玻璃片上混合,再攪入一滴的甲紫紫(methyl violet),曙光紅(eosin)或一品紅*(fuchsin)的淡染色液.加上蓋玻璃,放在顯微鏡下檢查.活的細胞無色,或近於無色,而死的細胞則染了色.可是,Matthews 氏發見3c.c.的酵母,用0.1c.c.的0.1%次甲藍(methylene blue)處理時,死的及不活動的細胞,被染成蒼白色,但是有1—20%的細胞,被染成鮮藍色.啤酒酵母菌及有些別的菌,會被染成較深的顏色.染色細胞不一定是死的,或不活動的.不染色細胞的後代,會被染色,但染色細胞的後代,則不會不被染色.由這些結果看來,顯微鏡會引起錯誤的結論.

所用的澱粉,或許有乾燥的作用,使酵母易於保藏,並且使酵母更能和麵包的材料混合.含量自5%至50%不等.澱粉存在的合宜與否,頗成問題.酵母中加澱粉,使二氧化碳的值減少,而減少的百分數,大於澱粉含量的百分數.澱粉酵母的保藏性,實在不如純的酵母.

鹽發麵包(salt-rising bread) 這是一種最舊式的麵包,有些地方還在製造.組織及色狀,和酵母麵包差別或許不大,可是通常因了外來的發酵物的存在,而有一種特殊的味道及氣味.

這麵包裏不加常式的酵,每天的烘製,靠着新的自動的發酵.常用的方法,是將玉蜀黍粉,食鹽及蘇打混合極勻,加入熱牛乳或水,做成稠厚的漿.將這漿放在暖處十五至二十小

* 結晶的一品紅1克及酒精1c.c.,溶解於水160c.c.中.

時,或等到變輕,發生氣體.於是和麵粉及水混合成軟麵團.讓它好好地發,這需要一至三小時,再和別的材料混合,做成尋常硬度的麵包.麵團總是混合好後一小時內,揑成麵包坯.等發到一定的輕鬆程度後,照常烘製.

關於酵的來源,有兩種學說:一種說氣體的發生,是由於外界的酵母,由空氣落到麵粉團裏;一種說玉蜀黍粉的細菌,或許是保加利亞菌(B. bulgaricus),產生乳酸,和存在的蘇打起反應.近來有人查出,雖然會有外來的酵母,却不一定有,並且也非主要.曾隔離了一種和"酵菌"(B. levans)同綱的桿菌,這菌將存在的糖類分解而生氣體,却不產生酒精.乾酪素也是重要的培養劑.氣體中約含有三分之二的氫及三分之一的二氧化碳.有人研究出來,微生物是由玉蜀黍粉來的,原來是存在於玉蜀黍的皮殼中.

蘇打(soda)　蘇打學名酸性碳酸鈉(bicarbonate of soda, $NaHCO_3$),舊譯做重碳酸鈉或小蘇打.是最普通用以發酵的化學物質.它是和一種酸合用,所用的酸中有酸乳(乳酸)果汁、酒石英(cream of tartar, $KHC_4H_4O_6$)、咖啡、可可糖和糖漿.它有發生氣體比酵母快得多的優點.不過用蘇打也有幾種缺點,如:(1)所用的酸的強度不一,以致有時蘇打不免過多,發生澀味;(2)氣體發生過快,麵團還不够硬,不能保持氣泡;(3)烘製品中,留有無機物的殘餘.

酵粉(或麥粉)(baking powder)　商品酵粉中都含有蘇打,藉這粉來使用蘇打,比較前段所討論的方法更爲便利,效率也較高;因此人多不用蘇打而改用酵粉.除蘇打外,酵粉含有固體酸,並且通常含有澱粉,澱粉的量不一,自5%至50%不

等,有時含有乳糖.固體的游離質(ionogens),乾時不起反應,所以混合物若不遇潮溼,永遠不會變壞.澱粉或乳糖的作用,便是爲這目的.要用粉中所含的氣體時,祇要弄溼便行.

歐美有多種的酸性物質,領到了專利權.其中有酸性磷酸鈉(磷酸二氫鈉, sodium dihydrogen phosphate, NaH_2PO_4),酸性磷酸鈣[calcium dihydrogen phosphate, $CaH_4(PO_4)_2$],失旋酒石酸(racemic acid, $H_2C_4H_4O_6$),新酒石酸(meso tartaric acid),焦硫酸鈉(sodium pyrosulphate, $Na_2S_2O_7$),保加利亞菌及乳粉,鹽酸著薑鹼(鹽酸蒸菜鹼, betaine hydrochloride, $C_5H_{12}O_2NCl$),交酯(lactide),或相似化合物及 gulonic lactone. 可是;常用的分類如下:(1)酒石酸鹽,(2)磷酸鹽,(3)硫酸鋁.

酒石酸鹽酵粉 所含的酸成分,是酒石酸(tartaric acid, $H_2C_4-H_4O_6$)、酒石英,或兩種都有,反應如下:*

$$\overset{150克}{H_2C_4H_4O_6}+\overset{168克}{2NaHCO_3}\longrightarrow\overset{194克}{Na_2C_4H_4O_6}+\overset{44.8升}{2H_2O}+\overset{44.8升}{2CO_2}$$

$$\overset{188克}{KHC_4H_4O_6}+\overset{84克}{NaHCO_3}\longrightarrow\overset{210克}{KNaC_4H_4O_6}+\overset{22.4升}{CO_2}+\overset{22.4升}{H_2O}$$

磷酸鹽酵粉 通常含有酸性磷酸鈣,但也用鈉鹽及鉀鹽.

$$\overset{234克}{CaH_4(PO_4)_2}+\overset{168克}{2NaHCO_3}$$

$$\longrightarrow\overset{136克}{CaHPO_4}+\overset{142克}{Na_2HPO_4}+\overset{44.8升}{2CO_2}+\overset{44.8升}{2H_2O}$$

* 固體物質的重量;若用克表明,氣體產品的體積便是升;若用英兩表明,體積便是立方英尺.

礬酵粉含有硫酸鋁,或一種礬,就是重硫酸鉀,重硫酸銨或重硫酸鈉鋁.現在的礬酵粉,或許以硫酸鈉及鈉礬所製造的爲最多.

$$\overset{242克}{NaAl(SO_4)_2}+\overset{84克}{NaHCO_3}+\overset{36克}{2H_2O}\longrightarrow\overset{22.4升}{CO_2}+\overset{240克}{2NaHSO_4}+\overset{78克}{Al(OH)_3}$$

有好些酵粉,是複雜的混合物,所以可同時屬於這三類這些混合物的優點,就在磷酸鹽及酒石酸鹽反應很快,而鋁鹽的反應則慢得多.有一種混合酵粉,分析的結果如下:

二氧化碳(CO_2)的總量	10.68	氧化磷(P_2O_5)	3.38
氧化鈉(Na_2O)	14.04	三氧化硫(SO_3)	11.57
氧化鈣(CaO)	1.29	澱粉	42.93
氧化鋁(Al_2O_3)	4.59	水	10.39
氨(NH_3)	1.13	可用之二氧化碳	10.37

關於各種酵粉的相對價值,曾有不少討論,但據實驗的證據,還不能得到一定的結論.酵粉當酵用的效率,是藉"可用的二氧化碳"來測量,可用的二氧化碳,就是在烘製情形下所供給的二氧化碳的量.這數字顯然大受澱粉或其他鈍性物質的含量的影響.現在市上所出售的酵粉普通都含有14%可用的二氧化碳.還有個常被討論的問題,便是賸餘的無機物對於消化及營養的效應.這些賸餘物,除鋁化物是收斂劑外,都有輕瀉的作用.常吃含有這些賸餘物的麵包,健康是否會受妨礙,尚無定論.鋁質賸餘物,因爲分量很多,及其化學性的兩重關係,通常被認爲最有妨礙.美國有幾省禁止用做酵粉.磷酸鹽酵粉時常含有硫酸鈣的不純物,它是製造酸性磷酸鈣時生成的.有時含2-3%,有時則多至50%.英國化學

家主張,所含磷酸鈣在一成以上的酸性磷酸鈣,絕不可用.

今日所用的酵粉的定義及標準,經美國農業部 1918年所公布的純淨食物藥劑條例規定如下:

"酵粉是混合酸性反應材料,和酸性碳酸鈉而得的發酵劑,不論是否含有澱粉或麵粉在內,所發生的可用的二氧化碳,不在百分之十二(12%)以下.酵粉中的酸性反應材料是(1)酒石酸或其酸性鹽,(2)硫酸的酸性鹽,(3)鋁化物,(4)上列各物的任何配合."

在酵粉中反應的硫酸鈣和磷酸鹽的量,都有規定.酵粉材料應極力避免金屬不純物,其程度看製造家之力所能做到.砷、鉛、鋅及氟化物的含量,都有限制.

烘氨(baking ammonia) 烘氨或重碳酸銨(ammonium bicarbonate, NH_4HCO_3),被用爲餅乾的發酵劑.這鹽加熱時,分解而成氨、蒸汽及二氧化碳,都是氣體.所以重碳酸銨是很有效力的發酵劑.但因爲加熱始能發生氣體,以致用途略受限制.反應如下:

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3 + H_2O + CO_2$$

應用這鹽的主要缺點,是新鮮的烘製品中,會留有氨的臭味.它的優點,則是沒有礦質賸留

味 料

物質要有味道,必須可以溶解.我國將味分爲五類,所以有五味之稱,這五味乃是酸、苦、甘、辛、鹹.但化學上認爲有四種基本的味:酸、苦、甘、鹹.別的味道通常是複雜的,多半有受氣味的影響.味道由於氣味,究竟到甚麼程度,不易斷定,但看傷風

時嗅覺遲鈍,以致食物多沒有味道,可以證明味道多爲氣味所影響了.

大多數的味料,可分兩類:果實類及芳香類.蘋果,梨子,香蕉和葡萄的風味,屬第一類;而薄荷,冬綠,巴旦杏仁和肉桂,屬第二類.肉類,乾酪,蛋類和其他動物產品的風味,大半是由氣味和鹽類,酸類及所加的調味料(seasoning)組合而成.有些食品,譬如魚介,確有一種特殊的風味.

果實味料(fruity flavors)　果實之風味,多半由於烷屬的酯.鳳梨的風味由於酪酸乙酯(ethyl butyrate). 蘋果的風味由於穿心排草乙酯(ethyl valerate), 梨及香蕉的風味由於醋酸戊酯(amyl acetate). 這些都極易揮發,它們的效應,多半由於它們的氣味.因爲易於揮發,煮這些果實時,風味的損失頗大,所以罐頭果品,除非先裝罐頭後煮,鮮果的風味會消失不少,即使先裝後煮,風味也會因加熱所引起的分解而致減少.

果實之中,雖常是一種物質大占優勢(比如上述的各例),可是一種果實的眞正風味,多半是複雜的,而非僅由於一種物質.因這原因,要準確地仿造一種風味,頗不容易.可是多數的風味,可仿造得多少和眞的相同.天然的果味很不穩定,所以從來沒有取出來過,用在飲料及糖果裏.這些產品的風味,是用天然果品或由人造混合物而得的.

芳香味料(aromatic flavors)　這些味料存在於尋常食用果實中的很少.可是,柑橘及檸檬却是例外.它們多半是由葉子(薄荷,冬綠,紫蘇),樹皮(肉桂,樺木,黃樟),花苞(丁香),種籽(茴香,胡椒)或植物的其他部分取得,用於飲料及糖果中,有時也用

以爲肉類或別種食物調味.

芳香味料之力量與持久性,都比果品味料强得多,所以可由植物取出,儲藏待用.它們通常是由於環烯屬,環炔屬,或其他不飽屬的烴,醇,酯,醛及酮,自然界中所遇着的混合物,稱爲精油(essential oils).這幾類化合物中,烴類的風味最無價值,又不溶解於水,香精加入水中時,烴會沉澱,使水混濁,所以常於精油製造香精以前,先被除去.香精(essence) 在商業中,是指一種精油,或精油混合物的溶液,例如丁香香精是用酒精浸漬丁香而成的,可是咖啡香精,除咖啡浸液以外,也略含有肉桂,荳蔻及椰子酒.

合成物質所供給之芳香味料,爲數不多.可是人造冬綠油是水楊酸甲酯 (methyl salicylate), 苦巴豆杏仁油是安息香醛(苯甲醛, benzaldehyde), 而香荚蘭素 (vanillin) 因爲是香荚蘭豆的主要芳香素,可用以製造人造香荚蘭香精.

香精乃精油之溶液,所以精油總比香精爲强,用時可以少用一點.有好些油不能隔離,所以必須用溶媒浸取,雖然在有些目的上漸用甘油,而常用的總是酒精.不能隔離的油,僅有浸膏或香精出售.薄荷油,綠薄荷油,丁香油或冬綠油,都買得到,但香荚蘭油,咖啡油及可可油,則無處可購.

人造香精 (compound) 之名稱,乃專指人造之產品.人造香荚蘭香精和香荚蘭浸膏不同,前者是將香荚蘭精溶解於酒精而成,而後者是將香荚蘭用酒精浸漬而成的.應當記得,這並不是代替品.風味是由於同一的物質,在前者中,香荚蘭素是製造化學師所造的,在後者中,是香荚蘭植物所造的.在香荚蘭浸膏中,除香荚蘭素外,還浸出別種物質,使浸膏具有

人造香精所沒有的特殊風味.

烹調

烹調 (cookery)　這名稱,有數種意義;時常包括廚司製備食物以供食用的過程中的一切步驟,如用以包括食品被熱作用的各過程則更適宜.調製生菜,冰淇淋(ice cream)或果子汁,不眞算爲烹調,僅是混合食品.

烹調本身的目的,乃在使食品的味道改良,易於消化,或是消毒;這些目的時常都是需要的.爲討論烹調中所起的變化起見,食品必須分爲兩類:就是動物類和植物類.

肉類　各種烹調方法,都可應用於肉類.計有蒸,煮,煨,燒,烘,煠,煎及炒.燒 (broiling) 是在敞火上加熱,歐,美還有一種燒法稱爲 roasting, 也是敞火,但用反射器以集中熱,肉穿鐵條,在火上轉動.而烘(baking)則是在爐中加熱,結果這三種手續根本上是一樣的.煨(boiling)是在沸水中快煮,而燉(stewing)則是用一點水於較低的溫度煮.煎 (frying) 是多用油煮,炒是用一點油煮,不絕翻動,英文稱爲 sautéing,通常也稱爲 frying. 煠是用很多的油煮,如煠油條之類,這法外國大概沒有. braising 是先煨後烘, fricaseering 和 sautéing 的主要區別,在於炒過的肉的吃法.

肉類被煮,起了數種變化.紅色的血色素分解而成棕色蛋白質,肉被煮時,色狀的變化就是因此.結締組織的成膠質,變爲膠質,結果纖維彼此分開,而肉變成柔嫩.蛋白質凝聚,水及數種固體物被排出.良好烹飪的目的,就是在完成前兩種作用,而後一種作用則減至最少限度.這最好用乾焙法(pan-

broiling), 就是不加油脂,放在鍋裏乾焙.在這過程裏,表面燒焦封固,所以損失極小.水煮或許是最不好的方法,因爲肉質多被熱水浸出.若用鹽水,則浸出的蛋白質更多,因爲球蛋白質和蛋白素都能溶解於鹽液裏.各種蛋白質的凝聚溫度,自57°C.至77°C.不等.當77°C.的溫度,任何蛋白質都能凝聚.溫度較高則凝塊(coagulum)較硬,肉便較老.最好是於較低的溫度煮久一點.肉不善於傳熱,所以將一塊肉裏外煮透,頗費時間.肉用水煮時,85°C.的溫度便足應付.肉若被空氣包圍,比如燒炙時,四圍的溫度必須較高,因爲空氣的比熱低得多,熱傳到肉也就慢得多.燒肉的爐灶應有175°C.的溫度.各種溫度對肉的作用可藉其對雞蛋的作用以爲表明.雞蛋煮一、二分鐘,外面已硬而韌,但心子差不多還是生的.可是若將蛋放在沸水裏將火熄滅,五、六分鐘以內蛋就熟透,蛋黃因凝聚溫度較低,比蛋白尤硬.

肉類烹調時所受的損失,因肉塊的大小,與烹調的時間及溫度而大有差別,數字是沒有多大價值的.可是,數字確能表明可能性.曾有人試驗出,煮在80－85°C.的熱水裏的肉,損失10－50%的水分;若用沸水,損失便增至18－69%.蛋白質的損失是3－13%,脂肪是0.6－37%.礦質是20－67%.水分損失的平均值是34%及45%,蛋白質7%,礦質45%.肉味也多半在這汁裏,所以如果不喝肉湯,則不僅肉味,卽營養價值也大遭損失了.肉若開頭就用沸水來煮,這些損失也不能大爲減少.可是,燒炙及煎炒中所發生的微焦,確大能防止這些損失.

烹調對於肉類消化性之效應 各種動物,各種部位,以及各種煮法之肉之相對消化性,曾有多人測驗,以求測定.肉

的營養素的平均消化性係數如下:蛋白質97%、脂肪95%、醣98%;除牛乳外,比任何別種食品爲高.因肉的種類,部位及煮法而起的變化,太過微小,沒有甚麼關係.和肉同吃的調味物,也不能影響結果.這些數字表明身體所能利用的肉的比例.

蔬菜　蔬菜被煮,細胞膜破裂,使澱粉粒膨脹,更易溶解(見圖9).細胞膜是纖維素,不能爲消化酵素所溶解,但水擴散到細胞裏,最後使其破裂.熱使擴散作用加速,又使纖維素變軟,細胞膜便破裂更快.蒸餾水煮乾豆,需要一小時四十五分的時間.自來水需二小時.在多含水分的蔬菜裏,烹調的唯一效應是對細胞壁的作用.番茄被煮,放出水分52%,沙谷米則反吸收本身重量的637%的水.沙谷米當然多含澱粉,少含水分,而番茄則正和這相反.多含澱粉的大概吸水也多,澱粉一部分變成較易溶解的形式.蛋白質凝聚,和動物的相同,所以在這裏最好也是於低溫度久煮.可是,應當記得,久煮比較短時間的高溫度,更能使生活素破壞.

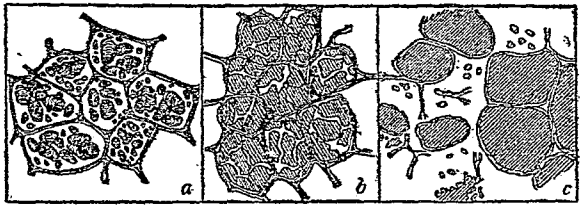


圖9. 馬鈴薯澱粉細胞於烹調時所起之變化
a. 生時; b. 半熟; c. 全熟.

烹煮如菜豆,甘藍及全穀等,多含粗纖維的蔬菜和穀類時,必須久煮.若用低溫度煮,差不多是不會燒焦的.

麵包炕脆,有些澱粉變爲糊精,這樣便更易消化;據實驗證明,蛋白質的消化性及營養價值,並未減少.

煎炒蔬菜或穀製品時,所吸收之油之量,因烹調方法及油之溫度而異.溫度若高,則表面封閉,透進的油很少.可是若用溫度過低的油煎炒,便有小量的油透進食品.穀製品中,若有脂肪,雞蛋,糖,牛乳或澱粉存在,則吸油更多,可是蛋質,或單是較大比量的麵粉,都足以減少油的吸收.

蔬菜與肉類相同,因在水中溶解而大受損失.乾豆在蒸餾水中煮一小時四十五分,消失了的固體,達全體15%之多.水中若加蘇打1%,這損失於一小時內達27%;反之,若加食鹽0.5%,將豆子煮兩小時,則損失減到8.7%.

煮新鮮蔬菜時,除硫化氫外,或許也發生揮發性的有機酸.這些物質使葉綠素變爲棕色,所以煮蔬菜時不蓋鍋蓋,或加蘇打,綠色便可保存不少.

鹼類亦使烹調之時間略爲縮短,這樣因溶解而起的損失可以減少,但生活素則破壞得更多.甘藍煮三十分鐘,要損失固體物總量的40-45%.如果不吃煮菜湯,則蔬菜應當蒸煮,或用損失要小得多的方法烹調.

第九章　清潔劑與化粧品

皮膚與衣服,及一般的物品,積下各種的贅餘物質,總稱爲不潔物.不潔物的祛除,是家庭中的老問題.不潔物如果是灰塵,即砂,土,灰等的微細質點,可用清潔的刷子把它刷去.可是,不潔物多半含有油脂或別種黏性物,以致不能刷去.在這種情形中,清潔的方法,就要用一種能將油脂溶解的液體來把它除去.先使不潔物鬆解,再用這種溶劑將其機械地漂去.這洗濯法用於各種場合,比方,用汽油以洗皮革,絲綢及毛織品.可是,爲一般的目的,這種方法費用太貴,過危險,或許還有別的缺點.

水是易於取得,而沒有氣味,用於皮膚上時,因蒸發有冷却性,能使人神清氣爽.因爲它不能溶解油脂,所以用爲洗淨劑時時常需要不少的機械的輔助.熱水比冷水更有效力,因爲熱水能使油脂熔解或軟化,再機械地將其洗去,便容易得多.

清潔法　各種的清潔法,除拂拭,氣吹及吸收等純機械的方法以外,可以分類如下:

(1)清水.

(2)水和乳化劑.

(3)有機溶劑.

(4)酸性溶劑.

(5)附着劑.

這些方法中,在某種情形下,應該選擇那一種須依要洗的材料及不潔物的性質,以及經濟的情形而定.

清 水

水做清潔劑的優點,盡人皆知;但它的用法也有限度,平常人是不大明瞭的.因爲有好些不潔物是不能溶解在水裏,且有附着的性質,加以水對許多材料會起破壞作用.糊壁紙、綢緞及用水溶性染料所染的棉布,用水來洗,都會破壞.

水與乳化劑

這種洗法,是由用清水洗法而衍生的,應用最廣.最普通的乳化劑就是肥皂.黏土、肥皂草素、某數種植物汁、動物膠和雞蛋白,都有乳化劑的性質.肥皂是最重要的遠非他物所能及.氫氧化銨或碳酸鈉等鹼類,清潔皮膚的作用,也是由於鹼類與游離脂肪酸中和而成肥皂的緣故.商品肥皂分爲兩類:固體肥皂是高級脂肪酸類的鈉鹽的混合物;液體肥皂則是這些酸的鉀鹽.

肥皂之製造

歐、美的肥皂,雖由工廠大規模地製造,而窮鄉僻壤裏,還沿用古代遺留下來的家庭製皂法.尋常的方法,是用水漉木灰,浸出鹼汁(lye)的溶液,這汁的本質是碳酸鉀,或許含點氫氧化鈉.這溶液和豚脂及牛脂同煮.煮出的產品,稱爲軟肥皂,是鉀肥皂、甘油和游離鹼所構成的稠厚、苛性且膩滑的混合物.多用於洗衣,洗擦木器,及相似的用途.這種肥皂和商品液體肥皂的區別,大半在純淨的程度上.這種肥皂較易溶解,所以極有效力.

製造肥皂的方法,可分三類:

(1)甘油游離,和肥皂分離的.

(2)甘油游離,但和肥皂不分離的.

(3)游離酸類,僅用鹼類中和的.

第一種方法用得最多.其反應是用鹼使酯水解,並與生成的酸中和,因此水解生成物從平衡式中移去一種,使水解作用加速至於完全.

$$\underset{\text{脂肪}}{C_3H_5(OCOR)_3}+\underset{\text{鹼汁}}{3NaOH}\longrightarrow\underset{\text{甘油}}{C_3H_5(OH)_3}+\underset{\text{肥皂}}{3ROCONa}$$

反應是在肥皂鍋中發生,鍋是圓筒形的鋼桶,中有微著的蒸汽管圈,以煮混合物,並將其攪動.這些鍋大小不一,但有的直徑達二十五呎以上,深度大約相同.皂料(油或脂肪)先倒入鍋中,再加10%的氫氧化鈉溶液.然後將混合物用蒸汽加熱,煮至極沸.當皂化進行時,再加鹼類,等到最後略有過賸.

反應分三個階段進行.最初因存在的任何酸類的中和及一個酯鍵的水解而略生肥皂.在這階段中所成的肥皂,使脂肪(現已一部分水解)和稀鹼類間產生乳膠.如果開始卽用較濃的鹼液,氫氧化鈉(苛性鈉)將乳劑鹽析(salting out),鹼液和脂肪接觸的表面變小,反應便因以受阻.

第二階段使水解更進一步.在這階段,肥皂產量增加以致變成糊狀物質.

第三階段是水解的完成.在這階段,乳膠中之油相消失,發生澄明液體.

過程的再一部分,是肥皂的結粒(graining cutting).乾鹽鏟入鍋中,當溶解於水中時,膠體肥皂液破裂,固體肥皂成顆

粒狀,浮在鹽滷的面上.過賸的鹼類和甘油,以及鹼水中的任何鹽類不純物,都留在鹽滷裏.加食鹽時,皂料須不時煮沸,使其完全混合溶解.每次煮沸後,將肥皂檢查,再加食鹽,等到肥皂的情狀表明鹽已足够爲止.然後讓混合物靜置,將水液撇去.這些過程所需的時間不一.皂化及結粒,或需時一天,再讓混合物繼續靜置一夜.

用過的鹼水移去後,結粒的肥皂加充足的水,煮成均勻的糊,略加鹼水,使皂化完成,再加食鹽,使其結粒.肥皂中的有色不純物,經此過程,亦大部除去.必要時,這過程須重演一次.

其次將肥皂裝水(fitting),加適量之水煮之,使製成的肥皂,有一定的含水程度.這因各種肥皂而異,有經驗的肥皂技師,觀察肥皂沸滾的情形,便能決定.

裝了水的肥皂,靜置幾天,當這時間,有點鹼液析出,而含有鹽類,鹼類,及由水中不純物而成的鐵肥皂的暗黑濃厚的部分,沉澱到底,上層的白肥皂,可以移出.不純層的分量,可達總量三分之一.

熱肥皂流入可移動的鐵板所做的框子裏,在內凝固,用機器切成長條.這些皂條壓成皂廠所定的形式;肥皂上的字樣,也由壓皂機壓出.上述上框手續準備完畢後,可用各種方法處理,以製各種型式的肥皂.

廉價的洗衣肥皂,含有碳酸鈉和矽酸鈉,有時含有硼砂.這些材料,是和肥皂一同送入稱爲crutcher的攪和機中.洗擦肥皂中,混有砂,浮石或其他不可溶性物質.所含的磨擦物質,可達八成以至九成.石油精(naphtha)肥皂是將一成以下的石油精和肥皂混合而成.有些洗濯肥皂,含有別種溶劑混和

在內,以助洗淨.**漂浮肥皂**是在特別攪和器中,將空氣和熱肥皂混合而成.肥皂裏要和入顏料和香料時,也加入攪和機中.

冷製肥皂(cold process soap)　是一種甘油不分離的肥皂.有些脂肪如椰油用此方法,較爲適宜.但多數脂肪亦可得相當之成功,脂肪和定量的鹼汁(24%)混合,放置幾天,這鹼汁可以是氫氧化鈉,氫氧化鉀,或是二者的混合物.在製造開始時,如欲加入色料,香料,或裝塡料時,必須攪動.此法成本不大,所以肥皂價格低廉,這肥皂含有游離鹼,甘油和油脂,及鹼的一切不純物.雖然歐,美家庭中時常製造,爲利用廚房中不可食的脂肪的經濟辦法,商業上製造,則爲量極微.

軟肥皂是用氫氧化鉀和脂肪同煮而成.二者的比例,須計算得極爲準確,使所製成的肥皂,極近中性.這肥皂中的甘油,沒有分離.

酸類直接中和而成的肥皂　如果先將脂肪水解,分出甘油,酸類再用鹼汁中和,可得較大量的肥皂.

特別肥皂　除上述尋常的裝塡,著色及加香料的肥皂以外,還有好些肥皂是用特別方法處理,或混入某種物質,使合特殊用途.有時這些特殊用途,多半是售賣點.

化粧肥皂　必須是中性的,或極近於中性,製法是取良好的已澄清的肥皂,加點游離的油酸,或脂蠟酸,以中和游離的鹼類.然後將肥皂由框子取下,用旋轉切片機切片,加熱烘乾,使水分由尋常的30%減到14%以下,有時竟低到3-4%.乾肥皂片和香料及色料混合,最後用裝有花崗石滾子的機器研磨,使混合完成.最佳的肥皂,研磨七,八次,混合乃能均勻,水分也消失一部分.這研磨過的肥皂,放進一座裝有螺旋的

機器,由一孔中擠出,自動地切成小條.這些小條,再壓成塊.

斑紋皂是將不可溶性的顏料,攪入熔解了的肥皂中,冷却卽成.肥皂於冷却時結晶,而顏料則留於晶體間的液體中.再冷却後,這液體便凝固,顏料成點子地被包在裏面.**喀司替勒肥皂**(Castile soap)僅是由洋橄欖油製成的鈉肥皂.所含的油酸鈉(sodium oleate, $3C_{17}H_{35}COONa$) 的百分數頗高.洋橄欖油價貴,以致產生了好些由別種植物油所製成的假喀司替勒肥皂.**鹹水肥皂**是椰油所製成,這油所含的低級脂肪酸的百分數頗高.這些酸的鹽類,極難鹽析出來,海水中 3% 的鹽分,不够引起鹽析,所以這些鹽能在海水中發生泡沫.**修面肥皂**多半是牛羊脂所製的脂蠟酸鹽肥皂.因爲是由含鉀的鹼水所製出,所以比較多數的脂蠟酸鹽肥皂,略爲柔軟.這肥皂是中性的,含有甘油及膠黃蓍樹膠,或別種樹膠,使泡沫較能耐久.**藥肥皂**含有一點酚,煤餾油酚或類似的消毒劑.**透明肥皂**的製法,是將肥皂溶於熱酒精中,將過賸的酒精蒸去,冷却卽成.製造廉價的透明肥皂,是加甘油,或蔗糖,或酒精,蔗糖及甘油的混合物.**肥皂粉**是將肥皂和鈉灰(碳酸鈉),用機攪和,再將凝固的混合物研磨而成.時常也加矽酸鈉.

甘油的收回和功用 用過的鹼汁流入桶中,這汁通常不及0.5%,一部分用硫酸中和,再加硫酸鐵或硫酸鋁,使中和完成,且使任何留下的脂肪酸成不可溶性的鐵皂或鋁皂而沉澱.將液體通過濾機,移去這沉澱物.液體含有 4–5% 的甘油,在高約26吋的眞空中,濃縮到濃度 40–50% 的甘油.經過濃縮,食鹽多半析出,可以過濾移去.再加蒸發,使留下的鹽分離,產生濃度約80% 的粗製甘油.這用蒸餾法和留下的水分

離,最後用骨炭濾清,將其脫色.

依中華藥典的規定:"甘油所含$C_3H_5(OH)_3$,應在95%以上.本品爲無色澄明之糖漿狀液.無臭,味甜.露置於空氣中,能吸收水分."世界所產的甘油,多供製造硝酸甘油[nitroglycerin, $C_3H_5(NO_3)_3$]之用.也用於潤手香水,化粧品,調味浸膏中的溶劑,及用以製造墨水,繪圖顏料,黏物膠,及印刷印花布.甘油與水混合,則凝固點降低,冬季用於汽車的水箱中,以代替水,不易凝固.含重量七成的甘油的溶液,凝固點可降至−38.9°C. (−38.0°F.).

有機溶劑

近年以來,乾洗已獲得了重要地位.有些物品,如皮手套及絲毛織物的衣服,多少能爲肥皂及水所損壞,乾洗便是洗這些物品的最有價值的方法.除頑强的油膏漬或煤膏漬外,有機溶劑所能洗淨的污穢,沒有一樣不能用水和肥皂洗淨.然而乳化中所需的機械動作,比溶解中所需的爲多,所以布在水裏洗,比在有機溶劑裏洗更容易破.乾洗是將織物材料顯露於汽油,石油精,或別種能溶油膏的有機溶劑的蒸氣中.

除上述外,醚,醇,酮,苯,氯仿,四氯化碳,都是有價值的清潔劑.後兩種尤爲優良,因爲它們的蒸氣不會着火,可免火災.商品的洗衣藥水,通常含有酮或苯,和適量的四氯化碳混合,使混合物不能着火.

爲家庭的用途,汽油價廉而有效力.絲綢或毛織品的衣服,放在一桶的汽油裏,好好地淋,便能洗淨.洗時應在流動的空氣中,洗時及洗後,須避免一切的火源,直待衣服上的汽油,

完全蒸發.由汽油中絞出的衣服,不像用水洗的發霉.有些汽油,含有惡臭的不純物,因爲比汽油較難揮發,會留在布上幾天不散.各牌的汽油,並非一概如此.將當地可以購得的各牌汽油,加以試驗,常能發見蒸發迅速,且又少留或不留氣味的一種.

酸性溶劑

酸性溶劑,不是供一般的應用的.它們大半限於石器,或金屬器,不過洗皮鞋的藥水,常含有草酸在內.

石頭或磚頭的工程,爲灰垢或石灰所弄污,可用鹽酸洗淨.灰垢凝固時,石灰變成碳酸鈣,被酸溶解.除吹砂法或別種機械的方法外,沒有別種有效的方法.因年深日久而污損的屋宇,除非是石灰石或大理石所建築的,則鹽酸無效.如果是石灰石或大理石的話,表面被溶解洗去,污物當然也移去了.工人常用這酸洗淨新屋的磚地,但這酸不僅溶解落在地上的灰垢,也侵蝕磚面的瓷釉,磚便粗而多孔.這種磚地,便比較任何別種的地面,更容易藏垢納污.

液體及糊狀的金屬擦亮油,含有能溶解金屬氧化物的酸類,或其他腐蝕性化合物.糊中含黏土,或別種磨擦物,及一種酸.有些擦銅油中,含有氨,氨能溶解因腐蝕而成的銅鹽或銹鹽.

附着劑 (Adhesives)

這種的清潔劑中,主要的是洗壁紙劑.尋常是用亞麻仁油及白粉或別種塡料所製成,和油灰相似.用以擦壁紙時,灰

塵便與其附着,比與壁紙附着更易.這劑對於以任何方法裝飾的牆,不論是紙糊的,油漆的,或粉刷的,都有效力.

去漬法

織物去漬所遇到的最大困難,常爲一般人所忽視.這些困難乃是:(1)漬的辨認,和(2)所用的方法對於布的染色的作用.引起污漬的物質,常是知道的,並且污漬當然也會在白色的織物上.在這些例中,多數的漬,祇要有耐心,都能除去.可是,若在顏色嬌嫩的絲綢上,染了來歷不明的漬,便難成功.如果關於去漬劑對於染料的作用,有可疑之處,應先用小塊的織物試驗.

水漬 有些織物,是用蔗糖,澱粉,膠質,或可溶性鹽類處理,做成很美麗的表面.除非再用蠟,或別種防水物質處理,一滴的水便能溶解表面的材料而留下水漬.將織物用蒸汽或海棉打溼後,再用熱熨斗熨,時常略能改良,但沒有一種化學的處理,是有點用處的.這些織物,有的可以洗濯,這樣,雖然原來的光澤喪失,顏色却變成均勻了.

油漬 任何種類的油漬,不論是動物的,植物的或礦物的,都可用同一的方法處理,若肥皂及溫水,不致損壞織物,油漬可用肥皂及溫水洗去.如果不可用水,就必須用一種能溶解油脂的有機液體.四氯化碳,氯仿,汽油,苯,醚,醇及酮,都有價值,不過效用不同.前兩種有不着火的優點.其餘各種,用起來都有危險,除非正在洗時或洗好以後,一切的火都謹慎地避免,直待溶劑完全蒸發,且已吹出室外爲止.

使用溶劑,有樁困難,就是會由油漬擴大,一部分的油脂

便跟着走,成了一個油圈.若要避免這層,可在油漬下墊吸水紙,用布飽浸溶劑,將油漬從四周向中心擦.有時將滑石或澱粉和溶劑混合,以吸收油脂.最好是將溶劑用在織物的反面,正面便不致被擦壞.

油漬有時蓋上滑石粉、白粉或吸水紙,用熱熨斗熨,也可除去.用這方法處理,油就溶解而被吸收.假如油漬多含污垢,則非用肥皂不能除去.

咖啡漬、茶漬及可可漬 茶漬或咖啡漬,將沸水由布倒過,常能將漬除去.較難的漬色,可用甘油溶解,甘油可再藉肥皂及水洗去.老漬用加氨而成鹼性的過氧化氫,可以除去.

可可漬略爲頑强一點.平常將其浸在濃的硼砂溶液裏,可以除去.

果漬 新鮮的果漬,將沸水迅速地倒過織物,便能除去.有好些果漬,因用肥皂或別種鹼類來洗,致被固定,若要除去,便困難得多.頑强的果漬,有時用檸檬汁、醋、草酸、酒石酸或別種酸來浸溼,放在日光裏晒,可以除去.過氧化氫也有效力.

草漬 青草或別種植物的葉綠素,用肥皂洗,或用能將其溶解的酒精處理,可以除去.

靛青 洗衣靛青之漬,可用冷水洗去,若洗不去,可用沸水處理.

墨水 各種墨水的成分不同,去墨水漬無一定的方法.黑墨水及印刷墨油,是由烟煤及亞麻仁油,加松香或松節油而製成;有時是用烟煤及膠製造,中國墨便是如此製成.這些墨漬,有時是直接地,或經豚脂浸軟以後,用肥皂及水將其洗去.寫字墨水,多半含有阿尼林顏料,及一種鐵之化合物.所以

必須用兩種處理方法. Javelle water, 或過氧化氫能除去染料.所留下的鐵鹽的黃漬,可用草酸,檸檬酸或酒石酸,將其除去

鐵銹 鐵銹漬,或由鐵銹直接而得,或爲墨水漬,血漬,或靛青漬所留下.它們總是不可溶性的氧化鐵,用 6N 鹽酸,草酸,酒石酸,檸檬酸或酸性酒石酸鉀(精製酒石)等的酸性溶液,或如大黃,檸檬或葡萄等酸的蔬果汁處理,都能除去.

油漆漬 新鮮的油漆漬,可用肥皂及水洗去;乾漆可用松節油,有時也可用苯,或四氯化碳,將其除去.

香品

化學的形狀及味道,或氣味間,還未曾成立密切的關係.這問題因感覺的靈敏而更形複雜.有些物質,雖然濃度極小,也能聞到,所以尋常物質的特殊風味,或是由於一種不純物.例如硫化氫及二硫化碳,說起來都沒有氣味.這和我們尋常實驗室裏的經驗,十分衝突,以致關於酯的氣味是否是由於酯,以及醚的氣味是否是由於醚,便發生疑問.這性質似乎多少依飽和的程度而定.比如,烷屬烴無氣味,而烯屬烴及二炔屬,却都有氣味.反之,醇類都有氣味,而硫醇 (sulphur alcohols, mercaptans, C_2H_5SH), 則有强烈的臭味.這些化合物,依不飽和一名詞的尋常意義看來,沒有一種是不飽和的,雖則因爲它們有構成 $CaCl_2 \cdot 2C_2H_5OH$ 等加成物的傾向,而有時被稱爲不飽和.

香料之種類較調味料爲多,所以也更複雜.調味料的目的,差不多總是使飲食品的味道和某種天然產品相同;香料

則很少如此.祇要是芳香的氣味便行,不問其是像任何別物,除非我們說和一般的花卉相像.

可是,香料並非完全是由花卉供給.植物的任何部分,都可供給香料,有些香料,如麝香,靈貓香,吲哚(indol)及屎醇(甲基吲哚, skatol),都是動物的產品,又有則是實驗室的產品.製造或搜集香品的原料,是屬於科學的範圍,配合香品則是藝術的事情,這藝術尋常多是遵照祕方行事,並無一般的規則.因此,新的化學物質,不易爲香品工廠所採用,這樣,香品業中的應用合成物,不能有迅速的發展.由煤膏衍生物所製的香品,不如普通所想像的那麼多.所用的那些合成物,多半是由分析而知爲天然精油的主要成分的物質,通常不由煤膏製造,乃是由多種化學物質所製成,這些物質,多半是植物的來源.

合成香料 這些化合物,常用的不多.現將幾種最重要的,略述如下:

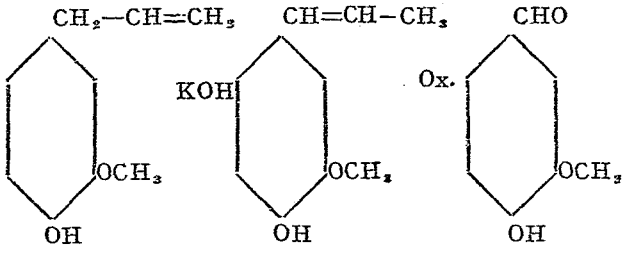
麝香 (musk) 是由產於亞洲的一種麝鹿所採得的含香物,極爲希有,因爲是十分寶貴的香料,所以價值昂貴.中國是最大的麝香生產國,麝香品質最良,價亦最貴.有三種人造的麝香,名稱爲人造麝香,麝香酮及 musk ambrette. 它們的香味,都酷似麝香,不過其中有無天然麝香的成分,是一樁疑問.

假杏仁油 (oil of mirbane) 就是硝基苯 (nitrobenzene),是將苯用濃硝酸處理而製成的.

靈貓香(civet)是由靈貓所採得的香料,希有而貴重,和麝香一樣.它的香素,多半是甲基吲哚,現在有合成的.

香荳素(couramin)乃香豆(tonka beans)的主要的香的成分,是用醋酸鈉處理水楊醛(salicylic aldehyde)而成的,是熔點67°C.的固體.

香莢蘭素(vanillin),藥典作香莢素,"係自香莢〔蘭科(orchidaceae)植物 vanilla planifolia andrews 之莢果〕中取得,或用合成法使丁香油醇氧化製之.本品爲白色或淡黃白色細微之針狀結晶.臭味均甚强,似香莢."熔點80°C.



丁香油醇 (eugenol)　異丁香油醇 (isoeugenol)　香莢蘭素 (vanillin)

紫羅蘭酮(ionone)乃紫羅蘭(紫菫)香精之主要成分,以兩種香氣相似之形式存在,不過 α 種的品質較優,價格約貴二倍.它是由從雄刈萱油(citronella oil)所取得的雄刈萱素(citral)而製造的.從鳶尾根中曾提出一種相似的物質,稱爲鳶尾根酮(irone).

天芥菜油精(helianthine, piperonal)有天芥菜(香水花)的香氣,是由黃樟素(safrol)氧化而成的.黃樟素約占黃樟油的八成,也可由樟腦油製出.天芥菜油精是固體,熔點37°C.

松節油精(terpineol)是熔點35°C.的固體,有紫丁香花或

鈴蘭的香味.存在於松油中,有大量製造.松節油 (turpentine, pinene) 氧化而成含水萜二醇 (terpin hydrate), 這醇和稀酸蒸餾而脫水.有幾種同分異構物.尋常的商業產品,爲稀薄的糖漿狀的液體,是由這些異構物混合而成.

化粧品中所用的合成原料,並非僅是這幾種香料,不過有些香料,用於香味以外的目的.Umney 氏曾將各種合成香料編一個表,計有烴五種,醇十八種,醛十三種,內酯十九種,酚及酚酯十四種,硝基化合物四種,雜環族氮化物二種,雜環族氧化物一種,及酸類六種.

精 油

各種種籽植物,差不多總有一部分產生有氣味的油,所以精油 (essential oils) 的數目,幾乎沒有限量.可是,這些氣味有好些是臭惡的,又有好些不能於游離狀態取出,據 Askinson 氏的調查,香品業中所用的最重要的精油,共有五十九種.其餘的或不上二十種,不常用於香品或調味料中.

美國精油的工業不大.所產的油,約共三十四種,其中最重要的九種,是薄荷油、丁香油、白檀油、黃樟油、綠薄荷油、黑樺油、豆蔻油、檸檬油及香柏油,價值以白檀油爲最貴.

這些精油用於調味的,比用於香品中的爲多,並且有些精油,如綠薄荷油、冬綠油及樺木油等,大半爲美國所特用,因爲多半消費於橡皮糖、糖果及荷蘭水工業中,這是值得注意的.

花精油的製造業,在法國南部的 Grasse、Cannes 及 Nice 一帶,最爲發達,特爲此種植了極多的薔薇花、橙花、素馨、茉莉球

花(金合歡)紫羅蘭、月下香及木犀草.保加利亞及土耳其也產生薔薇油.

由植物採取精油的方法,因含精油的原料的性質,及油中各組成物的化學性,及物理性而異.常用的方法是壓榨、蒸餾、脂浸、吸收及浸漬五種.

壓榨　舊式壓榨法中,含油的材料裝進麻袋,放入螺旋式榨油機的鐵板間壓榨.在新法中是用水壓機,機中有一活塞緊緊配合一個穿孔的圓筒.這法可用較大的壓力,所以成績較良.這些方法,僅合於極少數的物質,因爲留下不少的油,不能榨出.柑橘及檸檬,油含於果皮外層的細胞裏,是用此法處理.榨出的液體,是油和水的混合物,讓其靜置,再用分液漏斗或類似的裝置,將油分開.

蒸餾　多數的精油,煮沸時略爲分解,以致味道及氣味,都起了變化.可是有好些精油和蒸汽同時揮發,當這溫度却很穩定.香苦參菜實油(洋茴香油)、薰衣草油、小茴香油、豆蔻花油、肉豆蔻油,都是藉這蒸汽蒸餾法,與各植物分離.

蒸汽蒸餾的原理,十分簡單.一切的液體及揮發性固體,都有汽壓.水的汽壓,於100°C.時是760毫米.假如水在瓶中加熱至100°C.後,繼續加熱,瓶中完全充滿了水汽,不絕地由水面及瓶口逸去.水汽若通過冷凝器,便又成水.現在假設有某種花卉的油質的汽壓於100°C.時是76毫米,將此花卉放在水裏.混成的液體,略在100°C.以下即將沸騰逸出的汽是一成的油和九成的水.汽可冷凝,兩種液體並非完全可混合的,所以會分爲二層.

小量的花,是用一種雙蒸餾器.水在下層的容器裏煮沸,

蒸汽通過上面裝花的容器.然後將混合的汽冷凝.大規模的,蒸汽由汽鍋發出,通入裝花的大蒸餾器裏.冷凝的水爲油所飽和.有時這水就這樣出賣,有時則產生蒸汽,再供蒸餾之用.

脂浸 (maceration, infusion) 有些香油,即沸水的溫度,也能將其破壞,所以這些油必須在較低的溫度分離.這法是將花裝入細麻布袋,浸於溫度48－50°C.的豚脂或植物油裏.精油浸於脂肪,在其中極易溶解.這些香的脂肪,稱爲香脂(pomades).將香脂浸在95%的酒精中,加以搖撼,油因分配律的關係,在酒精裏比在脂肪裏尤易溶解,所以可由香脂中浸出.精油不能完全浸出,但脂肪可以再用,或帶着精油出售.薔薇油、茉莉球花油、木犀草油、山梅花(syringa) 油、素馨油及紫羅蘭油,都是用這法浸出的.

吸收 (absorption, enfleurage) 這是脂肪不與花卉接觸而能吸收花香的方法.玻片上塗豚脂,放入高箱,將空氣弄溼插入,經過花卉,再通到玻片.

另一種吸收法,是使二氧化碳通過花卉,再經酒精而吐出,花香便被酒精吸收.

浸漬 (extraction) 用石油醚、二硫化碳、氯仿或醚,以浸漬花卉,是一種最有價值的製備純油法.油類在這些液體中,極易溶解,而水則不然.花卉放在有蓋容器裏,倒上溶劑,三、四十分鐘後,將溶劑取出.於必要時,再浸一次.於是將浸液蒸餾,除去溶劑.醚的沸點是37°C.,二硫化碳45°C.,石油醚40－60°C.,氯仿65°C.當這些溫度時,油的氣壓頗低,蒸餾出來的極少,所以油的損失極小,而留下的溶劑的量,不會發生可感覺到的氣味.

產量　油的產量,因植物而大異,也因個別的植物而略有不同.植物的產油,氣候確是一個重要因子.現將 Askinson 所調查的幾種尋常精油的平均產量,照列如下:

精油之產量

產量	每百分之平均產量
苦巴旦杏仁	0.40—0.70
八角茴香	1.30—3.00
香檸檬	3.40
白菖	2.80
香旱芹菜子	3.00—7.00
芹菜子	0.30
肉桂	0.90—1.25
丁香	6.00—19.0
畢澄茄	12.00—16.00
香葉	0.115
生薑	1.80—2.60
杜松子	0.50—1.20
肉豆蔻	8.00—10.0
甜橙皮	2.50
蒿尾根	0.20
薄荷,新鮮的	0.30
薔薇花,新鮮的	0.05
黃樟	2.60
麝香草,乾的	0.20
紫羅蘭	0.03

薄荷油不但在美國,即在中國也是最重要的精油,這油是薄荷中取得之一種揮發油.本品爲澄明無色或淡黃色之液體.臭似薄荷.味初辛辣而後清涼.薄荷爲香料植物之一,其葉與莖,不特可以製藥及化粧品,且可作爲飲料及糖果等,用途極廣,各國同好,故所需之量,至宏且大.我國江西之吉安,江蘇之太倉,均爲產薄荷名地,然因不知改良,薄荷品質日益退化,是則向之每畝可收八,九元利益者,今則只二,三元矣,品質既差,價亦隨跌,價跌則業之者少,產量亦少,故薄荷事業,大有一落千丈之概,予日人以奪利之時機,國人不加注意,以求改良,誠憾事也.我國黔滇桂粵邊縣所產肉桂,近經法國技師發明,能製高等香精,我國實業部已令四省該管官廳,積極提倡種植

香品與其他化粧品

通常列於這門的物品,種類繁多.化粧品在實質上,是以使皮膚美麗爲目的的物品.有些化粧品的消毒,止痛及衞生的作用,也同樣地重要.香品有時用以遮蓋不良的氣味.氣味如不能用衞生的方法除去時,就祇使用香品也無妨礙.有氣味的洗濯肥皂中,加香味固然是好,但並不能當爲化粧肥皂.戲院裏的空氣流通,比加香味的空氣更好,如果二者可以兼得,當更有很大的美學上的價值.

手帕香水 這些是零售的瓶裝香水.它們是各種浸膏及香精的混合物,總是溶解於酒精中,時常含有無氣味的材料做固定劑(fixatives).這固定劑將香味沖淡,且使其因蒸發變慢而能持久.這些香水由一種香精而成的,爲數極少;即連

玫瑰香水及紫羅蘭香水,多半是由它們的香精和別種的香精混合而成,有些香水是極複雜的混合物,是香水製造家的藝術作品,各有專用的名稱.

鉸質香品(ammoniacal perfumes)的一個例證,便是"香鹽"(smelling salts),固體的這類香品,含有酸性碳酸鉸,液體的,含有氫氧化鉸.香料是由香檸檬,薰衣草,豆蔻花,丁香及迷迭香,或類似的香料混合而成.

乾式香品(dry perfumes)的形式,有**香片**(tablets),有**香囊**(sachets). 香片是由澱粉,糊精,碳酸鎂,碳酸鈣,鳶尾根粉及葡萄糖漿所製成.這混合物,加香料壓成圓片,乾燥即成.香囊是由玫瑰葉,鳶尾根,丁香,檀香,紫蘇及薰衣草等乾燥植物,混合研細而成.有時再加精油,使味更强.禮記內則所載的"容臭",即後世香囊所祖,但其製法今已失傳了.

乳膠 (emulsions)　專供皮膚而製的乳膠,爲數不少.色狀如乳,因爲靜置時略爲分離,臨用時須先搖動.它們尋常以水及甘油做底子,肥皂做乳化劑,巴旦杏仁油,及別種精油,以及鯨蠟做油液.

膏類 (creams). 有好些種的面膏,在市中出售,但這些膏配合所用的材料,種類並非極多.**雪花膏** (vanishing cream)是用脂蠟酸,甘油,水及脂蠟酸鉸,另加香料.有時加碳酸鈉及硼酸,有時也用極小量的可可脂,或他種脂肪.**冷膏**(cold cream)是將礦物油,石蠟,白蠟及水,用硼酸乳化而成.鯨蠟,肥皂及槐梓子膠,也都可用.樟腦冰(camphor ice)是將石蠟和凡士林,以相當的比例熔解,使其稠厚適宜,再加樟腦而成.

粉類　**撲粉** (talcum powder) 是極細的滑石粉〔talc,

$Mg_3H_2(SiO_3)_4$].這礦石略爲膩滑,和皮膚易於附着.洋臙脂及面粉,是滑石或澱粉的底子,有時帶點氧化鋅或碳酸鎂,着色是用洋紅(臙脂蟲),有時用曙光紅(eosin).若製臙脂筆或臙脂條,是用阿剌伯樹膠,以黏合材料.這些化粧品中所用的材料,雖或無害,可是總會塡塞皮膚的細孔,所以有害.爲害的大小,純依這些化粧品的使用的程度而定.白鉛有毒,絕對不可製造化粧品,有好些國家,已明令禁止.

齒牙劑(dentrifice) 齒牙劑雖使齒牙清潔,從而使其美觀,它們的主要目的,却是衛生.食物積於牙縫,逐漸腐爛,構成酸類,侵蝕牙齒,而使食物腐爛的微生物,會移殖到齒牙,使其腐爛.這腐爛於體溫進行很快,食物或齒牙腐爛的產品,確極臭惡.水是洗淨牙齒的主劑,但常用齒牙劑,也不無裨益.

齒牙劑中所用的物質,種類繁多,若完全開列出來,也無多用.市售的製劑,有好些是不但無益,或竟有害.

齒牙劑應含有清潔劑,消毒劑,收斂劑,或者還有溫和的磨擦劑.一種齒牙劑中,這些物質不能一概遇到,有時僅含有一種.如果要用磨擦劑時,應比琺瑯質爲柔軟,以免損壞牙齒.滑石及碳酸鈣,都適合這條件,在優良的製劑裏,用得最多.浮石品質太硬,木炭末及碳酸鈣,都會含有砂粒.任何齒牙劑覺得有砂時,若一定要用,僅可間或一用.常用磨擦劑,既非必要,也不是樁聰明的事.消毒劑通常又是調味料.薄荷油或許是最佳的消毒劑之一,也具有清涼的味道.鳶尾根粉含有收斂性物質,這物質有保護牙龈的價值,肥皂是最佳的清潔劑.有時不用肥皂,而靠水,牙刷及磨擦劑來清潔牙齒,但常用清潔劑,而磨擦劑則間或一用,或許更爲妥善.

典型的牙粉,含有沉澱碳酸鈣,鳶尾根粉及薄荷油.可用痕跡的洋紅染成粉紅色,也可加好些別種物質,主要的是他種精油或消毒劑.世界最著名的美國 Colgate 牙粉,含有沉澱碳酸鈣,碳酸鎂及肥皂.典型的牙膏,是由肥皂,滑石,鳶尾根,水及薄荷油所製成.有許多牙膏,不含肥皂,有些含有碳酸鈣做磨擦劑.多數的再含有他種精油,牙膏必須加糖及强烈的調味料,以遮蓋肥皂的味.糖若加得太多,則僅供擺假而已

第十章 織物與漂染

織物之諸型 最熟知之織物纖維可分三類:動物的或蛋白質纖維;植物的或纖維素纖維;及合成纖維,這以纖維素的爲主.

主要之織物原料爲棉花,亞麻,羊毛,蠶絲及人造絲.前兩種是植物出產品;次二種是動物出產品;末一種則是合成纖維.此外還有數種不甚重要的纖維,僅供當地或特殊目的之用,可是頗少加入尋常的國際織物市場.大麻,苧麻,蘭麻及黃麻等植物纖維,都可以一提的.在特殊情形中,還用各種的獸毛.即連玻璃及石棉,也可織布(最近還有人發明用糖製造織物).

棉 花

世界之棉花產量,平均約爲二千七百萬包(每包重五百磅,但印度每包則重四百磅),其中美國所產的獨占一半以上.世界棉產最多的是美國,近年平均約產一千三百萬包,約合四千六百萬擔,其次是印度,平均約產一千五百萬擔,中國居第三位,最近三年,平均約產九百七十萬擔,其他的主要產棉國家爲蘇俄及埃及.

棉產業有悠長的歷史,但在1792年發明軋棉機以前,進步頗爲緩慢.自此以後,各種的棉布織造機器陸續發明,織成的布價廉耐用,棉花便一躍而爲世界最重要的織物纖維.

棉花纖維乃錦葵科棉屬 Gossypium 的子毛,其中分好些種及亞種.據農業文庫所載,瓦特喬治總括棉屬爲五大區,

分棉爲二十九種,及十三亞種.在國際市場中,棉花纖維是以出產地的名稱定名,比如海島棉、印度棉及巴西棉.這些在商業中還再分類,其中有白埃及棉,美國高地棉,或僅稱爲Georgia棉, Texas棉等,或是海島棉,則用島名或島中的地名命名,例如Edisto、Florida、Tahiti.在中國所產的棉花,上海商品檢驗局及棉業統制委員會的棉產改進所,都將其分爲六類,其中有美種棉二類,及中棉四類.

個體的棉花纖維乃一細胞(圖10),是一根空管,一頭連着

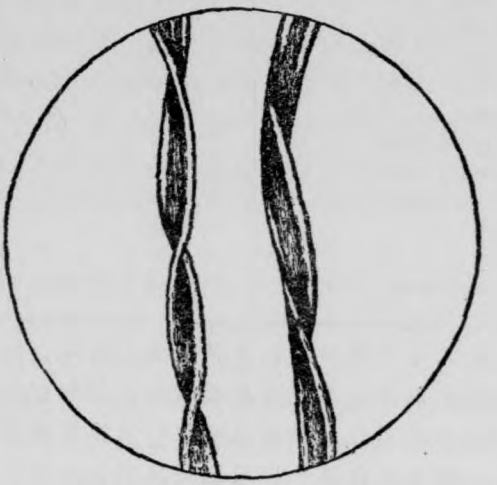


圖 10. 棉花纖維(放大 440 倍)

種子,一頭閉着,末端尖銳.當生長時,管是圓的,管中充滿液汁,漿果裂開,種子成熟時,液汁便消失,纖維癟下,成扁管形,兩邊較厚.纖維成熟時,乾燥不平均,帶形的纖維便捲曲起來.每吋

的撚曲數,因棉花的種類而異.海島棉花據說每吋有三百個撚曲數.棉花因爲撚曲所以容易紡紗.

纖維之長度,爲測定其價值時最重要因子之一. Matthews將各種棉花的大小調查列表,現將其擇要列下:

	長度(毫米)	直徑(微米)
中國棉	21.4	24.1
埃及棉	32.1	16.7
棕色者	34.4	18.7
白色者	31.8	19.5
西印度棉	32.3	19.6
海島棉	41.9	9.65
Tahiti	42.9	16.3
美國棉	——	20.9
高地 (Upland)	29.5	19.4
特色斯 (Texas)	24.3	16.6
喬治亞 (Geogia)	25.4	10.3
非洲棉	27.6	20.8
印度棉	——	19.3
孟加拉 (Bengal)	25.7	24.1

由此表可見,纖維的長度長於直徑的五百倍至三千倍不等.纖維的形式如帶,並非圓形,所以圓徑的值,是度量纖維的橢圓形橫截面的大徑而得,因此中國棉業界稱之爲闊度,就是代表纖維的粗細."棉纖維長度與紡紗支數極有關係,如纖維長度一吋者,可紡三十二支至四十二支之紗,纖維長$\frac{3}{4}$吋者,祇可紡十支至十六支之粗紗"(棉產改進事業工作總報告).鑒定棉絲長度是用手扯尺量法,如有猶豫而不能決定長度時,則用長度分析機 (cotton sorter) 以測定之."纖

維之長度,受環境之左移固巨,然終不及品性之遺傳.若種海島棉於印度,其所生纖維之長度,亦與原產地者相差無幾,其因種植多年致變劣者有之"(農業文庫).纖維較長則闊度反小.海島棉的纖維最長而又最細.可是,個體纖維間長短甚不整齊,因此紡紗的成本頗貴,因爲長纖維與短纖維不易紡在一起,所以除長度外,整齊率也頗重要.埃及棉的長短最爲整齊.纖維甚爲强韌,多供製造汽車輪胎中紗繩之用.

"棉紗支數之意義,即紗重一磅包含有若干八百四十碼之謂也.棉絲長短與紡紗支數之多少固有關係,而同長度之棉絲,其能紡紗之支數亦有高下,則棉絲之粗細問題在矣.蓋棉絲直徑粗,則所紡之紗直徑亦粗,因棉絲粗者,其重量隨之以增,紗量因是亦重,而支數少矣.故棉紗支數之多寡,與棉紗粗細之關係亦頗重要."(棉產報告)

有人估計,每磅棉花中,共有纖維一萬四千萬根,約共長二千二百里.

棉花纖維之實際的物理性 棉花纖維之功用所倚賴的性質,以抗張強度及撚曲爲最重要.棉紗之拉力,與棉絲強度之關係小,而與撚曲數之多寡相關實巨.蓋棉紗之拉力大者,實因各纖維互相抱合所致.棉絲撚曲多者,其抱合力大,能紡强韌之棉紗,撚曲少者則反是.海島棉的細度及每吋的撚曲數,都超過別種棉花,可紡極細的紗,三百支紗是常見的事.纖維若短而粗,或撚曲數較少,要紡得一定抗張強度的紗,必定要粗得多.各種棉花纖維的抗張強度,自二克半至十克不等,但七克許是適宜的平均數.現將棉花纖維的數項平均數據列表如下:

種類	長度(吋)	直徑(吋)	抗張强度		每單位長度之伸長
			喱(grains)	克	
海島棉	1.61	0.00064	83.9	5.45	較羊毛及蠶絲均少
埃及棉	1.41	0.000655	127.2	7.26	
New Orleans棉	1.02	0.000775	147.7	9.61	
印度棉	0.89	0.000844	163.7	10.64	

棉花每方吋之抗張強度爲四萬七千磅,雖比不上鐵的五萬六千磅,而比銅的四萬五千磅及鋁的四萬磅,則都有餘.

棉紗之抗張强度,在實際上更爲重要.這些值並非纖維的抗張強度的總和,因爲纖維紡成紗時,個體纖維的强度未完全被利用,以致紗斷的時候,有些纖維也跟着斷,有些則僅是拉開.單股紗的斷點強度約有由纖維的强度所計算的百分之二十,雙股紗約有百分之二十五.棉紗的抗張強度,至少因直至85%的溼度而增高.單股紗的抗張強度,於55%至85%間的相對溼度,增高17%.

棉花之化學性 天然之棉花纖維,完全是醣.纖維素占95－96%. 賸餘的是黏膠酸(pectic acid)油,蠟,蛋白質,着色物及大約1% 的礦質.油分當然和棉籽油相同.蠟與考勞巴蠟相似,做纖維的保護層,頗足防止水的浸入.生棉花的着色物,可溶於熱酒精.灰分的主要成分是碳酸鹽,氯化物,硫酸鈣,硫酸鎂,硫酸鉀,和小量的鐵及鋁.棉花纖維的灰分,雖只有1%,可是分析一包棉花所得的值,或許會大得多,這是由於棉花所積的灰塵所致.

棉花纖維所起的主要的化學反應,就是纖維素的反應,已在前面提過.纖維於160°C.開始分裂,於180°C.發微黃色;但到

250°C.才變棕色.這分裂多半由於脫水.棉花可由蒸汽加熱到150°C.(4.75大氣壓)不受影響,但如溫度再高,就會損壞,這顯然是由於水解.日光使棉織物慢慢損壞,一則因日光中極強的紫射線的化學作用,二由於因直接日光而起的較高溫度.

濃硫酸與棉花接觸時,將其燒焦,纖維則被完全分解.可是,暫時的處理則將纖維素變成澱粉蛋白質(amyloid).製造羊皮紙及人造馬尾鬃,便是利用這種反應.將未上漿粉的紙迅速地通過濃硫酸,用水洗滌,再將其烘乾.這處理將紙面膠化,乾時便和眞羊皮紙無異.抗張強度大增,紙面也不透水.人造馬尾鬃是用相似的方法,處理一種草而成的.

稀鹼類之作用,於沒有空氣時無甚關係;可是,於有空氣時,使纖維迅速損壞.這反應在洗濯及漂白中,都頗重要,不可忽視.製造脫脂棉(absorbent cotton)時,是將生棉花和1%的氫氧化鈉略加壓力,煮12—48小時,除去所含的蠟.後再漂白,洗淨,烘乾,即成.這棉花放在水中,應當立即沉沒.

O'Neill 氏曾研究漂白對於棉線的強度的作用.他的結論是棉線經漂白後,抗張強度不但未減,時常反確能增高.棉線所受的浸漬及壓榨,或許使各纖維黏合得更爲牢固.

棉花浸於苛性鈉液中時,發生奇特的物理變化.纖維膨脹成圓筒形,由曲變直而長度變短.除這些物理的變化以外,抗張強度大爲增加,多的自三成以至五成不等.

上漿 棉紗爲改善織造性起見,多半上漿(sizing).上漿乃是用些材料將棉紗塗抹,這些材料增加纖維的抗張強度及韌性,從而減少織造時的斷折.如果於高溫度(207°F.)上漿,斷點強度更大,但紗過硬,所以在實際上,較低的溫度(170—

185°F.)較爲相宜.紗漿的配合量,成分差別頗大,但是主要的材料不外澱粉、糊精、膠黃蓍樹膠、藻膠 (gum algin)、石蠟、牛脂、肥皂、醋酸、苛性鈉及鈉灰.澱粉裏常加醋酸及鹼類,使漿較薄.石蠟及牛羊脂,通常和澱粉漿混在一起.氯化鎂是所用的唯一鹽類.它吸收溼氣,使紗堅韌.漿內也加樹膠做黏合劑.布上有時也加黏土,或他種鈍性物質,以增加重量.

減少棉布着火性之方法 棉花極易着火,純淨未處理過的棉布,像絨布等,時常着火,燃燒迅速,能使人燒至重傷,或竟喪命.爲減少因此而起的災禍起見,棉布常用無機物處理.銨鹽因揮發性而被採用.纖維燃燒所生的熱,使鹽揮發,在布附近的氣層,將氧排除,火便燃燒極慢,或竟熄滅.明礬、硼酸及錫酸鈉,也都用過.它們的效力,多半靠着一部分拒絕空氣和布接觸,及因傳導而使熱散逸.這些鹽類都是可溶的,用於必須洗濯的布,不很適宜.有些布用氧化錫浸漬,這些鹽類的優點,氧化錫多半具有,並且還有不可溶性的優點.

絲光布

1844 年,英人 John Mercer 發見將棉織物用氫氧化鈉處理則强力增加,1850 年將這方法呈請專利.可是,直到 1870 年,才發見用氫氧化鈉處理時,將布張緊,則發生很亮的光澤.這兩種過程合成了**絲光化**(mercerization),出產品跟着發明原方法的 Mercer 而稱爲 Mercerized cotton(絲光布).

絲光化之手續 棉紗或棉布,皆可絲光化.絲光化機器曾發明了多種,但在這裏不能討論.棉紗或布浸於比重1.3或約莫27% 的氫氧化鈉的溶液中,用力拉緊,以防縮縮,溫度在

20°C.以下,時間在十分鐘以下溫度較高時,則纖維略爲鹼類所損壞,且因爲鹼類和纖維素反應而生熱,所以溶液必須要冷.絲光化時若不張緊,便不發生光澤.張緊必須當纖維和鹼接觸之際,當浸漬時,或浸漬後,都可以的,但總在鹼性洗去以前.張過了原來的長度,並不能使光澤增加.任何種類的棉花纖維,都可絲光化,但長纖維的成績好得多.絲光化使纖維較易受染,所以過程中的氫氧化鈉的溫度及濃度,都須仔細地控制.絲光化若不均勻,織物染色時會現出來的.

通常所實施的方法是自動的,各手續連續不斷,包括用土耳其紅油,或別種試劑,將蠟煮掉,用氫氧化鈉處理,洗淨,用稀硫酸處理,以中和任何賸餘的鹼類,再用肥皂洗去酸的痕跡.

纖維中之變化 棉花纖維浸於氫氧化鈉溶液中時,吸收鹼質而膨脹.個體纖維變圓,伸直且縮短.抗張強度增高30－50%,吸附能力也有增加.

這過程的化學不明.纖維至少是被膠化,它的化學成分沒有多大變化.

亞麻

性狀 亞麻(英名flax,拉丁名linum ustatissimun)屬亞麻科,一名胡麻,爲一年生草本植物,高度自一尺至三尺,莖大致分爲二部,內爲木質部,外裹以皮層.纖維卽爲皮層之一部,作黃白色或銀灰色,長約一尺五寸,可抽成絲狀.

類別 就種植用途上,可分爲二種:卽紡績用亞麻,與種用亞麻.紡織用亞麻,可供剝取良好之纖維,最適於紡織之用,

所得之種子爲副產品.種用亞麻,其纖維品質不佳,不適於紡績.

產地 近來世界諸國亞麻產額,以蘇俄爲最多,次爲波蘭、立陶宛、拉特維亞、阿根廷、印度、美國、加拿大、法國、比利時、捷克、荷蘭、德國.我國栽培亞麻,當在距今六、七百年前.近來我國栽培以山西、甘肅、陝西、雲南、綏遠、察哈爾諸省爲多.

收穫 收穫亞麻所用之方法,殊爲簡單.取纖維用亞麻,應在種子未熟,先收穫之.此時所得纖維品質細軟,而產量較少.收穫可用手連根拔出(註:若用刀割,則液汁流出,纖維質便惡劣,且因莖是重要部分,割莖會耗費莖的一部分),曬乾後卽行脫粒(脫粒是將乾的亞麻,拉過一把大木梳,拉脫葉子及蒴果),與他種作物不同.蓋須使莖不紊亂,且不得擊傷其皮層,致損及其纖維之品質也.脫粒後的莖,在英文稱之爲straw,束成棚子,有卽行浸漬的,歐、美則多留到下季才將其浸漬.

浸漬 亞麻纖維存在外皮與木心間,爲黏膠酸鈣 (calcium pectate) 所黏合.這膠因酵素作用而能鬆解.方法是於"脫粒卽將其莖平鋪地面上,以待雨露之浸漬,使其皮層與木質脫離,俾得易於剝下,期間約需二星期至八星期之久"(農業文庫).這裏的作用,據說是由於發霉.又法是將麻莖浸入靜水,或流得極慢之水中,浸的時間久暫不一,約莫是一星期.軟水較爲適宜,天然池塘,及流水慢的溪流,都常被利用.在比利時的 Courtrai, 麻莖是在Lys河中浸漬.麻中發生發酵而發出泡沫.

機械的過程 麻浸漬後晒乾,纖維經過一組使纖維和外皮及木心分離的機械的手續,準備紡績.這些手續乃是破

(breaking)、搖 (scrutching) 及梳 (combing),破是將木心及皮敲破,搖是將這些廢物搖出,梳是將纖維梳理.

亞麻纖維 乾亞麻莖含有 20－27% 的莖皮纖維,做成的出產品約及原莖的 5－10%. 纖維長度自一呎至三呎不等,圓徑自 10μ 至 25μ 不等.這纖維軟而柔順.亞麻的本色是灰黃色,不過曾經露浸過的或許是灰色.亞麻纖維是纖維素所構成,在顯微鏡下檢查,形狀是細長的圓筒式,管中有極細的孔道 (圖 11). 表面光潤,在間隔處,纖維有橫壁或節巴,和竹莖彷彿.除節以外,亞麻和絲極爲相似,但如用顯微鏡檢查,時常可以鑑別.兩種都是平滑的纖維,所以有光澤.亞麻及絲的纖維,都不柔順,所以常被摺壓之處,會致破裂的.亞麻的纖維比

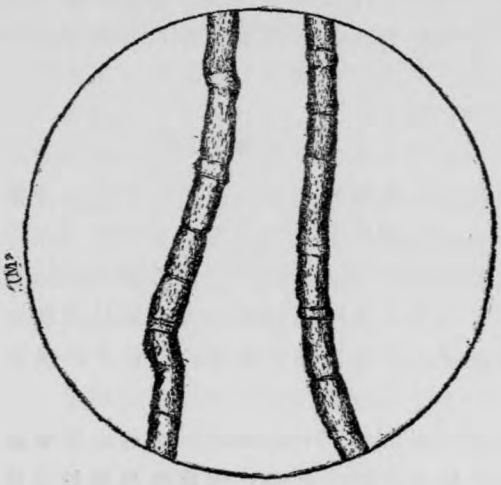


圖 11. 亞麻纖維 (放大 440倍)

棉花的纖維強得多,和棉花一樣,含有一種蠟,占纖維的0.5—2%.

未經漂白之亞麻,在 Schweitzer's 試劑中,不全溶解,但漂白的亞麻,在這層上,却與棉花無殊.它比棉花較難染色.

亞麻吸水比任何別種纖維爲快,但比棉花快得有限.平均量是本身重量的8—14%.因有這性質,亞麻尤合製造手巾及繃帶之用.可是,水分經纖維而散佈,蒸發得比由棉花的更快.它比別種織物較易傳熱,皮膚接觸時感覺較涼.

亞麻纖維可供紡織及製造繩索之用,亞麻布可製衣服、手帕、手巾、檯布及飯巾.因其精細、光澤及張力的關係,可做上等花邊.最佳的花邊,是在比利時、法國及愛爾蘭製造.亞麻布從前是廣用以製造被單及枕套,但美國已多半用較廉的棉布來代替.有些歐洲國家裏,被單及枕套,差不多還是全用亞麻布製造.

其他植物纖維

除棉花及亞麻以外,尙有數種子毛及莖皮纖維,但或則用途較少,或則僅供特殊用途,現將其略述如下:

大麻(canabis sativa, L.) 一名火麻,又名漢麻,屬桑科,爲一年生草本植物.品質以義大利產爲最佳.纖維用途極廣,可製堅實的繩索及最精細的麻布,性耐溼,可製魚網、帆布、麻袋等.

苧麻(Boehmeria nivea, Gaud) 又名白苧麻、線麻、紵麻,英文稱爲中華草 (China grass), 因爲它原產於中國.屬蕁麻科,爲多年生草本植物.

"苧麻纖維之強韌,植物纖維中罕與倫匹.若以苧麻之強度有一百時,則大麻爲三十六,亞麻爲二十五,絲麻爲十三,棉爲十二,悉較苧麻相差甚遠.纖維極長,普通長五、六尺,最長者可達八、九尺.但其組織近似羊毛,故用以代長絨之毛,甚爲適宜.適於紡織細品,能與亞麻相埒,且其光澤極近於絲.對於水溼,高熱,抵抗力尤強.富於耐久性,且易於漂白及染色.

"纖維可供製麻布,並可與毛絲棉等混織.又可製魚絲、網罟、船索、帳幕、包裹布、飛機翼布、防雨具、運動用具、麻線、電線包皮、捲尺、煤氣燈紗罩及製紙原料."(農業文庫)

蘭麻 (abutilon avicennae, Gaerth) 一名白麻,又名青麻,桑麻,屬一年生草本植物.纖維粗硬,不適於紡織.但性耐水溼,不易腐爛,所以多用做繩索、漁具、草鞋之用.

黃麻 (chlor chorus, Capularis) 一名紅麻,又名綠麻,屬田麻科,爲一年生草本植物.纖維強度僅抵苧麻之半.對水溼,高熱,抵抗力弱,乏耐久性,並且纖維久受日晒,易變爲黃色,不適於製造精細品.但產量豐富,是其優點.纖維可製紙及繩索,並可製袋,用以裝運農產品,我國多年進口麻袋及麻繩,價值達千萬元以上.

木棉 (kapok) 是落葉喬木,結實大如酒杯,細毛茸茸,彷彿細毳,可作塡塞茵褥及救命圈之用.

馬尼拉麻 (Manila hemp) 是產於菲律賓的纖維芭蕉(musa texlilis)的纖維,也依土人的語言稱爲 apacá, 可製席子、帆布及繩索等.品質優良的,織成各種土人織物.馬尼拉麻所造的馬尼拉紙.顏色棕黃,十分堅韌,可用爲包皮紙,廉價的印件紙及寫字紙.別種纖維所造的較劣的紙,現在也混稱爲

馬尼拉紙.琉球也產這種纖維,織成的布稱芭蕉布,略帶棕色,日本人將它貼在屏風上,頗爲古雅.

新西蘭麻(phormium tenax) 英文稱爲 New Zealand hemp,亦稱New Zealand flax,屬百合科新西蘭麻屬的常綠草本植物,葉子長而簇生,略似溪蓀,由這葉子可採色白有絲光且極堅韌的纖維,供製繩及織物的材料.

龍舌蘭(agave, Americana) 是石蒜科龍舌蘭屬的大草本植物,原產於墨西哥,分爲多種,其中以產纖維著名的有 sisal hemp 及 istle. istle 的,纖維色白,在堅韌及抵抗鹹水上,都不如馬尼拉麻.又有一種學名 A. decipiens 的龍舌蘭纖維,與 sisal 相似,稱爲 false sisal. istle 的種類也多,在性狀上差別很大,都供製造繩索及筐籃之用.由 Tampico 海港輸出的 istle, 在商業上稱爲 tampico 纖維,這許是各種 istle 的混合物.

蠶絲

世界所產之蠶絲,美國消費其九成,而美國所消費之絲,九成仰給於日本,所以美國是最大的消費國,而日本是最大的生產國.日本以下,可算中國及義大利,其餘的絲,分產於南歐及亞洲各國.我國絲業以江蘇,浙江及廣東三省爲最發達.民國二十三年,生絲(分白絲,灰絲,黃絲及未列名絲四種)出口的數量,合計十萬公擔,價值合計二千九百萬元,較以前諸年,大爲減少.所幸二十三年的外銷,突形活躍,或可恢復從前的地位.

蠶絲纖維 蠶絲乃蠶(拉丁名 Bombyx mori, 英名 mul-

berry silkworm) 之幼蟲時期所吐出之連綿不斷而無組織的纖維(圖12).蠶達作繭時期時,自繞身體吐絲,一條蠶所吐的絲,長350米至1,200米不等.平均的直徑是18μ. 生絲纖維含有兩股的絲蛋白質(fibroin),藉一種稱爲蠶絲膠(sericin)的膠黏住.收溼性極強,能吸收到本身重量三成的水氣.絲的光澤頗高,斷點強度很大.

用顯微鏡檢視絲的纖維,彷彿是表面平滑而透明的細

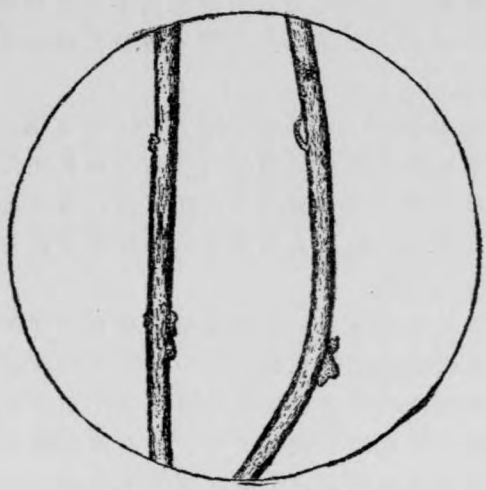


圖 12. 蠶絲纖維(放大 440 倍)

長管子.絲織物的光澤,就是因爲光由這平滑表面的反射.絲纖維脫膠以後,在織物纖維中,比重最輕,所以可織極輕的織物.一根纖維的強度,是四至五克,這等於每方吋有六萬四千磅的抗張強度.煮過且脫膠的纖維,強度約喪失三成.伸長的

限度,等於長度的15－20%.

溼絲的強度,約爲乾絲之半.溼絲乾了以後,強度仍可恢復.絲的彈性甚高,將絲綢衣服用手揑縐,立可恢復原有的形態.

絲之化學性 絲蛋白質與蠶絲膠皆爲蛋白質.據各方的研究,各成分的相對比例,因纖維及分析的方法而大有區別. Allens 所測定的常值是水分16%,絲蛋白質66%,蠶絲膠22%,及礦質1%.這兩種蛋白質的性質不同,蠶絲膠可溶於沸水,熱鹼汁及肥皂液.通常是用肥皂液,使蠶絲膠和絲蛋白質分離.

絲加熱至110°C.不致損壞,但至170°C.便迅速分解.可爲濃鹽酸或濃硫酸所溶解,遇硝酸則變黃色.絲在鹽酸中溶解極速,別種纖維則不受影響,所以可用這法以測定各種纖維交織品中的絲.絲用硫酸或磷酸略爲處理,便會縐縮,這法可用以使絲織物起縐.

絲與羊毛皆是蛋白質的.這兩種纖維和別種蛋白質相同,也都是兩性的;它們在酸性液中時帶正電荷,在鹼性液中時則帶負電荷.這些纖維和稀的鹼性液接觸,便被消化而變弱.羊毛在10% 氫氧化鈉溶液中煮,完全溶解.絲用氫氧化鈉處理,也會溶解.羊毛及絲的纖維被燃燒時,發生燃燒任何蛋白質物質時所特有的臭味.這燃燒試驗是鑒別動物質纖維的簡單方法.

絲織物有時加硫酸錫,矽酸錫或別種鹽類,使重量增加,不過絲織物的強力及彈性,都因此而減弱.氯化物使絲破壞極速,據說絲中含鹽2－5%,並顯露於空氣及水氣中七天,織

維便大爲減弱.絲綢衣服,因汗中鹽分的作用,破壞極速.

羊毛

中國的羊毛輸出額,年約一千八百萬海關兩.中國的羊毛輸出,包括綿羊毛、山羊毛、駱駝毛三種.駱駝毛是蒙古的產物.天津爲中國第一羊毛輸出港,而中國羊毛生產分配狀況是甘肅及蒙古占50%,山西及陝西15%,外蒙古25%,其他占10%.商販分羊毛爲梳毛、半梳毛及屑毛三種.美國所需要的羊毛,是西寧套毛,這是嚴寒時密生於羊體的長毛,其纖維長而強韌.

英文wool一字,係指由反芻類動物所得之毛纖維,這類動物以綿羊、山羊及駱駝爲最重要.這三種動物還分爲不少亞種.商業品的wool中,綿羊毛占一大部分,遠非山羊毛及駱駝毛所及.今姑將wool譯稱羊毛,sheep's wool及goat's wool則分譯爲綿羊毛及山羊毛.羊毛纖維的橫截面是圓的,極爲纖細,易於鬆曲,表面是一層一層蓋着的鱗,形如屋瓦(圖13).纖維是由細胞所構成,所以易和蠶絲辨別.羊毛也容易和獸毛(fur)及頭髮辨別,各種獸毛的橫截面都是橢圓,表面平滑,頭髮雖也是圓的,但沒有鱗.

羊毛性質堅韌,有彈性,易於黏合;這些都是良好織物的要素.鱗使羊毛被壓時能够黏合,造氈就是利用這性質.各獸所取下的毛,長度自一吋至八吋不等.二、三吋是普通羊毛適當的平均數.直徑自10μ至100μ不等.斷點強度自撒克遜綿羊毛的2.5克至安哥拉山羊毛的38克不等.各種羊毛的粗細大有區別,所以這些數字不大可靠. Matthews將各種纖維的

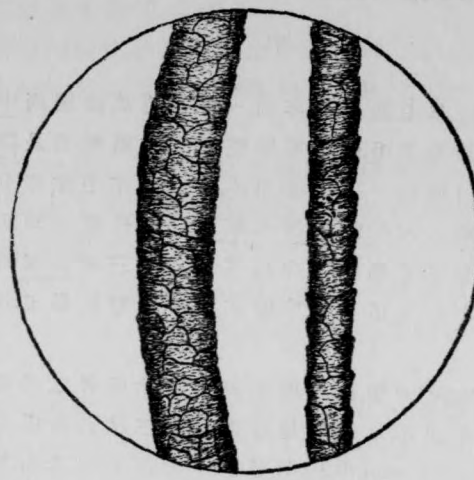


圖 13. 羊毛纖維(放大 440 倍)

抗張強度,計算爲同一直徑的相對值.他的結果如下:

頭髮	100.0%
澳洲綿羊毛	122.8%
英國林肯綿羊毛	96.4%
安哥拉山羊毛(mohair)	136.2%
Leicester 羊毛	119.9%
秘魯羊毛(alpaca)	358.5%
Northumberland 羊毛	130.9%
棉花(埃及)	201.8%
Southdown 羊毛	62.3%
撒克遜綿羊毛	224.6%

由此可見,撒克遜綿羊毛雖細,却是最強的羊毛纖維.現將同樣粗細的紗線的斷點強度列下,這比較地更有興趣:

紗線之種類	斷點強度(以磅計)	
	1—吋試驗	27—吋試驗
Tram 絲(4)	45	40
苧麻(12)	34.5	24.5
亞麻(15)	29.5	18
美國棉紗(17)	17	13.5
黏質人造絲(2)	11	11
Luster 毛線(9)	9	5
Botany 毛線(9)	7.5	3.5

括弧中之數字,係表每吋之撚曲數.紗線的粗細都等於1/30's號的毛線.在此可以一提的,就是"全毛"(allwool)並非織物品質的標準.多半要看羊毛的品質,尤其是纖維的長度而定.

羊毛富於彈性,所以將在箱中摺縐的毛織物衣服掛於衣櫥中時,縐紋多半會自行消失.

羊毛於 100° C. 時有受範性,所以可用模型壓成各種形式,羊毛冷却以後,這形式也不改變.羊毛纖維比棉花強得多,但若比較兩者的同直徑的抗張強度,羊毛的抗張強度約爲每吋1,132磅,而棉花的則爲 47,000 磅.羊毛纖維的總伸長等於原長的 5% 時,便達到彈性的限度.這約比鐵的大上十倍.

羊毛之化學性 羊毛與絲相同,成分完全是蛋白質,可由其燃燒之狀態,及發出的氣味,而和植物纖維區別.羊毛接觸火焰便燃燒,但分下來的毛線,甚或小塊毛布,一離火焰就

立即熄滅.羊毛燃燒時變焦,焦的部分略爲鬆曲.燃燒羊毛的焦臭氣味,是蛋白質所特有,角素 (keratin) 的這氣味,極爲強烈.放在緊閉的管中加熱時,便發生氨,可藉溼的試紙檢出.

生羊毛之表面有蠟一層,占羊毛重量的 5–16%. 這個蠟層,和纖維的細小及鱗狀的情形,極易招致污垢.蠟量當然因羊產地的性質,羊所受的豢養情形,及其他因素而異.Lewis 曾檢查新西蘭及南澳洲各種羊所產的四十九種樣品的毛,發見生毛和淨毛間重量的差別,等於生毛重量的19.4–54%,這損失多半是汗的蒸發所留下來的固體物,稱爲**毛垢**(suint).這物用水浸出,占生毛的 14—18%. 被燃燒時,毛垢減至原毛重量的10%. 這灰的主要成分是碳酸鉀,和小量的硫酸鉀及氯化鉀.羊毛的蛋白質,多半是角素,含硫頗富.有人試驗,以加有膀胱氨基酸 (cystine) 的飼料餵羊,可使羊毛的質量增加,已略有成績.可是這方法在商業上的價值,則還待證明.

沸水能使羊毛纖維損壞, 5% 的氫氧化鈉溶液,於沸點時,只消五分鐘,便將羊毛完全溶解.濃的無機酸,也能將其破壞.過氧化氫對於纖維的持久性,作用頗小,多用以漂白,因爲氯不能用於羊毛.

製造羊毛之初步手續,乃是**洗毛** (scouring),就是用溫肥皂水及鹼金屬的碳酸鹽等的弱鹼水洗濯,將油垢及塵土洗去,羊毛經過這手續後,再用清水漂洗,烘乾,便可加入製造中的機械的過程.

人造絲

商業中稱爲人造絲 (rayon) 之織物,是指廣用於織物中

的某數種人造纖維.它們都是纖維素的衍生物,不過還有一種動物膠的,以小規模地製造.

人造絲因爲光澤高,最和蠶絲相似,且有絲的數種性質,所以當初稱爲artificial silk(人造絲),後又稱爲silk substitute(絲代用品),最近改稱rayon,日本稱爲人絹.中國製造絲綢,近年多用人造絲和蠶絲交織,織襪子所用的尤多.

Matthews依生產的方法,將各種人造絲分類如下:

(1)火棉(硝棉)絲,或膠棉絲,係由硝酸纖維素溶解於醇和醚的混合溶液中而製成;商業上稱爲Tubize.

(2)銅銨(cuprammonium)絲,或銅酸鹽絲,係由纖維素的氧化銨銅(ammoniacal copper oxide)溶液所製成;商業上稱爲Bemberg.

(3)黏質(viscose)絲,係由硫代碳酸纖維素(collulosethiocarbonate)的溶液所製成;商業上稱爲Rayon.

(4)醋酸鹽絲,係由纖維素的醋酸鹽所製成;商業上稱爲Celanese.

(5)動物膠絲,係由動物膠的絲製成,用蟻醛處理,使其不可溶解.

美國至1910年才開始製人造絲,所以這業算是新興的,還不能說那一種較爲重要.現在的人造絲,多半是第一、第三兩種.

這些纖維用顯微鏡檢查起來,形狀各不相同,織物專家可藉以辨別各種的人造絲.硝化纖維素絲,像是二、三根絲黏合而成,構成一根纖維.銅銨絲極細,和蠶絲十分相似,不過較爲光滑.黏質絲有縱脊,所以像是粗糙.纖維醋酸鹽絲,與銅銨

絲及硝酸纖維素都有點相似,所以最難鑒別.

火棉絲(pyroxylin silk) 1885年,法人Chardonnet得了最初的人造絲製造法的專利權.他的出產品是由纖維素製造的,通常跟着他的名字稱爲Chardonnet silk.他的方法曾經幾次修改,出產品的名稱亦隨之更換.

纖維素多取自棉花,不過有時也用別種纖維及木漿.棉花用發煙硝酸(15份)及濃硫酸(85份)的混合物處理.用這混合物三十五升,作用於棉花四仟克至4—6小時之久,將其變成各種硝酸纖維素的混合物.其中以三硝酸纖維素(trinitrocellulose)及四硝酸纖維素爲多.賸餘的酸用壓力移去,出產品還約含有30%的水,溶解於含有醇40%及醚60%的混合物中.完全溶解需要15—20小時的時間.這火棉溶液稱爲膠棉(collodion),濾清以後,黏液由極細的毛細管壓出,流出極細不斷的絲.徑0.08毫米的毛細管,需要四、五十個大氣壓的壓力.壓力的控制必須準確,使絲的粗細均勻.細絲由模孔流出時,有不少表面顯露於空氣中,於是溶劑蒸發而絲凝聚.這些細絲聚在一起,合成單絲,繞於筵子上.

這些硝酸纖維素的絲,極易着火.這性質可以除去,就是將這絲經過硫化氫溶液,這溶液除去硝基原子團,再發出純的纖維素.

這出產品光澤頗高,但在抗張強度,彈性及柔順性上,都不及蠶絲.

黏質絲(viscose silk) 一切商品人造絲,多半是用黏質絲法製造的.在這過程中,先將纖維素絲光化,再用二硫化碳處理,構成膠狀物質,可溶於水.溶液濾清後放開,直待黏滯性

略爲減低,重新濾清,加以壓力,以除去氣泡,然後紡績成絲,手續與別種製法裏的相似.絲須陸續通過硫酸銨,或稀硫酸,及硫酸亞鐵的溶液,使纖維凝聚.

醋酸鹽絲 (acetate silks) 這過程中,纖維素是用醋酐及痕跡的硫酸的處理而醋酸化.纖維素醋酸鹽,溶解於氯仿、醋酸或別的溶劑,紡出的絲流入水中.這絲是纖維素醋酸鹽,並非如前幾種的纖維素.製人造馬尾鬃中,用以塗於棉線,也供電線絕緣料之用.

人造絲與蠶絲之比較 在斷點強度及彈性上,人造絲約當蠶絲的一半.前者的光澤較高,不過略帶金屬光澤.覆蓋力因絲線較粗的關係,僅約有蠶絲的一半;蠶絲的徑是 15μ,

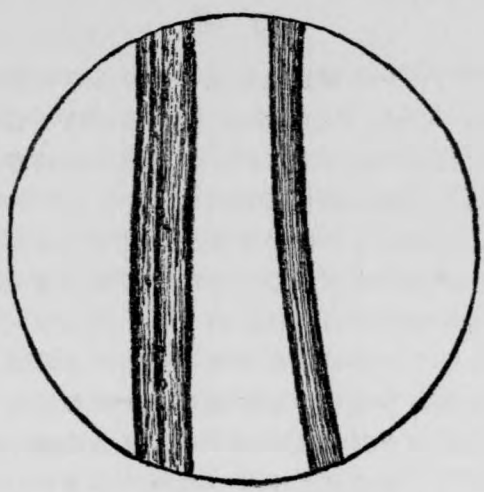


圖 14. 人造絲纖維(放大 440 倍)

而人造絲的徑則爲 30－35μ (圖 14). Matthews 將各種絲每方毫米的斷點强度的值,編列成表,現將其擇要錄下(單位仟克):

各種絲之斷點强度

	乾	溼
中國絲	53.2	46.7
Chardonnet 膠棉絲,未染色	14.7	1.7
銅酸鹽絲	19.1	3.2
黏質絲,早期出產品	11.4	3.5
黏質絲,新出產品	21.5	——
棉紗	11.5	18.6

石 棉

石棉爲唯一之礦質纖維.化學成分是矽酸鈣鎂[calcium magnesium, silicate, $Mg_2Ca(SiO_3)_4$], 天然的礦石在熱水中浸軟,壓榨,纖維便分離開來.可製多種的織物.有時在其中加入棉紗,使其易於織造,然後再將棉紗燒去.

石棉織物多用於需要防火,或熱度極高之處.戲院幕布、汽管絕緣,燈芯,汽車車掣襯裏和汽機及煤氣機的墊圈,都有用石棉製造的.石棉古時稱爲不灰木,所織的布稱爲火浣布.元史上說過:"石絨織以爲布,火不能燒".我國石棉的產地及質量,似乎都不甚佳,多屬蛇紋石一類,較著名的有河北淶源,儲量約二、三十萬噸.據二十二年的調查,我國年產石棉五百噸,價值七萬五千元,二十一年,二十二年入口石棉的價值,平均每年有三十萬元.

漂白

一切的天然織物纖維,皆帶有顏色,多半是灰黃色的,這稱爲本色.由它們所織成的織物若染深色,這本色沒有關係,但若染成淺色,或者若要白色,這本色便非除去不可.

家庭漂白,乃是將布浸溼,鋪在草地上晒.這過程的化學不明,但或許是光的光化線,藉空氣中的氧,使黃的着色料氧化.這漂白法若用於商業中,尙嫌過慢且太費事.在商業中,植物纖維乃是用氯漂白.最普通的是用漂白粉〔$CaCl(OCl)$〕的溶液,這溶液中的活動物質是OCl^-游子.各廠的漂白法,手續不同.要漂的材料,先用碳酸鈉溶液,或肥皂溶液烹煮,或洗濯.另法是將織物經過比重1.005的漂白粉溶液,再經過二氧化碳,這氣將亞鹽酸釋出:

$$2CaCl(OCl)+H_2O+CO_2\longrightarrow CaCl_2+CaCO_3+2HClO$$

然後將織物洗濯,用溫蘇打液處理後,再加洗濯.於是經過比重1.0025的第二份漂白粉溶液,再顯露於二氧化碳,再用水及1% 的鹽酸或硫酸洗,最後將一切的鹽類及酸類用水漂淸.

其過程大概相同,但有的不用碳酸而用稀醋酸,或稀硫酸,以釋出亞鹽酸;有的將氯化物溶液電解以發生氯.在一切的漂法中,用稀溶液分數次處理,都比用濃溶液一次處理爲佳,因爲濃溶液對於纖維會發生作用的.

亞麻纖維比棉紗尤易漂壞,所以必須用較溫和的處理.所用的是較稀的溶液.麻布時常是浸溼,鋪在草地上漂,用不着什麼化學漂白劑.羊毛及蠶絲,如用氯漂白,會變爲極粗,並且減弱,所以另用別種試劑漂白.漂白蠶絲及羊毛的舊法,是

將溼絲線用桿子掛在燃燒硫黃而得的二氧化硫的氣體中,這過程是靠二氧化硫和着色物化合而成無色物質.可是,這物質並不穩定,不久又會變黃.有種新漂白法,是將紗線或織物浸於曾仔細地用水玻璃中和過的 1% 過氧化氫的桶裏,有時是用過氧化鈉,則用硫酸中和,這法所漂成的白,永不變色.

不論那一種漂白法中,一切的化學藥品,最後都須漂淸.

染 色

染料 (dyestuffs) 依來源分類如下:

(一)人造的 煤膏染料,通常稱爲阿尼林染料.

(二)天然的

(1)動物——胭脂蟲.

(2)植物——蘇木、黃顏木、皂茶.

(3)礦物——普藍、鉻黃、鐵黃、錳銅.

還有依他種根據分類的,如化學成分,或用於織物的方法等.在化學詞彙中,我們遇到偶氮 (azo) 染料、硝染料、氧酮 (oxyketone) 染料、二苯甲烷 (diphenyl methane) 染料、喹啉 (quinoline) 染料及兩苯駢吡啶或吖啶 (acridine) 染料等名詞.可是染坊中則用酸性染料、鹼性染料、媒染染料及木桶染料等名詞.

原料 (raw materials, crudes) 多爲煤膏之分餾物.其中有苯、甲苯、蒽及二甲苯.甲醇、乙醇及醋酸,也是原料,不過不是由煤膏而得的.

中間劑 (intermediates) 由原料製成,用以配製染料的

化合物,包括酚、阿尼林、甲苯啶(toluidine)、蒽醌(anthroquinone)、萘酚(naphthol)、溴乙烷(ethyl bromide)及好些別種物質.

染色的方法頗多,因纖維及所要的效應而異.織物材料有趁生時染色的,有紡成紗時染色的,也有織成以後染色的.

印染(printing) 乃將顏色印於布上之某部分,以產生有花之圖案,如印花布(細薄者名calico,粗厚者名cretonne)便是這類.印花布兩面的顏色,深淺極不相同,所以可與染成的布辨別.點子多半是印的,條紋有時也是印的.印的顏色很少像染的顏色那麼耐久.

不褪色(fastness) 乃顏色對於褪色或他種變化的抵抗.不過應當記住,沒有一種顏色絕對不褪的.染料是化合物,而化合物沒有不起變化的.並且,它們是高分子量的有機化合物,這種化合物多半容易起變化.染料稱爲不褪色時,意思僅是顏色會像織物一般耐久.不褪色是相對的性質,決定染料用途的一主要因子.西人的上等跳舞服,晚餐禮服及戲裝,因爲不顯露於水及日光,可用非全不褪色的染料染色.反之,水手制服,或游泳衣服,則非用能耐海水及日光的嚴酷情形的染料染色不可.爲婦女服裝而產生各種的色調及色彩,可藉以試驗染料工廠及染坊的技術,因爲染料之不褪色,既靠染料,又靠染的方法.

有多種不因氣候而褪色的染料,對於酸類或鹼類,則極靈敏.顏色因酸而變化時,原來的顏色,時常可藉氨等鹼類處理而得恢復.

酸性染料(acid dyestuffs) 稱爲酸性染料者,因爲必須由酸性液染上織物.它們包括多種化學羣的染料,比如三苯

甲烷(triphenyl methane) 染料及蒽染料.它們包括好多種類的色彩及顏色,多用以染羊毛及蠶絲.

酸性染料,常以鈉鹽之形式出售.這鹽溶於熱水,再加醋酸,蟻酸或硫酸.液中常加硫酸鈉 (sodium sulphate, Glauber's salt, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), 以減慢染色的速率,全部織物的顏色,便可較爲均勻.絲的染色,溫度通常恰在沸度以下.酸液中染羊毛,多半將液煮沸.染較深的色蔭,液中可以含酸5%及硫酸鈉25%.有些染料,及當特殊情形時,須用別種鹽類.明礬及醋酸銨的用途有限.

鹼性染料(basic dyestuffs) 此染料皆含有鹼性胺原子團.除這特性以外,結構也許不同,所以也分屬於幾個化學羣,比如三苯甲烷染料,硫氮二烯陸圜或噻嗪(thiazine) 染料及偶氮染料.可染蠶絲,羊毛及棉布,可是供動物纖維之用的尤多.這些蛋白質是兩性體,所以發生化學上的結合,染料便直接染在絲及羊毛上.

鹼性染料不易溶解,加熱成爲膏狀.有些於沸度便分解.染料溶液施用前,總要先行濾清,以免未溶解的染料膏塊,附着在織物上發生斑點.鹼性染料染色,溫度須恰在沸點以下(90°C.). 鹼性染料施用時,頗多困難,所以爲同一目的,可用別種染料代替時,便不用這種染料.

媒染染料 (mordant dyestuffs) 植物纖維與各種染料,多不能結合而成不可溶性物質.在這些情形中,纖維必須用和染料化合,使其不能溶解的物質浸漬,這種物質稱爲媒染劑(mordant).媒染棉布,常用鞣酸.在較深的色蔭,鞣酸可以斯馬克(sumach)或柯子(myrobalans) 的浸膏的形式出售.這些

略爲有色,所以不合淺的色調之用.用鞣酸時,須避免一切鐵質,因爲鞣酸鐵便是墨水中所習見的黑色.這過程通常是用木桶,以銅製的汽管加熱.

色的深度,依存在的染料的量而定,而染料的量,又依鞣酸的量而定.所用的鞣酸的分量,可自0.5%至8%不等.媒染的布,若用鹼性染料染色,因了賸餘的鞣酸溶劑的作用,顏色會褪.因此媒染劑必須固定.布在酸中攪動十分至二十分鐘,靜置過夜後,均勻地絞乾,將其固定,固定的目的,在使布上的鞣酸不溶解.方法乃是將其變成不可溶性的鞣酸銻.已媒染的布,在吐酒石(tartar emetic, $KSbOC_4H_4O_6$)或氟化銻(antimony fluoride, SbF_3)的冷溶液中浸半小時.醋酸鋁,硫酸鐵或硝酸鐵及氯化錫,有時也用爲固定劑,以代銻鹽.布固定後,洗去過賸的試劑,便可染色.染料和固定了的媒染劑結合,便不溶解.

除藉媒染劑以染棉布之鹼性染料外,茜素及別種的染料,也常藉媒染劑來染動物的及植物的纖維,所染的顏色,極爲穩定,且甚鮮豔.土耳其紅(Turkey red)是用茜素藉鋁(明礬)或鹼性硫酸鋁,媒染於棉布上,再用土耳其紅油固定的紅色.

土耳其紅油(俗名太古油),乃經硫化之蓖麻油,向來用以固定土耳其紅色,所以稱爲土耳其紅油.製法是將蓖麻油和20%的硫酸,於35%以下加熱,再一部分用氨或蘇打中和.這顏色在印花布的印染中應用最廣.

蠶絲及羊毛之媒染,鉻是最常用的媒染劑.鉻可由重鉻酸鉀或重鉻酸鈉供給,再加點酒石英,蟻酸或乳酸等還原劑.有時也用鉻礬及草酸鉻.同一染料,因所用的媒染劑及用法

的關係,會染出各種的顏色.

直接棉染料 直接棉染料易於應用,所以用途比任何染料都廣.它們多用於衣服的染色,和棉,毛,絲及人造絲的交織物的染色.

這裏的染坊的種類,也包括幾個化學的種類.

用直接染料染色,多半將棉紗或布煮半小時至一小時,不過有些染料於較低的溫度染入纖維.所用的水須是軟水.溶液中加硫酸鈉,無水硫酸鈉,或氯化鈉等鹽類,使染料在水中較難溶解,所以較易染進纖維.這些染料,有的再用硫酸銅、鉻鹽或蟻醛的溶液處理,便更不易褪色了.

直接棉染法之理論,多半是揣測的.有些染料,如果不絕地煮,幾能完全由纖維浸出,但有些却影響極小.纖維中染料的乾溶液,纖維對染料的吸附作用,以及化合,都是被提過的理由.可是,因纖維素及染料的化學性,化合似乎是不會有的.

染缸染料 (vat dyestuffs) 這類染料中,靛藍資格最老且最重要.雖然美國的海軍制服,及藍色的陸軍制服,是用這染料染色,可是它多半用於棉布.

靛藍 (indigo) 乃盛產於印度之藍草所產生.我國的製法,是以蓼藍,菘藍等的葉子,厚鋪於地板上,用水浸漬,使其發酵生熱,等乾燥後,又漬水發酵,如此多次,等發酵完全中止後,則成暗青黑色,乾硬成塊,稱爲土靛.另一種名爲水靛,其原料是用藍葉的汁和水,與石灰沉澱而成.國內製造的頗多,兩種都稱爲天然藍,染色能耐日光,兩廣所產頗多,從前爲出口貨的大宗. 1897年,人造靛藍初在德國出世(我國稱爲西洋藍),到1914年,差不多將天然靛藍完全打倒.但近年來,市場上又出

現了鉅量的天然靛藍.

靛藍不溶於水.用以染色時,必須變爲可溶性的,且無顏色的稱爲靛白的化合物.這變化是藉數種不同的還原劑之一種,在大缸中發生.最古的方法是發酵缸(fermentation vat),靛藍在缸中因麥麸的發酵而變成靛白.這法雖還用着,可是大半已改用化學還原劑.低亞硫酸鈉 (sodium hyposulphite, $Na_2S_2O_4$)、重亞硫酸鋅及重鉸硫酸鈉,多半用於羊毛.此外,亞硫酸鐵及鋅粉,用於棉布.不論何種情形,染缸都用石灰、蘇打或氨變成鹼性.這層是必要的,因爲靛白是弱酸,它本身雖是不可溶性,可是它的鹼性鹽却都是可溶性的.織物放進熱缸裏,直待浸透,還原後的染料顯露於空氣時,靛白被空氣氧化而成習見的靛藍.纖維全爲不可溶性的藍染料所浸透,所以雖經洗濯,極難褪色.遇着光及氧化劑,也不褪色.

其他染料 阿尼林黑乃在纖維上現製之黑色染料,極難褪色.通常用以染棉紗時,使略含鐵鹽、銅鹽或鈒鹽,用酸性鉻酸鈉(sodium bichromate),或氯酸鈉,將其氧化.

胭脂紅(cochineal)乃與鋁媒染劑同用,以染猩紅色及紫紅色.從前英國的陸軍制服,是用它染的,但如今用得極少.

礦質染料用途極少,是沉澱於纖維而發生的.例如羊毛是用醋酸鋁浸飽,再浸於重酪酸鈉的溶液中而使酪酸鋁沉澱.鉛鹽有毒,所以這染料不適於用.

第十一章 皮革與製革

熟皮或熟革是鞣製過的動物的皮.黃牛,山羊,牛犢,綿羊,馬及水牛的皮,差不多就是一切商品皮革的原料,黃牛皮最爲重要,其餘依次類推.有些別種的皮,比如海狗皮,鱷魚皮,蜥蜴皮,蛇皮,鯊魚皮及蛙皮,也都略有用途.歐,美皮廠將 hide 一名詞,專稱牛馬等的重皮;半大的牛馬的皮,稱爲 kips, 而 skins 的名詞是用於小的或極幼的動物牲畜的皮.例如,牛犢的皮重量約在十五磅以內的,稱爲犢皮 (calfskin), 十五磅到三十磅左右,稱爲 kip, 三十磅以上稱爲 hide; 可是,綿羊和山羊的皮,總稱爲 skin.

各種皮革分產於世界各地:犢皮產於法國及阿根廷;黃牛皮產於加拿大,烏拉圭,古巴及巴西;山羊皮產於印度,中國,巴西,阿根廷及西班牙;綿羊皮產於新西蘭,英國及阿根廷.

我國之牛皮 牛在中國各省,本非主要肉畜,但農民却將其當做主要的肉食,所以黃牛聚居之處,黃牛皮產量較廣.如河南,湖北,陝西,甘肅,山東,山西,四川,廣東,廣西各省,產黃牛皮頗多,其中尤以河南的信陽,山東的周村,四川的成都爲最多.黃牛皮聚散的主要市場是漢口,上海,青島,天津等埠,其次則爲煙台,營口.水牛皮則河南,湖北等沿長江兩岸,都有生產.民國二十三年,輸出之生水牛皮值一百六十萬元,生黃牛皮值四百萬元.

皮革 各種動物的皮,在組織上差別很大,在化學上,它們都是由各種蛋白質和脂肪所構成.最重要的蛋白質是表層及毛髮,羽蹄等的角素;還有成膠質 (collagen) 及彈力素

(elastin), 這兩種質是皮變爲革(熟皮)後結締組織的蛋白質.除此以外,還有略能溶解的黏液素(mucins)、蛋白素,球蛋白質,及幾種別的物質.蛋白質和脂肪的比例,因各種動物而大有差別;由是各種皮革的組織,極不相同;牛皮所含的大半是成膠質,製成的革堅韌而有高的抗張強度,綿羊皮多含脂肪,製成的革柔軟而略輕鬆.

皮分爲兩層.外層稱爲**表皮**(epidermis, epithelium),內層稱爲**眞皮**(derma, corium).表皮是角素所組成,十分細薄,硝製時被刮去.毛及汗腺都由表皮生出.貼近表皮的眞皮表面,是一層和表面平行的微細纖維.這組織極薄,革的粒面就是由此而構成.眞皮大半是成束的成膠質及彈力素的微細纖維.

皮由本國市場送到硝皮廠時,常是新鮮的,但多半用鹽醃過,輸往國外的,都須晒乾,或醃過才行.

硝製之一般效應 溼皮易於腐爛,受水的作用的影響.硝製過程的目的,是在使皮較難受水及有機物的作用,使能耐久.有時皮要軟而柔順,有時則要堅強.至若底皮,則要能抵抗磨擦.

硝製的方法,多半是靠經驗.關於鞣料對於皮質的作用,雖曾提出幾種理論來解釋,却沒有一種爲多數人所承認的.其現象會是機械的,或吸附作用,或是化合.有人發見鉻鞣的革中一當量的鉻(17.33),和九十八當量的成膠質結合.成膠質及和它同用的多種鞣料的化學組織,都頗複雜,以致鞣皮過程的化學研究,極爲困難.此外更因成膠質的不可溶性及皮的物理的組織,這種研究乃益爲複雜了.

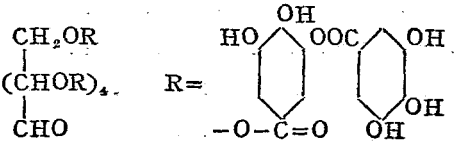
鞣皮材料

鞣皮所最常用的材料,分爲三類:(1)植物浸膏,(2)鉻,鋁或鐵的無機鹽,及(3)油類.此外,醛類,醌類,氯,矽酸,硫黃及幾種別的試劑,都可以用.植物浸膏是最先採用的材料,所鞣的皮的數量,遠非別種物質所鞣的皮所及.鉻鞣法採用的漸多,是一種較新的方法.油類多半用以由將剖開的綿羊皮貼肉的一半,製造假羚羊革(chamois).

植物鞣料 植物鞣料有效的素,稱爲鞣酸(tannic acid),亦稱鞣質(tannin),或單寧.這些鞣質的化學結構,十分複雜,尙未完全明瞭.有幾種不同的化合物,稱爲鞣質,但都歸納爲兩類:焦性沒食子酸鞣質(鄰苯三酚, pyrogallol tannins),及兒茶鞣質(catechol tannins).

屬於第一類的有五倍子鞣質,斯馬克木,櫟木(oak wood),栗木,柯子木(valonia)、迪葳迪葳(divi-divi)及Algarobilla.屬於第二類的有北美松(hemlock)及他種松樹的皮、acacias、密摩沙木(mimosas)、克勃拉哥木(quebracho)、榕樹(mangrove)及兒茶.有些鞣料含有兩種鞣質;例如,櫟樹皮便是兩種都有,但兒茶鞣質的成分較多.

鞣質的化學成分,已被知道的祇有一種,那便是中國五倍子所含的五倍子鞣質,它的分子式如下:



這鞣質是葡萄糖和二沒食子酸 (digallic acid) 的五配醣物 (penta-glucoside). 其他鞣質或許也是這型式的,就是已醣,或沒食子酸,八角茴香酸 (protocatechuic acid), 或它們的衍生物,如卡得可 (catechol),焦性沒食子酸,八角茴香酸,沒食子酸及氧化沒食子酸 (ellagic acid) 的配醣物.

鞣皮業中所用的鞣質,並非純淨的.是一種含有該質的乾植物質的水浸膏.這些浸膏隨它們的來源命名,除鞣質外,還含有酸類,著色物及因浸膏的來源而異的其他物質.各種浸膏所鞣成的革,在組織上及顏色上,都不相同,某種的革選用那一種的鞣料,全憑鞣工的經驗.

曾被提過或實際被用過的鞣質的植物來源,不下三百多種.它們包括樹皮,木材,根,葉,果實及葉上或枝上因蟲傷而結的瘿疣(五倍子).實在地,植物的各部都可以用;不過在實際上,這些多半不用.應用最廣的,因習慣及經濟的關係,各國不同,因爲它們在效應上多可互相更換使用.在美國,北美松,槲樹皮,栗木及克勃拉哥木的鞣質,應用最廣.前三種是在美國製造,末一種由南美輸入,尤以阿根廷爲最多.它占美國所輸入的鞣料的九成以上.

在舊式鞣法中,乾樹皮或其他原料磨成細末,與皮同放在一大桶水裏靜置勿動,直到鞣成.新法則與這不同.

鞣膏之製造 有好些皮廠將生的鞣料浸漬,但有些因經濟關係購用鞣料浸膏.美國所輸入的克勃拉哥鞣料,浸膏約占95%.

鞣膏是大規模製造的,先將乾料磨碎,用冷水或50-60°C.的溫水浸漬,再蒸發而成厚漿,或成固體.通常加入乾血,使其

一部分脫色,乾血能使色質沉澱,因以沉澱的鞣質則爲量頗少.乾酪素,醋酸鋁及氫氧化鋁,也可用以脫色.鞣膏若要運往遠處,固體的較佳,因爲運費較輕.固體的在熱氣候中,還有一種優點,就是沒有液體的那麼容易發酵.

北美松浸膏是由原產於美國北部及加拿大的北美松(abies canadensis)的老樹皮所製成.樹皮的平均鞣質含量,是8—10%的兒茶鞣質.櫟樹皮浸膏是由尋常白色,紅色或栗色的櫟樹皮所製成.栗櫟(quercus prinus)或Q. castanea用得最多.各種櫟樹皮所含的鞣質,自10%至15%不等. castanea vesca種的栗樹所產的栗木浸膏,是一種有價值的鞣料.這種栗木含有3—6%的焦性沒食子酸鞣質.克勃拉哥浸膏是由幾種互有關係的美洲木材所製成的.這木極爲堅硬,所以西班牙人稱其爲quebracho,意思是斷斧物.它含有5—30%兒茶鞣質.

礦質的與油質的鞣料

這類鞣料包括鋁鹽,鉻鹽及鐵鹽.礦質鞣皮法中,鋁鹽資格最老,稱爲鋁鞣(tawing).簡單的鋁鹽不易結晶,所以難和鐵質或其他不純物分離.在硫酸鋁的溶液中,加硫酸鉀,可得大晶體的重鹽,就是尋常的明礬.

鉀鹽價貴,所以其地位大半爲鋁鹽所取代,近來也多改用硫化鋁.

鞣皮用的鉻化合物,是鹼性硫酸鉻.這鹽可由鉻礬,三鉻酸鈉,或二鉻酸鉀,或硫代硫酸鈉,或亞硫酸還原而製成.

鐵質鞣皮,在商業上從來未成功過.

美國鞣皮所用的油,以紐芬蘭的鱈魚(cod)肝油爲最多

生皮之初步處理

皮由動物剝下,到鞣製成革,中間須經幾個階段.保存生皮以便運輸及儲藏的方法,前已說明,所以現在由皮廠裏的第一步過程開始.

洗皮 雖然生皮有時可以不洗,可是多數的必須洗過.洗皮或浸皮的目的,是在除去血及不潔物.新鮮的皮不可浸久,以免發生腐敗,使皮損壞.爲此原因水必須少含腐敗菌及鐵質,因鐵能使皮起斑點之故.爲預防浸漬時腐敗起見,有時在水中加點硫化鈉,或二氧化硫.洗時是將生皮連水放在大木鼓中搖動.新鮮的皮這樣洗法,幾點鐘便行.乾皮及醃皮有時在入灰液以前,先浸三四天,以除去鹽,且使皮軟而柔順.在這例中,腐敗的危險比新鮮的皮少得多.如果皮十分乾硬,水中可加些化學藥品,使皮軟化加速.所用藥品,是氫氧化鈉,碳酸鈉,硫化鈉,硼砂,硫酸,鹽酸,亞硫酸,硝酸鉀及鉻鹽等.就中以氫氧化鈉,硫化鈉及亞硫酸,應用最廣.

脫毛(depilation) 羊皮有時於到皮廠時,毛已剪去,但一切皮的第二步手續,多半是脫去毛及表皮.在舊式的鞣皮法裏,毛及表皮是藉稱爲**發汗法**(sweating)的腐敗的過程,將其除去,這法是將浸過的皮堆在暖室裏,使腐敗加速,表皮質最先腐爛.此法未免太危險,如果腐敗太久,足以損壞粒面.

英美所最通行的方法,是**浸灰法**(liming). 石灰先變成熟石灰.只要有一點的生石灰存在,便會將皮燒壞.此法之詳細情形,因各種的革及各皮廠而大有區別.於25°C.時,飽和的

石灰水100c.c.,僅含有氧化鈣0.1254克,所以鹼液必須極稀(0.04N).有些石灰爲皮所吸收,有些被空氣中的二氧化碳沉澱而爲碳酸鈣.實際上,必須使用過量之石灰使石灰水隨時都能飽和.據說皮能吸收新鮮時重量2-3%的石灰,但有時用到12%之多.石灰過多,除白費石灰以外別無損害.

在老法裏,皮是堆於盛有石灰乳的坑中.新法是將皮掛在坑中,用攪動器在坑底攪動石灰乳,使過剩的石灰不致沉澱,石灰水乃能維持飽和.有時用射氣攪動.有時浸灰是將皮和石灰放在鼓中,或放在裝有槳或攪動設備的大桶中攪動.浸灰過程所需的時間,如非設法縮短,需一星期至十天不等

石灰對於皮的作用,是溶劑的作用.表皮的細胞膨脹而變軟.表皮的生長層及毛鞘變鬆,而一部分溶解,不過毛不大受影響.眞皮的纖維吸水而膨脹,同時未被浸去的可溶性蛋白質,則被溶解.脂肪多被石灰皂化,易於移去.

石灰做脫毛劑的優點,在其可溶性低.皮浸在灰液裏過久,不易損壞,石灰過膩也無傷害.浸灰若用含氨及有機物的陳石灰,則收效更速,有時將別種鹼類加入石灰液中,或完全代替石灰.其中有硫化鈉,硫化鈣,氨,紅色硫化砷,氫氧化鈉及氫氧化鉀.這些試劑雖減少過程的時間,却皆較爲活動,所以對於濃度與時間,需要嚴格控制,否則皮會大受損害的.

毛及表皮因浸灰而變鬆後,用機器將其除去,然後將皮去肉(fleshing).這過程是除去靠肉一邊的脂肪,方法和脫毛大致相同.脫毛及去肉都用機器,去肉常在浸灰以前.可是,有些小廠脫毛去肉,還用手工.在這階段,皮的主要成分是成膠質,彈力素及粒面的未名的蛋白質.

脫灰:鳥糞、犬糞及麩液脫灰 (deliming, bating, puering and drenching) 皮上的灰,不論如何總要脫去.製造底皮時,石灰有時用水洗脫.單單用水,絕不能將皮上的石灰完全脫去,所以較輕的革,都用別種方法.所用的方法,是將皮懸於極稀的溶液裏.硫酸及鹽酸有時也用,但用時必須控制,因爲濃的氫游子溶液,使皮大爲膨脹.醋酸、蟻酸、乳酸、酪酸、亞硫酸及硼酸等弱酸,便不大需要照管.

鳥糞脫灰法是將皮浸於鳥糞的水溶液裏,用於較重級的飾革.犬糞脫灰法是將皮浸於犬糞的水溶液裏,用於較輕的革.革既較薄,過程也就較短.麩液脫灰法可用以代替上列過程之一,或用於犬糞脫灰之後.這法中的浸液,是用發酵的穀皮所浸成的.這些過程脫去剩餘的石灰,減輕膨脹,且使皮軟而柔順.

皮出石灰液時,肥軟如橡膠,這種情形不合鞣製.多年以來,這些用以使皮合於鞣製的過程,純是經驗的,極不確定,但將各過程一加研究後,這事便大爲明瞭.石灰液的PH^+值約爲 12.5, 皮之膨脹即因此故.皮的肥軟的消失(falling),是由於鳥糞液的PH^+值約爲 7.5, 因爲皮在4.5及9.0的PH^+值間時,最不易於膨脹.在這些限度以外,膨脹得極利害.

除這肥軟的消失以外,還有一件由於存於鳥糞中的酵素作用.這些酵素消化彈力素纖維,及除去留在皮上的任何脂肪.彈力素被除去,製成的革更爲柔軟.新式皮廠,現在脫灰是用各種成分的人造鳥糞.它們通常含有胰液素、氯化銨及認爲鈍性的塡塞料.應用這些物質,將酸度控制適宜,頗有效力,比老法妥善得多.

於過程完成時,使皮飽和的鳥糞液,PH^+值在7.5上下,這鹼性太高,若求鞣製成功,植物鞣料的PH^+值應在5以下,鉻質鞣料在4以下.麩液脫灰法將膠餘的石灰完全脫去,使皮略帶酸性.發酵的麩液產生乳酸,醋酸及他種的酸,都是有效的試劑.酸度過大時,可加食鹽,免皮膨脹過甚.

浸酸 (pickling) 準備鉻鞣的皮,有時浸酸.浸酸是將皮浸在略含硫酸的氯化鈉克分子溶液中.所用的硫酸的濃度,通常不及0.1N.這些皮浸在水裏,會膨脹起來,所以於鞣液中加點食鹽,以防皮於鞣製時膨脹.

鞣 製

礬鞣法 明礬鞣製,是應用礦鹽的最老的鞣法.各種的鋁鹽,雖然都用,鞣皮的作用,多半是由於 Al^{+++} 游子.這些鹽若單獨地用,則水解時發生酸性,使鞣成的皮粗而且硬.爲防止酸的膨脹作用起見,可將食鹽和明礬同用.又法是加碳酸鈉,使鋁鹽變成鹼性鹽.用這鹼性鹽硝皮,不必加食鹽,成績頗佳.據 Proctor 氏的經驗,有一種好的基本溶液,可依下法配合,硫酸鋁十磅,溶解於十加倫水中,又碳酸鈉四磅,溶解於四加倫水中,再將兩液慢慢混合.實際上常加麵粉,蛋黃及洋橄欖油.

這方法多用於鞣製綿羊羔及山羊羔的皮,以製手套.羔皮經過洗濯,浸灰,犬糞脫灰,麩皮脫灰及脫毛等尋常的手續,再在鼓中用礬鞣製.有些毛皮,是用特別鞣法,加礬及鹽於皮的貼肉一邊鞣製而成.

鉻鞣法 用鉻鹽鞣製皮革,是最新的方法,雖然關於這

法的第一篇文字,早在1858年便已發表,五十年來才見進步.現用的方法,共有兩種.

二液法是將皮以鹽酸,或硫酸酸化的二鉻酸鉀,或二鉻酸鈉的溶液處理.皮浸透後,移入硫代硫酸鈉液(hypo bath)中,鉻因硫代硫酸鈉而還原.反應略和下列的相同:

$$K_2Cr_2O_7+H_2SO_4\longrightarrow K_2SO_4+2CrO_3+H_2O$$

$$2CrO_3+6Na_2S_2O_3+6H_2SO_4$$
$$\longrightarrow Cr_2(SO_4)_3+3Na_2S_4O_6+3Na_2SO_4+6H_2O$$

鞣製劑是正鹽水解而成的鹼性硫酸鉻.硫代硫酸鈉和硫酸間,也略起反應而構成硫:

$$Na_2S_2O_3+H_2SO_4\longrightarrow Na_2SO_4+SO_2+S+H_2O$$

這硫有些澱積於皮的纖維間,使皮較爲柔軟.

單液法是利用鹼性硫酸鉻或氯化鉻的液,於入纖維以前即先製備.製備的方法,是將二鉻酸鹽,藉二氧化硫,葡萄糖、蔗糖或別種還原劑於微酸液中還原.有一種溶液,含一種鹽,其公式約爲$Cr_2Cl_3(OH)_3$.這些溶液有時是由鉻礬及碳酸鈉製備.在鉻鞣法中,酸度最爲重要.溶液倘酸度太強,擴散於皮中便極迅速,引起膨脹.如此製成的鉻皮,能洗出不少的鉻.溶液的酸度如果較低,鞣製便較緩慢,但製出的皮更飽滿,且更耐久.有些方法所製的皮,含酸過多,易於引起腐敗.過賸的酸,可用硼砂,矽酸鈉,氧化鎂或碳酸鈣等弱鹼類,將其中和而移去.强鹼類不可用,因爲使皮僵硬,並且鞣製是靠着微酸性的.

鉻鞣若用大桶,或須幾天的時間,若是用鼓,時間可大爲縮短.不論如何,總比植物鞣法迅速得多.一切普通皮革,都用這法.底革若用這法適宜地鞣製,極爲耐久.

植物鞣法 各種植物鞣法的細則,因所製的革的種類而大有區別.製底革時,皮由石灰液中取出,單用水洗,或用酸脫灰,然後放入因乳酸,醋酸或草酸而酸度頗高的陳液中.皮因這酸性而膨脹,變爲肥軟.經過若干時間後,移入酸度較低而鞣質較多的大桶,這樣,入了較新較強的液.這過程或需數月的時間.有時用鼓法,或搖動法,使過程變快.底革鞣製以後,和葡萄糖或蔗糖的溶液裝入鼓中搖動.這種過程稱爲**裝塡**(loading),其目的在增加革的重量,因爲革是按磅數賣的.雖然有人或因糖的可溶性而推測這裝塡會減短革的壽命,可是經調查後,知道耐久性上並無顯著的區別.有人主張糖能減少纖維間的摩擦,因而使革的壽命延長.

控制膨脹,可製各種重量的軟皮.在最軟的鞋面革中,因浸灰而起的膨脹,全被鳥糞脫灰法除去.馬具的或別種略重的軟革,是用弱酸膨脹,或有時竟將鳥糞脫灰取消.

犬糞及鳥糞脫灰法,確能將液變爲中性,及藉胰液素移去彈力素而使膨脹減少.Procter 氏主張用藉醋酸鈉變爲近於中和的醋酸脫灰.

訂書及蓋汽車,沙發等所用的上等革,是由羊皮,犢皮及海狗皮所製成.這革供這些目的之用,最爲耐久.鞋面革是由犢皮及山羊皮所製,鞋底革是由牡犢皮所製,手套革是由綿羊,山羊及山羊羔的皮所製成,cordovan 是由馬皮所製成的革.

油鞣法 這種鞣法,是最古的鞣法之一.用於毛皮及假羚羊革.

鞣製假羚羊革時,綿羊皮用酸液及獸皮脫灰,再和鋸屑,

放於機器中攪動,直待乾而多孔.於是將皮取出,塗上鱈魚肝油,鯨油或海狗油後,送回機器.後再移出,裝進木箱,待油氧化,將過賸的油(degras)榨出,皮用熱的碳酸鈉液洗,以除去未榨盡的油.

上油上色與修整 革鞣過後,還要經過好些手續,使其適合特殊的用途.這些手續的次數及細則,都不相同.若要使革軟而柔順,且增加它的抗張強度及斷點強度,纖維用油或膏潤滑,使其易於互相移動.所用的油蠟的量,自底革的 2—3%,至鞋面革的30%不等.直接用油或膏時,過程稱爲 stuffing;若用乳劑則稱爲 fatliquoring. 前者常用牛脂及鱈魚肝油,後者是用牛蹄油或硫化油.乳劑也可用油鞣所賸的油和肥皂製備.皮先浸溼,和這油液入鼓共搖.**染色**通常是將皮媒染後,和染料共入鼓中搖動.修整包括好些過程,多數是機械的.鞋革是塗一種修整劑,使其色狀增進,且不透水.這些修整劑,含有動物膠,乾酪素,蛋白素,阿剌伯樹膠及類似的附着劑,再加一種染料.

suède 革是由幼犢的皮,用鉻鞣法鞣製,在貼肉一面修整而成.

漆皮(patent leather)是在革上塗一層亞麻仁油清漆而成.

第十二章 橡膠與人造塑料

塑料 (plastics) 就是受範性的材料,種類繁多,其中有天然的,有人造的.國立中央研究院化學研究所,現在研究人造塑料之製造.

橡膠

橡膠爲最重要的塑料.歐人初到新大陸時,南美土人已認識橡膠.這膠是中美洲,南美洲及中非洲某種植物的出產品,日人稱爲護謨.歐人發見這膠時,土人已熟知它的彈性,及使物品防水的功用.厄圭多及祕魯的印第安人,稱它爲cahu-chu,英文 caoutchouc 的名稱,便是由此而來的. 1770 年英國化學家 Priestley 發見可用它擦去鉛筆跡,因此得了 India rubber(印度擦子)的名稱. 1820 年英人 Macintosh 發明防水布的製造法,1839 年美國發明家 Goodyear 發明了橡膠硫化法.橡膠在商業上的重要,即建立於這兩樁事實.距 Goodyear 發明後四十年,美國所製造的橡膠產品的價值,超過二千五百萬元.又後四十年的年終,它的價值超過十一萬三千八百萬元.橡膠業的突飛猛晉,是近二十年的事,多半要歸功於汽車.

據美國的統計,橡膠製品中,各種車輛的內外輪胎占六、七成,靴鞋占一成多,橡膠布及其製品和硬橡膠,各約3%.

橡膠之來源 橡膠是由一種稱爲膠乳 (latex) 的乳狀流體經處理而得,這種流體通常存於某數種熱帶或亞熱帶植物的特別組織系統中.這些植物,有樹,有藤,也有灌木.這特

殊的細胞系統,存於外皮和形成層 (cambium layer) 間,割膠 (tapping) 就是由外皮割進數分寬的槽若干條.這些槽有時是成螺旋形轉着割的,有割一條垂直的大槽,再割多條小槽,斜通大槽的(圖15).兩種割法都要在槽底放一只杯子,接受白色或乳白色的膠乳.

商品橡膠多半是由原產於亞瑪遜河流域的巴西橡膠樹 (hevea brasiliensis) 所產的."優等巴拉"(fine Para) 橡膠,是由亞瑪遜河支流巴拉河的橡膠樹所產,但這級的橡膠現在僅占生膠的一小部分(不及一成).英,荷人將橡膠樹由亞瑪遜河流域移植到南洋的英,荷兩屬地發榮滋長,成績極佳.這些膠園現在占地數十萬畝,供給全世界所用的橡膠約達九成之多.美國有一種 guayule 灌木,學名 parthenium argentatum, 原產於墨西哥北部,美國阿利頗拉及加利福尼亞兩省都有種植.高達一至三呎,表皮的細胞中,含有膠乳,有的含於枝葉裏.乾的野生種,約產 9% 的膠乳,經培植後可達20%之多.這橡膠顏色暗黑,約含有樹脂20%,多半用以混合別種橡膠.歐戰時期曾略用過,但其能引起人們的興趣,多半是因有應用的可能,而非因其占商業供給的一重要部分.美國商業部鑒於美國消費生橡膠極多,曾研究在美國土壤上種植別種產生橡膠的植物.愛迪生晚年,對此事極爲努力,謀由鼠尾草

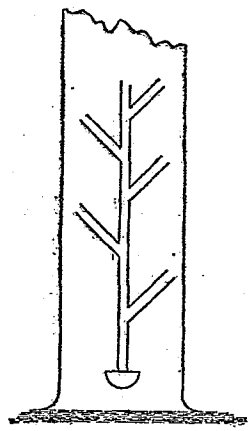


圖15. 橡膠樹割膠之一法

(golden rod) 產生橡膠代用品.

膠乳 膠乳在植物中的經濟的目的不明.它不但在外觀上,即在成分上,也略和牛乳相似.它是帶負電荷的橡膠烴(caoutchouc, hydrocarbons)的小滴在水中成形的乳膠.也含有樹脂、醣類、鹽類及蛋白質.蛋白質有做乳化劑的功用.膠乳的比重不定,但總比一略小一點.膠乳中各成分之比例,因樹的種類及年齡以及時季而異,但由下列的值,可以知道商品巴拉乳膠的近似成分.尋常所含的橡膠烴,約爲35%.

商品巴拉乳膠之平均成分

水分	40—70%	蛋白質	1.5—2.2%
橡膠烴	25—60%	醣類	0.3—0.4%
樹脂	1.2—2.0%	灰分	0.25—1.00%

膠乳中橡膠烴的粒的大小,即在一份樣品中,區別也很大.已測定的徑,自 0.0005 至0.004 毫米不等.膠乳凝聚的難易,因所含的橡膠烴的百分數,及質點的大小而定.凝聚用酸,因爲酸和乳化的蛋白質反應,且中和質點上的負電荷,纔不能使膠乳凝聚.

橡膠的其他性質,依凝聚的方法及以後的處理而定.這處理多半是在滾子間精細洗過,以除去蛋白質,糖,礦質及酸.有時橡膠用酸性亞硫酸鈉 (sodium bisulphite) 漂白.橡膠主要的商業等級是巴拉餅(Para"Biscuits")、農場綯(plantation crêpe)、光片(sheets)及熟綯(matured crêpe),它們因凝聚的方法及以後的處理而異,所以在成分及性質上,略有差別.

野生橡膠(亦稱土人橡膠)的膠乳是用柴火薰灼凝聚.法用一種木槳蘸在膠乳裏,再放在火上,將槳柄放在兩膝上旋

轉,槳便在火上轉動.等膠乳薰成黏質後,再蘸再薰,直至一層一層地做成一個大球或大餅,重至20—100磅不等.煙氣能使膠乳凝聚,或因含有木醋的關係.

農場橡膠,是先加化學藥品,使其凝聚,其中以醋酸及糖用得最多,現在還是用得很多.農場的縐片及光片,多半是用這法製造的.

有個較新的發展,就是自然發酵法,也能產生凝聚的物質.這法是用以產生商品的"熟縐",和別種產品不同之處,是在留下的物質(血清物質)已略因發酵而破裂.

橡膠之成分 "橡膠"(rubber)的名稱,是指膠乳的商品凝聚物,也指製造後的產品;"橡膠烴"(caoutchouc)是指烴的成分.

橡膠中的橡膠烴和樹脂的比例,是決定橡膠價值的重要因子.各種橡膠的比例差別很大.在一部分的巴拉橡膠中,查出含有橡膠烴96.5%及樹脂1.09%,而在別科植物所產的橡膠中,橡膠烴占6.7%,樹脂占92.8%.在這極限之間,差不多一切可能的比例,都有存在.某種樹中,幼樹的橡膠所含的樹脂較多.在Castilloa的橡膠樹中,樹脂的百分數是自兩歲樹的42.33%至八歲樹的7.21%不等.如是巴拉樹,二歲樹含樹脂3.6%,十至十二歲樹則減爲2.26%.

純淨的橡膠,完全無色,彈性頗高,比重於17°C.時是0.911.雖然不溶於水,却吸收本身重量25%左右的水而略爲膨脹.酒精及醋酮能溶樹脂,但不能溶解橡膠烴.可是橡膠烴能吸收這些溶劑,和吸收水一般.橡膠可溶於二硫化碳,四氯化碳,氯仿,苯,甲苯,二甲苯(xylene),石油醚,松節油,烴基鹵化物(alkyl

halides)、吡啶(pyridine, 一氮三烯陸圜)及喹啉(quinoline)中,在醚中略能溶解.顯露於空氣中時,慢慢地氧化而成脆的樹脂.橡膠加熱到100°C.,便軟化而發黏.等到再冷却時,這些性質並不消失,這可證明這變化是化學的,而非物理的.於160°C.左右時,熔解而成暗棕色的液體.這液體是各種烴的混合物,其中的 isoprene(C_5H_8)及 dipentene($C_{10}H_{16}$)曾被隔離過.它們的沸點各爲38°C.及181°C.眞空蒸餾可產生含有極少的isoprene及dipentene 的高沸點的烴混合物.那末,這些似乎是構成橡膠烴的烴的分解產品.Boswell 用溫和的氧化劑處理橡膠烴,而發見這烴的公式顯然是 $C_{30}H_{48}$, 特地爲它寫倆複環構造式.

有些已研究過的橡膠樹脂,多半是和cholesterol($C_{27}H_{45}OH$)有關係的醇類所成.樹脂和橡膠烴的關係不明,但顯然是後者的氧衍生物.

橡膠的含氮物質,還未研究清楚,但總是可溶性蛋白質,但有時是消化蛋白質.

橡膠之"醣"料,並非糖類,而是同分異構的環狀化合物,多半是 inositol [$C_6H_6(OH)_6$] 的衍生物.由巴拉乳膠曾隔離出一種單甲基(monomethyl) 的衍生物 $C_6H_6(OH)_5(OCH)_3$.

橡膠之製造 橡膠的功用,全靠硫化(vulcanization)時所起的變化和某物質結合,常用的是硫黃.這結合的化學性不明,硫黃或和橡膠烴的分子結合,不過也許似是物理的結合,或由它引起橡膠烴分子的聚合(polymerization). 不論如何,硫黃總是以某種方法與橡膠結合,因爲不能藉尋常的硫黃溶劑將其溶出.他種物質,尤其是一氯化硫及二硝基苯,也曾

被用過.

現用的硫化過程,共分三類:(1)**冷法**是將橡膠浸於一氯化硫(sulphur monochloride,S_2Cl_2)的二氯化碳或四氯化碳溶液中.溶液不能貫穿橡膠深處,所以這法祇能用於薄片.過賸的氯化硫,用氨脫去.這法產生軟的橡膠片,但因有氯及其他不純物存在,朽壞頗速.(2)**氣法**是將薄膠片顯露於一氯化硫的氣中.這法的一種變化,是將硫化氫及二氧化硫更迭着用,都用於雨衣,玩具及其他物品的橡膠.(3)**熱法**差不多用於一切橡膠物品的製造中.簡單點說,這方法是將橡膠和硫黃及適當的塡塞料(fillers),加速料(accelerators),軟化料(softeners)及顏料,放在熱滾子間研磨.於是範成物品,在壓力下用蒸汽加熱,硫化便於此時發生,硫化有幾種效應.生橡膠可溶於數種溶劑,於溫和溫度時有黏性,彈性極低,就是被引長時,恢復原有的大小極爲緩慢,或全不能恢復.硫化橡膠則在一切的溶劑中,幾乎都不可溶,於高溫度始有黏性,在廣範圍的溫度內,彈性甚高,細孔也較少.在惡劣的氣候,或機械的磨擦下,損壞緩慢得多.硫化橡膠能吸收大量的氣體,尤以烴爲多.

橡膠的特別功用,在其富有彈性.製造橡膠產品時,這性質必須極力維持,而仍使產品適合於預定的用途.各種出產品在這性質上,程度不一.橡膠圈及橡膠布最爲發達,車胎及橡膠鞋跟次之,硬橡皮最下.加強作用,或對磨擦及走樣的抵抗,及抗張強度有增加時,彈力便會減低,所以最好是適中的效應.這些性質是藉所用的塡塞料或硫化料的種類及量,以及處理的方法而轉移.等到將技術混合物討論後,這作用便可明白.

技術混合物(technicalmix) 乃是製造橡膠物品所用材料的混合物,除橡膠及硫黃外,差不多總含有別種物質.**加速料**是用以減少混合物加熱的時間使硫化適當.密陀僧(litharge, PbO)、消石灰及煅製鎂(magnesia, MgO),都是最常用的無機加速料.可是,因爲所需的量頗大,所以也當塡塞料用,這在有些物品中,頗有妨害.從前這是所用的唯一加速料,但現在的用途,多半限於機械的物品及硬橡膠.如果用某數種的有機加速料,所需的量便少得多,尋常約爲1%.這些物質多半是硝化物.阿尼林、hexamethylenetetramine、thiocarbanilide (diphenylthiourea)、aldehyde ammonia、diphenyl guanidine [$(C_6H_5NH)_2C{:}NH$]和蟻醛及阿尼林的縮合物,都是最常用的有機加速料,不過還有數十種別的加速料曾被提過,或被用過,其應用程度不一,可是總比上述的爲少.它們的主要區別,是在發生一定的加速效應所需的量.

近來又用化合物以加速硫化,這些物質所需的量頗小,所以被稱爲**超加速料** (ultra-accelerators).所需的量,僅及上述的有機加速料的四分之一. tetramethylthiuram disulphide [$(CH_3)_2NCS\cdot S\cdot S\cdot CSN(CH_3)_2$]、lead dimethyldithiocarbamates及zinc dimethyldithiocarbamates, 都是這類的重要加速料.這些化合物,常需要氧化鋅及氧化鉛做活動料(activator);但鋅及鉛都有毒,所以內政部公佈的飲食物用具取締規則第五條規定:"營業者不得以含鉛或鋅之橡皮,製造哺乳器具."

橡膠布、橡膠帶及有些橡膠管等柔軟而有彈性的物品含有橡膠、小量的樹脂、5%以下的硫黃,無機塡料小量或竟沒有.車輪內胎所含的鈍性塡料,可達一成之多.

準備抵抗磨擦甚多的橡膠品,例如車輪外胎之着地部分、機器皮帶、橡膠鞋底及鞋跟,可含鈍性塡料至50%之多.良好塡料的條件,是對硫化的加速及朽壞有鈍性,分態微細,沒有尖銳的晶體,也不含吸附了的酸或鹼.從前曾爲這用了好些物質,有時目的只在減輕成本,對於主要的條件,毫不注意.可是,自從生膠落價,競爭日烈,且因有了技術的控制,有好些塡料已完全廢棄不用.最優良且最常用的塡料,是氧化鋅.它不僅適合上列的條件,而也是白色的,所以不致和所需的任何顏料衝突.鋅鋇白 (lithopone)、黑煙末、燈煙、碳酸鎂以及氧化鋁、碳酸鈣、碳酸鋇及白陶土,都應用很廣.黑煙末比燈煙要當得多,這多半因爲分態較細.這兩種僅能用於黑色或深色的物品.選擇一種塡料,多因相對的成本及廠家的習慣而定.滑石粉及肥皂石粉是用以塗於未硫化的橡膠模型及成貨上.這兩種粉用爲塡料,尙嫌太粗而有稜角.擦鉛筆跡的擦子是用浮石粉或玻璃粉做塡料.

混合物中常加油、蠟、硫化油及瀝青等稱爲**軟料** (fluxes) 的各種有機物質,使其柔軟,因而更易塑範.它們也減少橡膠的多孔性,且增加其對於水及水溶液的抵抗.吹過瀝青(blown asphalts, 又稱礦質橡膠, mineral rubbers)、土瀝青、木焦油、煤焦油、樹脂及蟲膠片,有時稱爲附着軟化劑,和**磨擦料** (friction stock) 混合.磨擦料就是滾入用以製造車胎或水管的織物或繩線的橡膠混合物.橡膠鞋底含有磨細的棉花、軟木塞或皮革,使其不致過滑,細孔較多並且較輕.

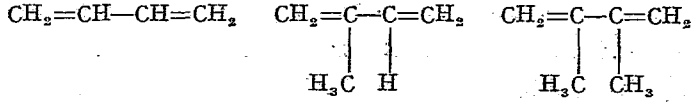
硬橡皮 (hard rubber, ebonite) 含有三成至五成的硫黃,及一點礦質塡料.它是優良的絕緣料,所以製造絕緣物品,用

途頗廣,也可製造橡篦,煙管,蓄電池及好些別種物品.

橡膠的着色,一切的無機顏料(第十三章)差不多都可用.尋常的紅色,多半是由於硫化銻,不過也常用別種紅色顏料.可是,硫化銻會含有製造時所留下的硫酸鈣的晶體,現在用途較前爲少.

橡膠工業,尤其是車胎的製造,發展極速,因而製法也時生變化.再者原料的相對市價,頗能決定所用的原料,而市價可以每月不同.關於加速料及塡料的相對價值,確定的論據還十分少.有好些加速料及塡料,確能增加橡膠的有用性質,如彈性及抗張强度等,但用一種物質,如有長期的經驗,有時比較優良而未用慣的物質,成績更優.

合成橡膠 汽車工業的需要,使野生的南美洲橡膠開始告竭時,於是價格高漲.化學家因而企圖合成橡膠烴,這已多少有了成功.所用的方法,是將一種雙鍵烯屬烴(diolefine),藉金屬鈉,醋酸或他種接觸劑處理,使其聚合.所用的雙鍵烯屬烴,多半如下:



butadiene　　isoprene　　dimethylbutadiene

這些橡膠的性質,和極低級的天然產品相似,抗張强度尤爲缺乏.美國有人發見了一種 chloroprene, 由這可製出與橡膠相似的產品,美國所製的稱爲 duprene,蘇俄所製的稱爲 sovprene.蘇俄所利用的合成橡膠,或比任何別國爲多,但蘇俄的工程師及化學師,對於由 sovprene 所製的車胎,多不滿意,據

說缺點不在原料而在製法.南洋的橡膠園,現在產生鉅量的天然橡膠,供過於求,以致膠價有時竟落到割膠費用以下,英荷政府曾於1934年爲此協議限制生產.處這情形下,即能產生優良的合成橡膠,也恐怕無利可圖.

馬來乳膠(gutta percha)與 **Balata** 這兩種是和橡膠相似的天然產品.馬來乳膠含有一種煙(gutta),與樹膠煙相似,成分在30－84%之間.這煙以外,還有10－60%的樹脂.馬來乳膠用於海底電纜的絕緣,小量的用爲高爾夫球及外科器械的柄子.Balata 是由原產於基亞那的 mimosops balata 的乳膠所製成.在成分及製備上,和馬來乳膠相似,多半用以製造機器皮帶.

反故橡膠(reclaimed rubber) 舊的靴鞋,車胎及其他物品中,可得不少的橡膠.問題是將這橡膠變爲具有生橡膠性質的形式.這從未做過,因爲還未曾發明脫去化合了的硫黃的方法.可是,有法可將織物及塡料除去,橡膠弄軟,可以範塑,然後可再硫化,但强度及伸張力,總不及生橡膠.用於這兩種性質都不重要的物品,都極有用.一般人或以爲車胎含有不少的舊橡膠,實則除外胎觸地部分,抗張強度不大重要,略用一點以外,車胎所含的舊橡膠不多,或竟沒有.

舊橡膠翻新所用的主要過程有二,乃是鹼法及酸法.鹼法是將橡膠磨細,和氫氧化鈉的溶液於閉緊的桶中加182°C.的熱,至二十小時左右.用這方法,織物游離的硫黃,及一部分的塡料,都可除去.酸法和鹼法相似,不過用的是鹽酸或硫酸,所需的時間僅五小時.這法僅能除去織物及酸溶性的纖維.

橡膠代用品 人造橡膠不可和橡膠代用品相混.人造

橡膠在化學性上,顯然差不多和橡膠極相同,但缺乏其物理性,橡膠代用品的化學性,和橡膠不同,但在物理性上,却很相似.

橡膠代用品是將亞麻仁油、玉蜀黍油、棉籽油、菜籽油、花生油等植物油,硫化而製成的.如果硫化是用一氯化硫不加熱而處理,便得白色的代用品;如果硫化是和硫黃加熱,便產生棕色的代用品.這些物質,有時於製造的過程中,和橡膠混合;但常使成品的強度、彈性及耐久性減少,所以不用於上等物品中.它們雖確能減低混合物的比重,這在好些例中也許是優點,可是通常却被認爲攙假.

賽璐珞

賽璐珞 (celluloid) 乃是美國印刷工人赫特 (Hyatt) 所發明,1869年赫氏與其弟兄在紐週西省紐哇克城設廠製造賽璐珞,這是美國商業上製造賽璐珞的嚆矢.自此以後,各國紛紛仿造,以各種的名稱發售, pyralin、xylonite、fiberloid 及 viscoloid 都是時常遇着的.我國除賽璐珞外,尚有賽珍珠及人造象牙等名稱.這塑料的價值,在於幾種性質.抗張強度,每方吋在一萬磅以上,所以是最堅固的人造材料之一.加熱便有受範性,可以塑成或壓成任何的形式.可以用車床鏇、可鋸、可切,由整塊上可以鉋下薄至0.005吋的薄片.透明而有彈性.賽璐珞的製品,都有三種缺點:(1)有的嗅起來像樟腦,不過有的則無氣味;(2)遇熱即軟;(3)容易着火.關於第三種缺點,現在已可設法補救,就是把它和鋁的鹽類相混和,便可減少它的着火性.

我們知道通常製賽璐珞的主要原料是硝酸纖維素和樟腦.其製造的方法如下:先將純淨棉花或紙粕(卽纖維紙),放入硝化器中,用硝酸(比重1.83)與硫酸(比重1.71)的混合液,使其硝化;約經一小時後,則纖維素完全硝化而成硝酸纖維素,而用離心力分離機將其酸液分出,再用清水充分洗滌,使不含酸質爲止.這素含有硝分10.8－11.6%,多半是四硝酸鹽.這是最難着火的商品硝酸纖維素.若含有酸,會使穩定性減少,所以有時加尿素或他種鹼類.乾的火棉(硝棉),每百份加樟腦25－40份(樟腦之多少,須視所製的賽璐珞的性質而定),再加適宜的顏料或塡料,混合起來,然後於130°C.左右之溫度,用水力機加以強壓,壓成整塊.這些塊子,可以切成或範成任何的形式.取數層的賽璐珞片,壓合起來,可得和象牙相似的成層狀態.如將各種顏色的片子壓合起來,則五色斑爛,美麗可觀.

從前日本人利用賽璐珞製成種種人造象牙用具和玩具等,曾在我國市場上暢銷一時.近來我國製造賽璐珞物品的工廠已有好多家,外貨因之也逐漸減少.可惜該業的主要原料品硝酸纖維素,各廠因限於資本,大都不能自製,而向外洋買來;這種漏巵依舊無法減少.各廠現在所用的賽璐珞板,有並非由硝酸纖維素直接製成的,因爲近來滬上電影事業日漸發達,每月剪下之廢片,爲數甚鉅,此種廢片卽爲現成之賽璐珞,且其價值極廉,可加工製成賽璐珞,在成本上較之直接用硝酸纖維素製造者,更爲合算.別種廢棄不用的賽璐珞製品,如玩具碎片等,也可以用.先把各料依顏色揀開,再加以漂洗;次把漂好的原料放入鍋中加熱,約二十四小時後取出.

移入大滾筒機中,使它滾成大塊的賽璐珞.因其尚未十分堅實,所以須再放入水力壓榨機中壓榨一次.

賽璐珞的用途太多,不能盡述.最大的用途,是製造照相機及電影機所用的軟片.其餘的用途有梳子、刷柄、手鏡柄、眼鏡框、各種玩具及裝飾品、汽車窗、自來水筆桿、煙盒、肥皂盒及乒乓球等.

電木

電木爲比利時化學家貝克蘭 (Baekland) 氏所發明,英名 Bakelite 係從發明者而得名,因其形狀如木,不易傳電,可充電的絕緣物,故譯稱電木.電木的製造十分簡單.將酚和等量的蟻醛混合,再略加鹼爲接觸劑,共同加熱.試劑縮合而變爲兩層.上層是各種物質的水溶液,下層爲稱爲 Bakelite 的樹脂.其聚合態自稀液體至固體不等,依各物質反應的時間久暫而定.液體的,可加或不加塡料,塗於木材、金屬、厚紙或其他的表面上加熱焙乾卽成美觀堅固的漆.固體的,磨爲細粉,稱爲電木粉或膠木素.電木粉單獨地,或和木質纖維混合,可範成任何形式,再在每方吋50—100磅的壓力下,加熱至160°C.以上.這加熱使其變成 Bakelite C, 或商品的電木.不可溶解,也不溶解,差不多不受一切化學試劑的影響.它是優良的熱和電的絕緣體,性極堅硬,比重約1.25.在300°C.以上時,開始變焦而分解.它最重要的缺點,是缺乏柔順性,在這層上便不如賽璐珞.可是,不着火上又比賽璐珞強.在未加塡料時,透明而近於無色.因此可以隨意着色.電木的商業的製造,始於 1909 年,用途已經很多.可製電的絕緣體、傘柄、煙管、玩具、彈子球、刷

柄,理化儀器,留聲機片及刀柄等.此外也可用爲製造抗磨軸承,防酸瓷漆及其他工程計畫中的膠合劑.最近有將其製成片子,以代替瀝青而塡蓋乾電池的,電木不但成本較低,也不像瀝青會破裂,並且沒有熱液,以影響電池.

他種塑料

除上述三種重要的塑料以外,已被用過及曾被提過的別種塑料,還有不少.電玉英名 Pollopas, 和電木是同類的東西,其成分和電木略有不同,因其外觀如玉,故譯稱電玉.**Cellite** 是由纖維素醋酸鹽和樟腦所製成的產品,曾略被用過,最重要的用途是製造不着火的影片.**Galalith** 是乾酪素和蟻醛縮合而得的產品,用途不大.蟲膠片(shellac)可用以製造廉價的鈕扣,撲克牌及假象牙等.此外還有好些別種塑料,但就著者所知,在商業上都未應用過.

第十三章 油漆油墨與墨水

塗布油漆,有兩重目的:一在保護所處理的材料;一在使其美觀.有些油漆工作,自然純是審美的,例如油畫便是.油墨與墨水是用以裝飾或用以紀錄.保護建築材料,多半是保護它們以抵抗濕氣的問題.乾的木材不會朽爛,乾的金屬,不會腐蝕.那末,油漆必須構成一層不透濕氣,且不致因氣候而速即腐爛的膜.油漆所必遭遇的最難的試驗,是顯露於海洋浪花的鹽水中.最上等清漆,乃是用於船上圓料及桅杆的,稱爲圓料漆(spar varnish).

油漆材料

最常用以防水的材料,是油類.脂肪類.蠟類及樹脂類.牛脂,凡士林及重油等類物質,只能用做暫時的防水材料,但爲長久之計,必須用不容易移去的材料,油漆中所用的,便是這些產品.我國最古的油漆材料爲漆 (lacquer), 是漆樹 (rhus vernicifera, stockes) 皮內的黏汁,書經上有"厥貢漆絲",可證它的資格之老.現代的油漆材料,以美國爲例,其重要的依次列下:亞麻仁油,鉛,桐油,松節油,松香,蟲膠片,大豆油,其他油類(魚油,焦油,火油及木餾油等),古巴,黠瑪及高利等樹脂及酒精.

Varnish 這名稱,有清漆,假漆,凡立水及巴利是等種種譯名,是多少黏滯的液體,以薄層塗布於表面上,顯露於空氣中時,會硬化而成有光澤且略透明的膜,其目的在保護且增進表面的外觀.清漆有兩大類:油清漆及揮發清漆.形式最簡

單的清漆,是樹脂在乾性油中的溶液,油多半是亞麻仁油,用不用松節油沖淡,沒有一定.市上的清漆,多半屬於這類.揮發清漆(spirit varnish)實質上是樹脂在石油精或松節油等揮發性有機溶劑中的溶液.蟲膠溶解於酒精中的清漆,特稱爲蟲膠漆(lacquer,此字指中國漆外,尙有此意).油清漆的乾燥,靠吸收空氣中的氧;而揮發清漆的乾燥,則靠溶劑的蒸發.含有樹脂和亞麻仁油的清漆,所結的膜,十分堅固,但供現代之用,尙嫌乾燥太慢.若加乾料(driers),乾燥可以加速,乾料之中,以氧化鉛及二氧化錳爲最普通.現在的油清漆中,都略加這些物質,因爲雖然一切的乾料,能減少漆膜的持久性,但乾燥所需的時間,却自五、六天左右減至二十四小時以下.

油色漆(oil paint)乃是乾燥油或油樹脂清漆,除尋常成分外,還含有固體顏料(pigment)的細粉.這顏料將清漆變爲比油稠厚的不透明的液體,通常是爲它的裝飾價值而加入的.

乾性油(drying oils) 顯露於空氣卽凝固而成堅固乾燥的材料的油類稱爲乾性油.這些油已知道的,雖已有五十多種,油漆業中,尋常僅用到七種.其中亞麻仁油、桐油、罌粟子油及核桃油四種算乾性油,其餘鯡魚油(menhaden oil)、玉蜀黍油及豆油三種,所結的膜不及前四者的堅固,所以算爲半乾性油(semidrying oils).

一種油的乾燥程度,依其所含的飽和度不及油酸的酸類而定.例如,含有脂蠟酸及油酸時,沒有乾燥的效應,但含有亞麻仁油酸及乾性油酸時,油就能變成乾燥的硬膜.乾燥是由於這些二烯(diolefinic)酸,或三烯(triolefinic)酸中雙鍵處

的氧化.在玻璃片上,塗布一層亞麻仁油的薄膜,顯露於空氣中,會吸收本身重量16%的氧.構成物質的化學結構,還沒有確知.也許是這些不飽酸類已在其中變爲羥基酸(hydroxy-acids),或於雙鍵處構成過氧化物的脂肪.

亞麻仁油(linseed oil),中華藥典稱作亞麻油,俗名胡麻油,乃製造油漆所用之主要油類.它是由亞麻的種子所製得."亞麻(linum ustatissimum)屬亞麻科,一名胡麻,爲一年生草本植物.……果爲蒴果,內分五隔室.每一隔室,約藏種子二粒.種子爲扁橢圓形.色澤有白,黃,棕,因品種而異."亞麻"就種植用途上可分爲二種:卽紡績用亞麻與種用亞麻.紡績用亞麻……所得種子爲副產品.種用亞麻,分爲短纖維亞麻,歐洲種用亞麻及阿根廷種用亞麻,皆可供採種之用."大量種植種用亞麻的主要國家,有阿根廷,印度,蘇俄及美國."取種用亞麻之收穫,須在植株完全成熟,一部葉凋落時.但亦不應過遲,遲則種子易於脫失"(農業文庫).由亞麻種子取油,有二種方法:一是將油機械地榨出,每百斤種子可得油三,四十斤;一是用揮發性溶液浸漬.榨法較爲通行,因爲榨出的油製造油漆較浸出的爲優.榨法又分爲冷熱二種.熱榨是先將種子輾壓,使殼破碎,放在有蒸汽套的鍋裏煮,使蛋白質材料凝固.然後壓榨若干時間,油流出後,卽被聚集."熱榨之油,能吸收氧氣,結爲乾固之質,爲塗油及油漆之原料,並可用以製油布,油墨,漆皮,假皮等.其冷榨之油,色淡黃無惡臭,可用以製造肥皂.榨油所得之渣,卽爲麻餅,內含養料豐富,宜於飼畜.對於飼畜乳牛及幼小之家畜,尤爲相宜.茲將亞麻子及亞麻餅之成分列下:

成分	亞麻子	亞麻餅
水分	9.1%	9.2%
灰分	4.3%	5.7%
蛋白質	22.6%	32.9%
粗纖維	7.1%	8.9%
無氮可溶物	23.2%	35.4%
脂肪	33.7%	7.9%"(農業文庫)

這油的精製,是加熱至70－75°C.,使任何蛋白質材料燃焦,或用稀硫酸洗,以燒焦任何易於分解的材料,將油靜置,不純物便沉澱下來.油的產量,約爲每百斤種子出油三,四十斤.浸漬法所出的油較多,但有小量的蛋白質,與油同時浸出,油乃不合製造某種油漆之用,不過可製肥皂.

亞麻仁油"爲黃色之油狀液.臭特殊,味溫淡,露置於空氣中,其質漸濃,色漸深,而臭與味亦漸增強"(藥典).能溶於醚,各級石油及松節油中.這油在空氣中乾燥,是由於空氣中的氧,加入脂肪酸的不飽鍵,構成的新物質,稱爲**氧化油**(oxidized oil, linoxn). 是堅韌而很富彈性的物質,能抵抗尋常的溶劑及弱酸,但易爲任何濃度的強酸及鹼類所侵蝕.亞麻仁油可以不加樹脂而單獨地用爲清漆,所結的膜,顏色灰黃,近於透明.

生亞麻仁油加熱至210－260°C.,將這溫度維持數小時,乾燥性便因以增高.可是,這處理使油堅硬,且成本頗貴,所以已改用加乾料的新法.這法是將一小部分的生油和氧化鉛及二氧化錳共同加熱至200°C., 這兩種氧化物的量,當最後產品的0.2%,兩種氧化物都溶解後,再將這份加入已先加熱至

100°C.左右的主要部分的油.因爲這是老式煮油法,製得的產品所以稱爲熟亞麻仁油(boiled linseed oil). 1935年秋季,美國生亞麻仁油的零售市價,約每加倫美金一元,熟油比生油貴5%,但市價時有漲落,沒有一定,例如同年義阿戰爭一起,價卽大漲.

桐油(tung oil, Chinese wood oil)是由油桐(aleurites fordii, hemsl.)的種子所榨取的油.油桐又稱罌子桐,適宜於熱帶以至溫帶之濕潤肥沃地,主產於我國及日本.我國則川湘鄂,浙贛閩皖黔桂等省均產之.有黑白兩種,以湖南舊辰州寶慶,常德等府所產爲最佳.生油的用途有限,但如和適宜的乾料加熱,就成爲熟油,乾燥時結成堅硬異常而有彈性的膜,濕氣極難侵入,所以這油多半用以製造抵抗濕氣的油漆.水坭漆及水粉漆中,可略加點生油.酸價頗高,可用於水坭漆中,能結成不透明的膜,所以可用以產生平淡(flat)的表面.

罌粟子油(poppyseed oil)是由產於小亞細亞,波斯,印度及蘇俄一種罌粟的種子所取得的.這油所結的膜,近於無色,且又不易坼裂,所以尤合用於白色或顏色鮮嫩的色漆中.

胡桃油(walnut oil)是由胡桃(juglans regia, lim.)所榨出.品質最高的,爲透明無色,乾燥力和亞麻仁油相等,所結的膜不易開裂.所以美術家用這油混合淺色的顏料.胡桃在我國中部各省,多有生產,尤以冀,晉,豫,魯四省爲多.

鯡魚油(menhaden oil)俗稱魚油,是由鯡魚的身體所取得的,這魚盛產於大西洋中,美國紐周西海濱尤多.這油所製的色漆(常混有亞麻仁油),對熱有非常的抵抗力,因此煙囱漆及火爐漆中都用這油.它也用於漆皮所用的瓷漆中.漆成

的皮,光澤雖不如單用亞麻仁油的漆,可是柔順得多,且不開裂.

玉蜀黍油(maize oil or corn oil)在美國製造極多,用爲色漆材料,頗有價值.它的重要用途,是使已調合的色漆,不致變硬或沉澱.

豆油(soy-bean oil)本爲我國特產,每年輸往歐美者甚多,爲出口之大宗,美國豆油多數來自東三省,但現也自行製造.

乾料之作用 乾料亦稱乾燥劑,俗稱燥頭.氧化鉛及二氧化錳,是最普通的乾料,僅占已調合了的油漆的極小部分,通常不及0.3%.這量足使漆膜在一天以內乾燥,但如用量較多時,膜便太硬而脆.這些乾料,以這麼小的百分數,能增加比較地大量的油的氧化速度,所以其作用算爲接觸作用.這些乾料及別種乾料的金屬成分,都是以數種氧化態存在,且易於由這些態中之一種,變爲他態的那些金屬的化合物.因此有些實驗家相信,這些氧化物是油氧化時的中間產品,且金屬屢被空氣氧化,又爲油所還原,直待油的氧化完成.

加乾燥劑,和漆膜的持久及性質,大有關係.紅鉛加於溫度260°C.的亞麻仁油時,結成極硬的乾膜,日久變爲異常的脆.反之,亞麻仁油裏加密陀僧,結成的膜極富彈性.普藍(Prussian blue)是產生柔順的膜的最良好乾料.用這乾料所結的膜,十分柔順,漆皮工業便是建立於它的應用上的.

樹脂 一切樹木的流出物,稱爲樹膠及樹脂;不溶於水的,乃是樹脂.樹脂隨產生的樹木命名,一種樹脂的不同樣品,在顏色及可溶性上,時常差別很大.它們是性脆而有光澤的固體物質,那些最適宜於清漆的,多半澄明而近於無色.有些

樹脂,如蟲膠片松香及山達脂(sandarac),在醇苯及別種有機溶劑中溶解都快,易於製成清漆.有的須先熔解,才能溶解於尋常的清漆溶劑中.在化學上,樹脂含有芳香酸類的酯類、醇類,或樹脂鞣醇(resinotannols)、樹脂酸類及樹脂類.常用的樹脂,有達麻脂、高利脂、蟲膠、古巴脂及松香.達麻脂(dammar)是由達麻拉(damara)的各種松柏科樹木所採得的樹脂.主要的產地是澳洲、新西蘭及南洋.南洋的這項商業,多操於華僑的手中,稱這脂爲"點瑪土"或"點麥膠".雖然紅色的及近於黑色的,都頗常見,而多半的樣品皆近於無色.高利脂(kauri)是新西蘭的松柏科植物高利樹所產的樹脂幾乎沒有酸性,顏色和灰琥珀相似.蟲膠(lac)是一種最重要的樹脂.乃生於樹上,尤其是無花果屬樹上的蟲所分泌的已消化的樹汁.在印度北部,產額頗鉅, lac 便是土人叫這脂的名稱.製淨成片形的稱蟲膠片(shellac),有白色及橙色兩種,前者略貴.有溶於酒精中出售的,大約三、四磅溶於酒精一加倫中,如僅刷一層,每加倫可塗布 400 方呎,十五分鐘即乾燥.古巴脂(copal)是由各種熱帶樹木所流出的樹脂.非洲西岸輸出頗多,荷屬印度也有生產.松香(rosin)是由松樹的粗松香蒸餾松節油後,蒸餾器中所餘下的固體賸餘物.用於製造廉價的清漆.

除這些天然樹脂外,現在製造清漆,也用大量的電木(液態的)、火棉(膠棉)及別種合成樹脂.

松節油(turpentine)是油漆業中一種重要的,且爲多年以來已知的唯一的溶劑或稀薄劑(diluent). 它是松杉的樹汁蒐集起來,用蒸汽蒸餾;蒸餾物便是松節油,賸餘物是松香.松

節油和別種清漆稀薄劑不同,總不完全蒸發,一小部分以有彈性的樹脂質留下,這被認爲是清漆中的優良分子.這變厚是由於氧化.松節油用爲清漆稀薄劑,比別種揮發溶劑較有價值,因爲蒸發較慢;刷痕乃有消失的機會.

其他溶劑　除松節油外,清漆中的溶劑,有時也用石油精,汽油,白松油,醋酸戊酯,雜醇油及二硫化碳.

顏料 (pigments)　乃加於乾性油,使其有裝飾價值的粉狀有色物質.它們是固體物質,不溶於油,但和油混合而增加其黏滯性.同時須磨成一定粗細的粉的形式.顏料除因顏色而有價值外,也使色漆的膜,細孔較少,且比油膜爲厚.油乾燥時,結成多少有細孔的膜,清漆所結的膜,也略有細孔.顏料的質點,塡塞這些細孔的一部分,膜便不易爲水氣所侵入.顏料也使漆膜堅硬,且能抵抗摩擦.由化學的立場看來,顏料可分爲有機的,無機的及色染顏料三種.

無機顏料　存在於自然界的頗多,它們多半是純淨而柔軟,所以磨細以後,卽可應用.有些無機顏料雖也存在於自然界中,却混有好些砂質,所以若用人工方法製造,較爲有利.無機顏料中所含的金屬元素有鐵,鉛,鋅,鉻,錳,鈷,汞,鎘及銅.顏料的主要功用,旣爲裝飾,所以按照顏色分類,最爲便利.

棕色　含水氧化鐵的自然澱積,含有泥灰石,有時含錳的化合物,將這些氧化物磨粉,便成美麗的棕色顏料,稱爲黃土 (ochers),哂納 (siennas) 及亨白 (umbers). 黃土的顏色,差不多全由於氧化鐵;哂納及亨白因含有二氧化錳,顏色又略不同,棕色較深的,所含的二氧化錳較多.雖然由不同的來源所得的顏料,在化學成分上各有不同,可是下列的代表分析,足

供比較這三種顏料之用.

數種尋常顏料所含鐵及錳的成分

	黃土	哂納	亨白
含水氧化鐵 (anhydrous iron oxide)	33.5%	45.8%	36.5%
二氧化錳 (manganese dioxide)	—	1.2%	12.3%

這些氧化鐵顏料,極能持久,可和別種顏料合用,雙方的顏色都不改變.這些顏料若經煅製(脫水),顏色略有變更,三種顏料便各稱爲熟黃土 (burnt ochers)、熟哂納 (burnt siennas) 及熟亨白 (burnt umbers). 含水氧化鐵是帶黃色的,經煅製後,一部分變爲氧化物而成紅棕色.熟黃土和熟哂納在物理性上不同,熟黃土有遮蓋力,熟哂納則半透明,可做着色(staining)之用.

白色 不透明的白色顏料,僅限於少數的物質,主要的是鉛或鋅的化合物,多半是氧化物,碳酸鹽及硫酸鹽.所謂鉛白 (white lead), 是含水碳酸鉛 [hydrated carbonate of lead, $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$] 乃由金屬鉛用醋酸及二氧化碳處理而製成的.白鉛華 (sublimed white lead) 平均含有氧硫酸鉛 95% 及氧化鋅 5%. 它是由方鉛礦石 (galena) 昇華而得,是非晶質的,遮蓋力頗强.氧化鋅有由礦石取出的,有由金屬鋅製成的,都可以用.鋅鉛白 (zinc lead white) 含有硫化鉛和氧化鋅各等分,是由礦石昇華而得的.鋅鋇白 (lithopone) 又稱立脫粉,又名洋鉛粉,是硫化鋅(30%)和硫酸鋇(70%)的雙沉澱物,但這成分沒有一定.二氧化鈦.鋅鉛白和鋅鋇白,在一切白顏料中,最不透明.

白鉛在顏料中,性質最毒,國際勞工大會於 1919 年第一

次大會,通過禁止油漆業使用白鉛的公約,有些國家確能履行本約,但多數國家則仍照常使用.白鉛有先略混合於生亞麻仁油中出售的,臨用時,每百磅白鉛再加下列的材料,將其稀釋:生亞麻仁油二加侖半,松節油一加侖及樹脂乾料(japan drier)一品脫(pint),每百磅可和成白漆$6\frac{3}{4}$加侖.

有一種新興的白色顏料,乃是二氧化鈦(titanium dioxide, TiO_2),這和稱爲鈦顏料(titanium pigment)的材料,並非一事.二氧化鈦的遮蓋力,比鈦顏料約大三倍.鈦顏料是通常大約含有二氧化鈦四分之一,和硫酸鋇四分之三的混合物的商用專名.硫酸鋇在其自然態中,是稱爲重晶石(baryte)的白色礦石,這礦石磨成細粉,和二氧化鈦混合而成鈦顏料.

紅色 主要的紅色無機顏料,是氧化鐵(Fe_2O_3)及四氧化三鉛(Pb_3O_4).氧化鐵俗稱鐵丹,是最有用的紅色顏料.有由礦石而得的,有由鐵廠的廢料製成的.前者爲自然產生的赤鐵礦,礦石如土,易碎,顏色殷紅,我國是產於山西的代縣,所以也稱代赭石.威尼斯紅(Venetian red)是氧化鐵(20－40%)和硫酸鈣(60－80%)的混合物,色如紅磚.印度紅(Indian red)是75－90%的氧化鐵,餘爲矽石.四氧化三鉛亦名紅丹(red lead, minium),又名鉛丹,是一種在空氣中燒鉛而製成的橙紅色的顏料.所成的顏色,除對硫化物外,持久而有鈍性,紅丹和硫化物相遇,構成硫化鉛,逐漸變爲黑色.

黃色 黃色顏料有黃土、生哂納、鉻黃及他種鉻酸鹽.鉻黃是鉻酸鉛($PbCrO_4$),乃由硝酸鉛和二鉻酸鉀的溶液沉澱而得的.由這顏料可得很多種的色蔭.若於溶液沉澱以前,加以酸化,所得的顏色便較淺.加檸檬酸等有機酸,會將顏色變

爲綠檸檬色($PbCrO_4$+檸檬酸鉛),加硫酸等無機酸則發生鮮明的黃橙色(鉻酸鉛+硫酸鉛),如果用二鉻酸鹽的鹼性液,便產生橙色的沉澱物($PbO \cdot PbCrO_4$).各種鉻黃遇光,却不褪色.鉻酸鋅是由鋅和二鉻酸鉀製備而成的,顏色鮮明,但因爲可溶於水,表面會爲雨所沖淡,所以只可用於室內的油漆工作.

藍色 藍色顏料有人造羣青(ultramarine blue),人造鈷藍(cobalt blue)及普魯士藍(Prussian blue).羣青亦稱佛青,天然存在的是稱爲青金石(lapis lazuli)的礦物,顏色自深藍至淺藍不等,依石質的含量而定.人造羣青便宜得多,變更化學藥品,對這顏料的作用,可生多種的色蔭.若用鹽酸及硝酸處理,可得帶紫及帶紅的藍色.將羣青和氯化鈣及氯化鎂加熱,便得相似的顏色.如果加銀,硒及碲,產生帶黃帶綠及帶棕的藍色.羣青及鈷藍,都不受光及鹼的影響,遮蓋力也都不大.普魯士藍亦稱爲普藍,是亞鐵氰化鐵(ferric ferrocyanide, $Fe_4[Fe(CN_6)_3]$).在商業上是將硫酸亞鐵和氰化亞鐵鈉(sodium ferrocyanide)混合,再將亞鐵氰化亞鐵(ferrous ferrocyanide)的沉澱物氧化而成普藍.洗淨以後,不致褪色,但不能抵抗鹼性.

綠色 綠色無機顏料有氧化鉻,鋅綠及所謂鉻綠(chrome green).鉻綠的色蔭,種類甚多,自黃綠色至極深的橄欖色不等,這是由於成分的不同,尤其是在含水的程度.氧化鉻比鉻綠貴,着色力却較弱.鮮明也不如鉻綠,然而遇光却不褪色,對他種顏料不起作用.這顏料的製法,是將二鉻酸鉀和硼酸及水混合,加熱至暗紅,經四小時之久,再和大量的水煮沸,沉澱物便是含酸氧化鉻.這顏料不受忽冷忽熱的影響,所以

用於汽車的引擎蓋頭,鋅綠是鉻酸鋅和普藍的混合物,顏色極爲鮮明,遇光也不變色,但能爲鹼及水所影響.

黑色 黑色顏料多半是一種形式的碳,例如燈煙(lamp black),煤煙(gas black),石墨,木炭,葡萄藤煙(vine black),骨炭及電石氣煙(acetylene black). 由動物來源而得的碳,混有硫酸鈣甚多(80—85%). 骨炭和象牙黑(ivory black)是這類的例證,將骨炭中的鹽類用鹽酸除去,可得極黑的顏料,所以象牙黑俗稱"頂黑".

有機顏料(organic pigments) 有天然產的,有由煤膏製成的. annatto、靛藍,胭脂和中國所特用的豬血及梔子,都是天然顏料的例證,但在工業中,已迅速地爲煤膏所製的阿尼林顏料所取代.

正紅(para-nitraniline reds) 銀朱(mercury vermillion, HgS)素爲最耐久且最優良的紅色顏料,可是現在人都改用阿尼林朱.阿尼林朱可溶於亞麻仁油.祇要含有5%的這材料,便能產生有效的紅漆.它們的顏色能爲任何形式的白鉛所破壞.據美國農具所用色漆的平均分析所示,其中的顏料含有重晶石90%,正紅5%及氧化鋅或硫酸鋅5%.

硃紅(ltihol red) 這顏料廣用於製造紅色的鐵路信號.因爲和正紅不同,紅色不致如流血般地散開,也不變黑.如果不加過多的鈍性塡料將其變淡,則頗能耐久.

色染顏料(lakes) 是由複雜的有機顏料,和無機化合物所製成的顏料.它們分爲兩類,就是由天然顏料製成的,及由煤膏產品製成的.

天然顏料所製之色染顏料 天然顏料多半是酸性的,

若和金屬的氧化物或羥化物等鹼性材料化合,便構成有色的鹽類,不溶於水,所以可做顏料.尋常的製法,是將有機顏料溶液和金屬鹽類的溶液混合,色染顏料便分離而出.有時須略加碳酸鈉,以誘起沉澱.眞正的色染顏料,所含的鹼性物質的量,實足使一切的酸性顏料中和,但實際上總是酸性過多,以產生所需的顏色.鹼質的比例愈大,則色調愈淡.

植物顏料,因其對各種金屬鹼類的作用,而分爲兩類:有一類和極不相同的金屬的化合物構成色染顏料,顏色和着色料相似,但在色彩上或色調上,略有不同,這些稱爲**一色性**(monogenetic) 顏料.黃顏木 (fustic) 是個例證,它和鋁,鉛,銅,鐵的鹽產生黃色沉澱物.別一類的顏料,依與其化合的鹼類,產生各種顏色的色染顏料,這些稱爲**多色性**(polygenetic)顏料.這類以蘇木爲代表,它和硫酸鋁產生紫紅色,和鐵鹽發生藍黑色.

色染顏料的價值,乃在透明,所以美術家可用以塗於底層的顏料上,使顏色略生變化.

媒膏顏料所製之色染顏料 媒膏顏料可分鹼性顏料、酸性顏料及媒染顏料三類.**鹼性顏料**和酸類化合.有些弱的有機酸,如鞣酸及苦味酸,和這些顏料產生有色的沉澱物,所以用於憶戰紅(magenta),阿尼林藍及俾斯麥褐等色染顏料的製備.鞣酸及苦味酸,都使油乾燥得慢,所以這類顏料用於油色漆中,不甚妥善.可是用以製造水彩顏料則極有用.**酸性顏料**多半是酸性的,但不一定如此.它們是由溶液,用金屬的鹽類沉澱而得,這些酸中,多半是用氯化銻,醋酸鋁及硫酸鋁.所產生的色染顏料,可和水或油合用,並不因光褪色.媒染顏

料通常無色,必須有稱爲媒染劑的第二種物質,才能顯出顏色.所顯的顏色,多半依媒染劑的性質而定.本類的主要顏料是茜素 (alizarin) 及氧化茜素(purpurin).茜素用氧化鋁作媒染劑時,發生鮮紅色,但用鐵則生紫色,用錫生朱紅色.這些染顏所製備的色染顏料,都極耐久.

鈍性塡料及補充料 (inert fillers and extenders) 色漆由一種顏料及亞麻仁油,和小量的乾料所製成時,其稠厚度差不多總是足使顏料於靜置時沉澱,或則色漆變硬.預先調合好的色漆,常於製備後很久才使用,製造這種色漆時,必須全部維持一律,或則易於攪起,否則便不合用.維持一律的性質,可由加入一種鈍性塡料而得.塡料除使色漆維持乳膠的性質外,還有因色漆而異的別種優點:有時增進耐用性,有時增加遮蓋力,有時它們的目的則是變更顏料的色調.塡料多半是白色固體,常用的是:重晶石、硫酸鋇(沉澱的)、碳酸鋇、矽石、矽藻土、碳酸鈣、黏土及石棉粉.

重晶石 (barytes) 乃白色礦物,成分幾純爲硫酸鋇.與鉛白及鋅白合用,爲白色顏料.重晶石賦與色漆以較大之體積,且使其更能抵抗氣候的影響.也用於正紅色漆中.

矽藻土(infusorial earth)乃近於純淨之砂石,成分多半是滴蟲的骨骼.重量極輕,所以很能防止色漆的沉澱.用於顏料未甚磨細的底層色漆中,尤有價值.

石棉粉(asbestine)乃天然的矽酸鈣鎂[$Mg_3Ca(SiO_3)_4$],可製防火色漆.

現成乾料 有好些油漆廠,購用亞麻仁油及他家專製現成乾料的工廠所製的乾料.典型乾料的製法,是將油一加

倫和大約四磅的氧化鉛及二氧化錳共同加熱,直待化合,再將其溶解於松節油中.配合量大概是鉛多而錳少.油若加熱至 250—300°C., 乾料便成暗色.如果用油較多而溫度較低,則乾料的顏色便較淺.有些乾料中加樹脂;這些乾料常特稱爲樹脂乾料 (japan), 但在 drier 與 japan 之間,並無顯明的區別;不過 japan 這名詞,也用以稱在爐中焙於金屬表面的清漆.

清漆之製造

油清漆 製造油清漆所用的樹脂,多半須先熔解,始能溶於亞麻仁油中.這過程稱爲"熔膠"(gum running),是將樹脂放入銅錫,以340°C.左右的溫度熔解,將加熱至100—250°C.的油緩緩加入,迅速攪動,溫度維持於250°C.左右,直待樹脂溶於油中.這可藉取出一滴的混合物讓其冷却而測定.若變混濁,便是樹脂業已分離的證據.將鍋由火上取下,略冷却後加松節油.在熔解的過程中,樹脂的重量約損失二成.熔解的樹脂,每百磅(生樹脂 125 磅)所加的油,可自 8 加倫至 30 加倫不等.由油 8 加倫及樹脂 100 磅所製成的清漆,通常約加松節油 25 加倫,而由油 30 加倫及樹脂 100 磅而製成的清漆,則約加 32 加倫.油清漆所結的表面,頗有光澤.如果喜歡和蛋殼相似的光澤,可將表面用浮石及水磨研.有一種平清漆(flatvarnish),不必磨研,即能發生這種光澤.

松香易溶於油,松香清漆可以如法泡製;但乾燥得慢,永遠不會變成極硬,松香加得多時,尤其如此.若加石灰,可使其加硬不少.多數的廉價清漆,是用5—6%的石灰加硬,再將溶於油中的松香做底子.松香清漆初塗上時,表面明亮,有似玻

璃,但不久光澤便減少,而清漆開始顯出裂痕.舊油漆中的網形裂紋,差不多都是由於用的松香清漆,這有的是單獨用的,有的是混於色漆裏的.松香清漆柔軟而極易起痕,所以對於地板,几案或別種須受機械的摩擦的表面,也不合用.

現在最佳的清漆,多含有電木(即未成形的液體電木)在內,電木使清漆較堅固,且增加它的對肥皂及水的抵抗.含有電木的清漆,顯露於戶外時,比任何別種清漆,更爲耐用.

揮發清漆 蟲膠片清漆,是將蟲膠片一成的重量溶於95%冷酒精一成半重量中而成.蟲膠片清漆塗於器物的表面時,酒精蒸發,樹脂則成膜而被留下,成分和原來的樹脂相同,但蟲膠片和松香一樣,柔軟而易損傷,蟲膠片清漆也特稱爲lacquer.

色漆之製造

色漆材料分爲顏料與油料 (vehicle) 兩部.顏料包括眞正顏料及鈍性材料.油料包括亞麻仁油,乾料及稀薄劑.色漆所含眞正顏料及亞麻仁油之百分數較大,則色漆之塗布力,遮蔽力及耐久性均能較强.現將三種著名的淺黃色色漆的配合量列下,以資比較:

色漆中顏料	Wards 超等色漆	典型頭等色漆	典型二等色漆
鉛白,鋅白及顏料	90%	75.4%	34.7%
鈍料或補充料	10%	24.6%	65.3%
亞麻仁油	90%	88.0%	78.8%
乾料及稀薄劑	10%	12.0%	21.2%

製造色漆有兩種通用的方法.高比重色漆所用的製法,

是將固體材料和充足的油混合,做成厚糊.這糊磨成一定的粗細,再加油,揮發性稀薄劑及乾料,共同混合.低比重的色漆,是將一切的材料混合,再用專磨液體的磨機研磨而成.色漆中常加12%的水,使構成的乳膠較爲耐久.一種顏料研磨細到甚麼程度,依預定的用途而定.底層色漆的顏料,最好略粗,使表面含有微粒,上層的漆便易附着.反之,上層色漆的顏料,應當研磨極細,使表面平滑而有光澤,不致藏垢納污.

一切顏色的色漆中,白漆壞得最快,黑漆,尤其是多含碳及氧化鐵的,最能耐久.在白漆的製備中,發見沒有一種單獨的白色顏料,有混合物那麼優良.單用鉛白時,因爲雨水中二氧化碳的作用,漆層變爲粉狀,單用氧化鋅時,則表面極硬而脆,受尋常氣候變化的影響,就會坼裂.還有,鉛白和油混合時,沉澱極快,而氧化鋅則能助其懸游.因爲這些原因,這兩種顏料尋常總是合用.如果於這些顏料中略加石棉粉,沉澱硫酸鋇,矽石或重晶石等鈍性材料,漆膜便更能耐久.白漆的配合,氧化鋅45%、鉛白 45%及石棉粉10%,被認爲標準配合量,尋常是將這些顏料六成和四成的油混合.有時,這些鈍性塡料,可占色漆的固體成分一半以上.

純鉛白漆露於海濱,不能耐用至一年以上.超過一年時,便和粉牆彷彿,表面上要再塗漆,也不容易.若用等量的矽石、氧化鋅及白鉛,和亞麻仁油及乾料,製成色漆,雖至五年或七年後,情形還是良好,表面上再塗漆,也頗適宜.

二氧化鈦是一種新興的白色顏料,現在上等白色漆中必含有這料在內.現將某種典型的超等白漆的配合量記錄於後:

顏料	66.0%	油料	34.0%
鉛白	50.5%	純亞麻仁油	90.0%
鋅白	29.5%	樹脂乾料	10.0%
二氧化鈦	10.0%		100.0%
石棉粉	10.0%		
	100.0%		

這種白漆有三大優點.試將這漆和鈦顏料漆,鉛白鋅白漆及純鉛白漆所製的,比較試驗,以爲證明:

(1)塗布量較廣.這種漆的塗布量最廣,次爲鈦顏料漆,另兩種漆最小.

(2)遮蓋力大.這四種漆的遮蓋力間,有驚人的差別,這差別是由於在一磅的二氧化鈦中有 610 個遮蓋單位(unit of hiding power),而鈦顏料中僅有 235 個單位,鋅白中僅有129個單位,鉛白中僅有 100 個單位.所以含有二氧化鈦的色漆遮蓋力也較大.

(3)較爲耐久且較美麗.這四種漆所塗的器物,同顯露於空氣中四年以後,含有二氧化鈦的漆膜還是色白而不破裂,而另三種的漆膜,則或呈裂痕,或變灰色.

鉛丹是和亞麻仁油混合,用爲建築鋼料的底漆.這漆必須現配現用,否則會變鉛肥皂,便不合用.鉛丹也和鉛肥皂構成時所釋出的甘油起反應,結成玻璃狀的物質.常用的配合量,是鉛丹 29—33 磅,亞麻仁油一加倫.

美國"軍艦灰"色漆中所用的顏料,是氧化鋅45%、沉澱硫酸鋇 45% 和石墨及燈煙10%;再加適宜的油及乾料,混合成漆,對於摩擦及鹹水,都很能抵抗.

特別功用之色漆

瓷漆 (enamel paint) 瓷漆是含有顏料的油清漆,或火棉清漆.多數的於乾燥後,極爲光亮.瓷漆因爲含有樹脂,所結的膜,細孔比相當的色漆爲少,因爲樹脂有溶劑的作用,防止細孔發生.有些清漆製成的色漆,在所結的膜的厚度及硬度上,都比清漆爲強,可是瓷漆的膜保存清漆的膜的一切彈性.大多數瓷漆的顏色是淡的,成分中都含有鉛鎖白或氧化鋅.氧化物和酸類構成固體化合物,所以這些漆中所用的清漆,必須含有絕無酸性的樹脂.高利脂極能合這用途.蓖麻脂清漆是用於金屬物上,入爐烘乾,使其堅硬,光澤及持久性,便都大爲增加.若不烘焙,表面的硬度及光澤,就不充足.這種瓷漆,特稱爲烘漆(japan).

脚踏車及打字機上的瓷漆,都曾入爐烘過的.

船底漆 鋼鐵船隻的吃水部分上,常有螺蛳及別種生物附着,船的速度因以減低,所以預防這些生物的生長,實際上極爲重要.尋常服務的船隻,約有一半的時間停泊在海港裏,被這些生物附着很快,在六個月到九個月的時間裏,速度的損失達 25—40% 之多.即使船隻定期開行,並且行駛迅速,損失較小,但仍頗嚴重.預防這些生物的生長,差不多完全藉塗漆的方法.

現在通用的船底漆,共有三種.它們都需要一層底漆,這底漆在實質上總是相同的,乃是一種速乾的揮發清漆,這底漆的目的在防生銹,稱爲防腐蝕漆.第二層漆稱爲反纏結層(antifouling coats),有一種含有豚脂或牛脂,不會乾燥,當生物

附於其上時,即因自己的重量而墮落.又有一種含有毒質,螺蠣或海藻吸收了充分的毒質後,便死亡而落入海中.所用爲毒物的材料,是氧化銅,氯化汞及氧化汞.銅漆中含有一至四成的氧化銅,其餘的成分是亞麻仁油,白松油,苯及氧化鐵.這些銅漆及汞漆都有效力,但是成本昂貴,且須時常重漆.美國海軍中的辦法,是船底每六個月重漆一次.這兩種漆的相對價值,雖然還是爭論未決,可是美國海軍經調查後,決定採用下列的配合量,因爲含有紅色氧化汞的漆,其成績比任何別種的防纏結漆都好.

美國海軍防纏結漆

蟲膠清漆	6.50加倫	鋅白	15磅
變性酒精	4.00加倫	沉澱硫酸鋇	5磅
木焦油	2.25加倫	印度紅	25磅
松節油	2.25加倫	紅色氧化汞	10磅

產量:15加倫

第三種漆實質上是銅肥皂.製法是在鈉肥皂的溶液中加硫酸銅的溶液,使銅肥皂沉澱,沉澱物和牛脂或他種的油脂混合.用時熔解,趁熱塗布.這漆有毒,被水的作用耗損得頗慢,所以極有效力.

混凝土或水坭色漆 在貨倉,儲藏室及一般的辦事室中,水坭地面十分不便,因爲經人們走路摩擦後,發生灰塵.有些地方,可再加地板,或塗色漆,水坭地面完全不能用.例如,在電廠中設有精細的電機,其接觸點會被灰塵中的矽質質點所摩擦損壞.乾性油所製的色漆,易被石灰皂化,石灰如此地被移去後,即中止了黏合水坭中其他成分的功能.水坭於是

迅速地分裂.若於塗漆以前,用酸類中和石灰,也會由別的水堊成分移去黏合劑.曾被證明,適用的色漆須用含有樹脂酸較多的樹脂,或含有有機酸的桐油製造.這些酸類和石灰反應而成樹脂酸鈣,這樹脂酸鈣和石灰相同,也有黏合的功用.一切的水堊色漆,不含桐油便含古巴樹脂,或兩種都含有.兩種都有的,最爲優良.

防火色漆 沒有一種色漆眞能防火,但色漆可使其抵抗火,因而可防止火勢蔓延,不過能力也頗有限,因爲若加充分的熱,木材便在漆層下發生乾餾.於是發生氣體,這氣體以壓力炸破漆層,因爲有着火性,便立刻燒成火焰.例如美國盛行木瓦蓋的屋頂,若塗了所謂防火色漆,火星落在其上時,不致着火.它們多半含有硼酸及石棉粉.每加倫的色漆,可加入3/4—1 磅的酸.這酸是固體物質,溶解而成玻璃狀的膜層,便能保護木材,以防空氣侵入.有些這類的色漆,不含硼酸,而含有粉狀的極易熔解的玻璃.這些色漆必須時常重塗,因爲雖然油或清漆保護這些成分以免一時被雨沖去,然而總會被沖去的.

水粉漆 (calsomines, kalsomines, distemper paints) **與水彩顏料** (water colors) 水粉漆又稱清水色漆,是將顏料用水沖淡,其中略加動物膠或乾酪素等黏料,以爲黏合的材料.它們通常是塗於灰牆,磚牆及石頭的表面上.這漆有以粉狀出售的,臨用時可加入冷水或熱水混合,還有一種可洗的水粉漆 (washable kalsomine),也是粉狀的,臨用時,每五磅加水二升及熟亞麻仁油半品脫混合,可成一加倫的漆,足敷塗布三,四百方呎之用,塗過的表面,可用水洗.

繪畫所用的水彩顏料,含有顏料及動物膠,或植物膠.盛於軟錫管中的,曾加甘油及水,使其柔軟.

火棉清漆,用於研光的金屬表面,如銀、鍍銀及黃銅等,以保護它們免因受空氣的作用而變暗,頗有成效.這工作通常是用醋酸戊酯來作溶劑.木器上塗用這些清漆,最好是用火棉溶液做"利子",將木上的細孔塡滿,再在其上用一層油樹脂清漆做底子,最後塗一層火棉清漆,以求堅硬.各種小件木製物品,多用此種塗漆.

火棉清漆的一種最著名的用途,乃是用爲塗布銅製的金粉及鋁製的銀粉的媒介質.在這種色漆中醋酸戊酯是主要的溶劑.

木瓦色料 (shingle stains)　木瓦色料,多半是由顏料及粗製木餾油所製成.這油是已知的最佳的木材保護劑.顏料先和亞麻仁油混合,然後大約每一加侖的木餾油,加這混合物二磅.顏色以墨綠、草綠、棕色、紅色及銀灰五種爲最普通.

戶內塗漆　對於某種的戶內工程,油漆有其優點.在這兒,保藏的需要,沒有多大,完全是衞生問題.木材及灰牆都有細孔,因而藏納灰塵及微生物.油漆過的表面,平滑少孔,洗淨及消毒都較容易.在這層上,油漆優於壁紙,尤其當數層的紙重疊地糊着的時候.可是,雖然色漆比壁紙較爲耐用,較合衞生,却多半不及壁紙的美觀,又較粗糙,所以在客廳或餐室裏,不易將壁紙打倒.

除漆劑 (paint and varnish remover)　在舊器物上塗新油漆以前,原有的油漆,時常須先除去.爲這目的,市上有除漆劑出售,這劑乃是苯、醋酮、木精及變性酒精等有機溶劑.最經

濟且最有效力的方法,是用燒鹼(氫氧化鈉)和溫水,以硬刷子洗刷.用這方法時,表面必須用清水洗,將鹼除去,否則新漆會被膠餘的鹼所破壞.最好是用草酸,或鹽酸將最後痕跡的鹼中和,然後再用水洗.中國漆匠洗除舊漆,是用柴灰,因爲灰中含有鹼質的緣故.

印刷油墨

黑色油墨的成分,因印刷品的種類而異.它們都是研磨於油或清漆中的顏料.油墨所用的油,通常是燒過的亞麻仁油.這油濃厚黏滯,這或是由於燃燒時發生聚合及氧化作用的緣故.舊式燒法是用鐵鍋盛油,將油點着,然後攪動十分鐘至三小時不等,依所需要的油的厚薄而定.燃燒久的,以燃料而消耗的油,達四分之一之多,所以新法用外熱,加熱至320°C.左右.

銅版油墨中所用的顏料,多半是用酸洗過的骨炭粉,其中可略加葡萄藤黑及普藍.硼酸錳可加至油的重量的2%,做乾燥劑.

金屬版油墨及石印油墨,含有使有機顏料在氫氧化鋁或沉澱硫酸鋇上沉澱而成的有機色染顏料.這些顏料研磨於油料中,上等油墨的油料是亞麻仁油的清漆;廉價油墨中用松香油;最便宜的油墨,用溶有石蠟的石油,石油油墨所印的印刷品,日久便會走油,變成黃色.

油墨中所用的顏料,跟色漆中所用的多半相同.銅版油墨中所用的黑色顏料,差不多全是乾餾骨頭而得的骨炭,及乾餾植物性物質而得的葡萄藤黑(vine black).兩種炭都用

酸洗去灰分,磨成細粉.上等葡萄藤黑的材料,是葡萄藤葡萄藤枝或葡萄酒的釀母,但現在果核、鞣過皮的樹皮,果殼、鋸屑、柳木及他種木材所燒的炭,也都冒充葡萄藤黑.黑煙末(carbon or gas black)是由燃料氣體一部分燃燒而成.含碳約95%,用於金屬印刷油墨,在這層上,差不多已完全代替了煤氣廠油所製的燈烟(lamp black).

最常用的礦質彩色顏料,乃是亞鐵氰化物藍(ferrocyanide blues),中有普藍、中國藍及銅藍(bronzy blue).這些藍顏料,都是複氰化鐵,不過在比例及純淨程度上,各不相同.羣青也略用一點.黃色礦質顏料有鉻酸鉛,在顏色上,因製法而略有不同.最普通的綠顏料乃是鉻綠;氯化鉻是優良的顏料,然而太貴.紅色及棕色顏料,從前是氧化鐵顏料,但現在幾乎全被有機顏料打倒,有機顏料種類較多,使用也較容易.

墨 水

黑墨(Chinese or Indian ink) 黑墨起源於印度及中國,所以英文稱爲印度墨或中國墨.這墨是由燈烟及膠質製成,再加樟腦或防腐劑,以防膠質腐臭.現代的畫圖墨水,成分相同,但通常用動物膠或蟲膠片爲黏合劑,用硼酸防腐.這些墨的品質,多半靠燈烟的來源.中國古時以漆燒烟,和松煤造墨,現在多用烟炱,安徽徽州所造的最爲著名,所以稱爲徽墨.最上等的墨,是用桐油燒烟製造,名桐花烟.外國燈烟比中國燈烟優良,現在造墨,多採用外國燈烟.

寫字墨水 黑墨水或藍黑墨水,多半是五倍子鞣酸鐵(iron gallotannate)及水.它們是由含有五倍子鞣酸的五倍子

浸膏,加硫酸亞鐵及一種酸而製成,酸是使鐵不致沉澱.這化合物顏色不强,通常須加顏料,使文字更爲顯明.墨水顯露於空氣若干時後,亞鐵氧化而成鐵態,鞣酸鐵色黑而不可溶.墨水最重要的特性是流動性,及不褪色.這不褪色,在用以書寫公文的墨水中,特別重要.近有一種美國墨水,專以寫在紙上乾燥得快爲號召,其中顯然含有乾料.美國政府採用了下列的墨水配合量.墨水應爲五倍子鞣酸鐵墨水,在任何主要性質上,都不比依下列配合量適合地製出的墨水爲低.

鞣酸	23.4
五倍子酸	7.7
硫酸亞鐵	30.0
稀鹽酸, U. S. P. (10%)	25.0
酚	1.0
適宜之藍色顏料	2.2

於 15.6°C.時配足 100c.c. 之體積之水.

顏料墨水 有些尋常的墨水,僅是煤膏顏料的水溶液.紅墨水是曙光紅(eosin)的水溶液.這些墨水,流動容易,且不腐蝕筆尖,但不如五倍子硫酸鹽的能持久.

蘇木浸汁和鉻酸鉀構成黑墨水.如浸汁和明礬及硫酸銅同煮,濾清,便成紫色墨水.初寫時是紫色,但日久變成極深的顏色.這墨水和煤膏顏料相似,不能持久.打印墨水,複寫墨水,複印墨水及打字機墨水,都含有甘油.

墨水片與墨水粉 上述的各種墨水,除含有甘油者外,都可做成固體.五倍子鞣酸鐵墨水所用的酸是固體有機酸,或一種酸性硫酸鹽(acid sulphate),因爲鹽酸不能爲固體物

所保留.這種製劑有運輸上的優點,因爲在準備運寄時的重量,尙不及液體墨水的3%,並且破碎的損失,及對於別種物品的損害,都可避免.材料在無水時,也較耐久.不過用戶必須自備容器,而有些地方的水,或許不合溶劑之用.現在蒸餾水差不多到處都可購買,由這種墨水片製造墨水,祇要謹愼一點,成績必能令人滿意.

標記墨水(marking ink) 在衣服上寫標記的耐洗墨水,成分的種類頗多,時常是領有專利證的.有些植物的汁,單獨用時頗有效力.最普通的標記墨水,含有銀鹽,寫在布上時,變金屬銀.有些墨水,多半是含煤餾油酚及一種顏料.

第十四章 金屬與合金

自古以來,金屬卽已應用於美術及工業上,現在已成"不可須臾離也"之勢.最初是用以製造工具,武器及裝飾品,但現在用途已不可勝計.金屬因有耐久,易於製作及顏色美觀等性質,所以在美術及工業中用途之廣,非他種物質可及.爲某種特殊用途選擇一種金屬時,可以牽涉許多別種性質.譬如,電線用的金屬必須有延性,韌性,且善導電.燒銲用的金屬,却不大需要這些性質.屋頂用的金屬必須有展性,且不容易腐蝕,而低的比重也很重要.在金屬的某數種應用中,硬度,熔點及化學作用,都是顯著的性質.那末,爲某種目的而選擇的金屬,必須具有這些性質的最佳的配合.如果沒有一適用的金屬,冶金家便企圖將二種或二種以上的金屬共同熔解,創造一種金屬,這便是**合金**.爲了獲得更適用於某種目的而製造的合金,數在二千種以上.

我國所稱的五金,是指金,銀,銅,鐵,錫,都是我國從前最常見的金屬.現在最常見的金屬是鋁,銅,金,鐵,鉛,汞,鎳,鉑,銀,錫及鋅.應用較少的有銻,鉍,鎘,鉈,鉻,鈷,鈦,鎂,錳,鉬,鐵,鈀,鎢,鈾及釩.這些後述的金屬,多供製造合金之用.

冶 金

將金屬與礦石分離,稱爲**冶金**(metallurgy).所用的冶金方法,因各種金屬及礦石之種類而異.由同一的礦石分離同一的金屬,也應用不同的方法.**礦石**(ore)是含有在商業上可以收回金屬的岩石.有的是純礦物,有的是一種或一種以上

的礦物和脈石(棄石,gangue)混合,又有的則是游離的金屬,和在外的岩石混合.

選礦(ore dressing) 礦石採出以後,常須壓碎及集中,這些過程稱爲選礦.有些礦石,例如金砂,及美國密希根省北部的赤鐵礦,是土質的,但礦石多半是成大塊,須先壓碎,才能再行處理.

礦石壓碎(或磨碎)後,用粗篩篩過集中.集中的方法,有水洗,機械的方法,浮選法,磁氣分離,靜電過程及氣體過程等.存在的各種礦石,比重各不相同,所以這些過程多半是根據於礦質沉澱的快慢.浮選法(flotation)是一種較新的過程,根據於表面張力.這過程有許多大同小異的方法,但大概都是將礦石加於含有一點油,且有時含有一點酸的水中.礦物選擇地和油吸附,不爲水所浸濕,所以礦物(常爲硫化物)浮起而脈石(棄石)沉澱下來.

有些礦石須經煅燒(calcination,就是加熱),使水及二氧化碳等揮發物分離.礦石的煅燒,特稱roasting,乃是將礦石於空氣中或混以其他會反應的物質後加熱.這過程通常是用以將硫化物變爲硫酸鹽或氧化物.

熔化(smelting) 熔化乃還原之過程,常發生於鼓風爐(blast furnace,見圖16).這爐因用受壓空氣鼓風,所以稱鼓風爐.備好的礦石(氧化物),焦炭*及一種熔劑,混合極勻後,送入爐中.焦炭是還原劑;反應的方程式,大概如下:

$$MO+C \longrightarrow M+CO$$

熔劑或是硼酸,或爲食鹽等鈍性物質,加入以減低熔點,但常

*美國製造生鐵,多用煙煤或焦,用木炭的不及百分之一.

加入以與礦石中的不純物化合.除可還原金屬之化合物外,最常見的不純物是鈣,和鎂的氧化物,或碳酸鹽、二氧化矽及矽酸鹽,或氧化鋁.這些不純物多不熔解,所以必須用化學方法除去.假如它們都存在,且以適當的成分存在,問題便能解決,因爲鈣及鎂的矽酸鹽,都能熔解.然而能以適當的比例存在的極少,所以必須預先分析,以測定某種礦石應用何種熔劑.礦石若多含氧化鎂或石灰,或兩種都有,便加適量的砂(SiO_2),使這些氧化物都變成矽酸鹽,矽酸鹽易於熔解,且輕於熔解的金屬,所以能兩相分離.這兩種矽酸鹽占了熔渣(slag)的一大部分,但也有小量矽酸鐵,矽酸鋁及他種矽酸鹽存在.

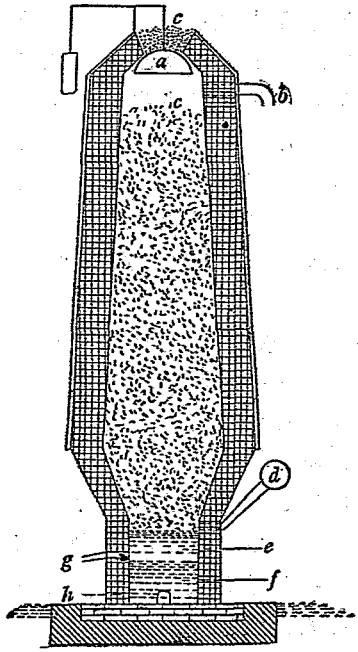


圖 16. 鼓風爐

a. 蓋鐘; b.氣體出口; c. 礦石及煤; d. 鼓風管; e. 熔滓; f. 熔鐵; g. 熔滓出口; h. 熔鐵出口.

鼓風爐爲圓柱體形,內砌火磚,高約60至75呎.將爐鼓風時,用焦生火,用射氣器鼓風,礦石等物由爐頂倒於火上.反應由爐底開始,向上進行.積於爐底熔化了的金屬,不時流出,熔渣也在較高的平面除去.金屬及熔渣引出時,上層的落下,再在頂上加添,所以過程是連續不斷

的.這樣產生的金屬處理及精煉,依預定的用途而定.

鈷,銅,鐵,鋁,錳,鎳及銀,都是用上述的方法熔化.銻,鉍,鎢,鉻,鉬,錫,鎢,釩及鋅,和礦石分離,是用一組和上述相似,且包含有基本反應——用煤焦或木炭形式的碳還原的化學過程.在這些後述的例中,反射(reverberatory),坩鍋(crucible) 或蒸餾甑(retort)等爐,最有效用,有時如鉬,鎢,釩等,也用電爐.

冶金過程之變化及細則,雖極繁複,足編出好多本書來,但可分爲四大類:(1)用碳還原;(2)用熱或碳分解;(3)和別種較廉的金屬混成合金,以後再將其分離;(4)溶解於氰化鈉的硫酸等水溶劑中.

這些過程所產生的金屬,大概都含有不少的不純物,如碳,矽,硫,磷,熔渣及其他的金屬.除去不純物的過程,稱爲精煉(refining). 這可用電解(銅),蒸餾(汞),灰皿法(銀),熔析(鋅)或別種特別過程.不純物對於各種金屬的作用,當和各種金屬連帶地討論.

鐵

由每年所生產及消費之價值的立場看來,鐵是最重要的金屬.並且也是最豐富最堅固且最有磁性的物質,有最大的硬化力.硬化的意思,是由軟而能展的形式變爲如工具鋼的極硬的形式的性質.

主要的鐵礦石,是赤鐵礦(hematite, Fe_2O_3),褐鐵礦(limonite, $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)——也稱赭石或沼鐵,及磁鐵礦(magnetite, Fe_3O_4)的三種氧化鐵.各種碳酸鐵礦中,以菱鐵礦爲最重要,碳酸鐵礦的產額及含鐵,都比較地少,所以沒有氧化鐵礦那

麼重要.黃鐵礦(pyrite, FeS_2)及磁黃鐵礦(yrrhotite, Fe_7S_8)的兩種硫化鐵礦,多半做製造硫酸的硫黃之來源.

鐵是以鼓風爐法和礦石分離,用杓送往鋼廠或鑄造廠,或鑄成塊,美國的鑄鐵塊,長約二呎,重 75－110 磅,色黑而重,稱爲"pigs"(猪),所以英文稱鑄鐵爲 pig iron.

鑄鐵含有碳,矽,硫,磷及其他不純物.工業的鋼鐵,都含有不純物.它們是某數種物質的微細質點的極勻混合物,成分的區別很大.這些物質中主要的如下:

(1)純金屬鐵,稱爲純鐵 (ferrite). 柔軟而弱,有延性,善傳導電,各種性質,除顏色外,大致和銅相似.

(2)碳化鐵(cementite, iron carbide, Fe_3C)硬於玻璃,脆弱却相似.

鑄鐵(cast iron) 鼓風爐之直接出產品,稱爲鑄鐵或銑鐵,俗稱生鐵.成分不定,通常含有碳,矽,錳,磷,硫,有時還含有別種不純物,可達5－8%. 在工業中,是將熔解的鐵倒入砂製的模型中,以鑄造物品.鑄鐵合於鑄造,多半是由於其熔點低.雖然抵抗壓榨的力很大,可是韌性,彈性及展性,却都很低.鑄鐵在各種形式的鐵中,價格最廉,可鑄不必抵抗鉅大震動或機械作用的物品.火爐,縫衣機,收割機及割草機的架子,椅凳的腿,和許多別種常見的物品,都用鑄鐵製造;我國南北宋及西夏,都曾用鐵鑄過錢.結合的碳,使鐵的強度及硬度增加,可是過多則脆,也使熔點降低.矽使鐵的熔點降低,在白鑄鐵中,使石墨沉澱,鐵質因而變軟;含量過高則鐵脆弱.矽也很能防止鑄件發生砂眼.硫能使鐵脆弱,所以通常在鑄鐵中很有妨害,但平常在 0.25% 以下的,却無關係.鐵含磷過多,便極爲脆弱.

如果含磷較多,鑄鐵冷却時的縮小,大爲減少,鐵便凝結較慢.尋常鑄鐵中所含的磷占 0.05—1.5%. 錳於 0.2—1% 的正常比例,增加硬度及密度,且防止砂眼的發生,含錳過多則鐵脆弱.

展性鑄件,沒有白鑄鐵或灰鑄鐵的鑄件那麼脆.前者是將後者緩冷而成,方法是將白鑄鐵或灰鑄鐵鑄件,在氧化鐵中加熱,讓它緩緩冷却後再加熱至 1000°C. 左右,延長幾天.這過程將碳化鐵變成石墨,這石墨一部分和氧化鐵化合,而和鐵分離,其餘的石墨,以更精細的分態,留在鐵裏.

鍛鐵 (wrought iron) 各種商品的鐵中,鍛鐵(熟鐵)最近於純淨.這鐵軟而韌,有纖維,所以容易鍛造.含碳極少,但可含溶渣0.2—2%,這是和低碳鋼的不同處.並且,突然冷却時,不會像鋼那樣變硬.

鍛鐵完全用攪煉法(puddling)製造,就是將鐵和一點熔渣,在反射爐中熔解,趁未凝固時,放在大錘下錘打,以移去大部分的熔渣.鍛鐵易於鍛造,且有優良的鍛接性;所以用以製造馬蹄鐵,鐵條,鐵管及鐵皮;因爲純淨,也用以製造上等的坩鍋鋼.但在許多用途上,已漸爲軟鋼所取代.

鋼 鋼是工業中應用最廣的形式的鐵.如今在許多用途中,已奪取了鑄鐵及鍛鐵的地位.稱爲鋼的商品,製造的過程,種類不一,成分極不一致,所以難下一個簡單的定義.主要的過程有膠合法(cementation),柏塞麥(Bessemer)法,敞爐法及電氣法;而高碳,低碳,鉻,鈷,錳,鉬,鎳,鈦,鎢及釩等名稱,則略表成分的區別.關於製造過程的歷史及說明,必須參考關於鋼鐵業的專書.美國所產的鋼,在一百零三年中,由 1810 年的九百

十七噸,增加到 1913年的三千一百萬噸,及 1917年的四千五百萬噸,那年因歐戰的需要,產量達到了最高峯.中國煉鋼廠,現祇有上海高昌廟之上海煉鋼廠,爐數二,每日產鋼三十噸;太原之育才鋼廠,爐數一,每日產鋼二十噸;上海之江南造船廠,爐數一,產量未詳.

製鋼所包括的化學,乃是將鐵中的不純物用氧化法除去.這鐵種類不一,有煅鐵,碎鐵及鋼,最多的還是鑄鐵.鐵熔解時,碳及矽等不純物都被氧化;碳變成二氧化碳而逸出,矽變成可溶性的矽酸亞鐵.將不純物移去,或減至最低限度後,加入適量的某一種或數種元素.加入之物通常是富於某種元素的鐵合金,如高碳鑄鐵,鐵錳或鐵鎳.碳有時以游離的狀態加入.碳鋼最爲重要,這多半由於價格便宜.合金鋼通常是供特殊用途的鋼.

合金鋼 (alloy steels) 合金鋼種類繁多,下列的是現在應用的主要合金鋼.這些鋼的重要,大概靠强度,硬度及延性等性質的組合的程度.

鉻鋼(chromium steels)以敞爐法及坩鍋法,皆可製造,含鉻0.4—2%.鐵中加鉻的主要效應,就是增加抗張强度;可是,若再加碳或別種金屬,則硬度增加.可用以製造碎礦機的模子、保險箱,冷輾金屬用的滾子,銼刀,軸承的鋼珠及鋼滾子,與貫穿鋼鐵甲的彈丸.

錳鋼(manganese steel)含錳11—14% 及碳 1.0—1.4%.通常是在杓中製造,是一種自硬的鋼,就是雖不淬煉,也能變成極硬,緩冷也不軟化,差不多不含磁性.這鋼有點奇特,就是緩冷即變成極脆,驟冷則延性極高;恰和碳鋼相反.錳鋼可製碎岩

石機及鑽孔器,別種採礦及選礦機器,鐵路軌道及保險箱.

鉬鋼(molybdenum steels)之性質及功用,皆與鎢鋼相似,可是發生同樣效應所需的鉬,較鎢爲少,所需的量的比例,約爲它們的原子量的比,就是96：184.

鎳鋼(nickel steels)雖可用任何過程製造,但以由敞爐製造的爲多,所含的鎳可自3%至40%不等.主要效應是增加韌性及彈性,同時也增加多少的硬性.尋常的鎳鋼含鎳2—4%.鎳鋼所聯合的三種重要性質的程度,比任何的鋼爲強.可用以製造鋼鐵甲、大炮鑄件、橋梁機件、引擎、汽車零件及脚踏車架管等,鐵路軌道也有用這鋼製造的.

含鎳較多之鋼,極能抵抗腐蝕,有好些製造品中,攙以小量的鎳鋼.含鎳22%的鋼,因能抵抗腐蝕,所以用以製造數種火器的活門桿及電火插頭的線.有些用於電爐及電熨斗中的電阻線,是以24—32%的鎳鋼製造.含鎳27%的鋼,可製馬嚼鐵、馬鐙、靴距及馬具的裝飾品.汽鍋管,尤其是輪船的汽鍋管,是用30%的鎳鋼製造. Invar 是36%的鎳鋼,因爲膨脹係數小,所以用於鐘擺、錶的擺輪,及量度儀器.38%的鎳鋼心子,外包銅皮而製成的線,可製白熱電燈,因爲這兩種金屬聯合起來,膨脹係數約和玻璃相等,所以在熔合的接頭,能緊而不脫.

鎳鉻鋼(nickel chromium steels)或鉻鎳鋼,在建築上十分重要.多半是用敞爐法製造;經相當的加熱處理,可得極高的硬度,及高至每方吋二十五萬磅的斷點強度,而仍能維持高的延性.含鎳1.25%至3.5%不等,含鉻0.4%至1.6%不等,可供製造鋼鐵甲、汽車零件及彈丸之用.

矽鋼(silicon steels)通常是於敞爐製造,用於彈簧及變壓器的心子.比簡單的鋼爲堅韌,磁性較小.所含的矽,可達4.5%之多.

鎢鋼(tungsten steels)多半是用坩鍋方法製造,可用以造永久磁鐵及機器工具.含鎢5%至10%不等,有時竟達20%之多.

銅鋼抵抗銹的能力,比尋常的鋼爲高.美國材料試驗會所舉行的眞正的戶外試驗,證明含銅0.20%的鋼之耐用,比較同一不含銅的鋼要高一倍.

不銹鋼(stainless steel)亦稱無垢鋼,極能耐受酸類的侵蝕,且有優良之物理性,所以一切化學工業廠所用導管及管塞(stopcock),以及各種容酸器具,採用這鋼製造,最爲合宜,也用以製造刀叉.現將國立中央研究院工程研究所鋼鐵試驗所所製不銹鋼的化學成分錄下,以示一斑.鉻18%;鎳8%;碳0.25%;錳0.4%;矽0.2%;磷0.08%;硫0.03%;其餘的便是鐵.

鈰發火合金(cerium pyrophoric alloy)並非眞正的鋼,乃是含三成鐵和七成鈰的合金.這便是燃紙烟器及燃煤氣器中所用的金屬合金的分離的質點,因磨擦所生的熱,及微細的分態,便能發火.

銅

銅之發見,遠在有史以前.以游離狀態存在的銅,爲量頗多,所以人類用銅,游離的或化合而成青銅的,遠在用鐵以前,或即是由於這原因.

中國銅礦開採雖早,而仍算貧乏,老礦日殘,新礦未機,現

在比較重要的,有雲南的會澤(東川銅礦),四川的彭縣,及貴州的威寧、大定,其餘都沒有多大價值.

礦石 自然銅有和含矽的岩石相混的.黃銅礦是分佈極廣的低級礦石.輝銅礦(chalcocite, Cu_2S)是最重要的銅礦.還有小量的氧化銅、碳酸銅及別種的硫化物,但都不及前述幾種的重要.

銅之冶金,因了在自然界中相伴的物質的數目及性質,以致很爲繁複.硫化銅礦是經煅燒,出產品的大部分,在鼓風爐中熔化.尋常的不純物是銻、砷、鉍、鈷、金、鐵、鋁、鎳、矽、銀、硫及鋅.這些物質,在熔化或精煉各過程中被移去,或被收回.美國所產的銅,約有八成是用電解法精煉的.

性質與功用 銅質柔軟,有韌性,有延性,有展性,不過當在熔點(1084°C.)左右時,變成脆弱.除銀以外,銅是最善導電的金屬.

鉍爲一種最有妨害之不純物,銅中祇要含有0.1%,質便很脆,並且又難除去.銻及砷僅要有痕跡存在時,銅的導電性便大爲減少.矽也減低銅的導電性,但比銻及砷則好得多.

精煉之銅,多用以製造電線.製造黃銅、青銅及他種合金,用銅不少.其餘的用以鍍鐵皮或鐵線,不過在這點上,效力比不上鋅,銅皮可供蓋屋頂之用,我國古時也用銅瓦.有些烹調器皿,是銅做的.銅在含二氧化碳的空氣中,便腐蝕而變成綠色的碳酸銅,稱爲銅綠,也叫銅青,有劇毒,所以用銅製造飲食用器,也不妥當.我國內政部公布之清涼飲料水營業者取締規則第三條規定:"調製器、容器、量器,其接觸飲料水部分,如係以銅或鉛及其合金所製者,營業者不得使用;但經鍍錫或

施行不害衛生之其他方法時,不在此限.”又飲食物用器具取締規則第六條規則:“以銅或銅合金製造之飲食物用器具,其接觸飲食部分之鍍金屬剝脫,或失其固有光澤者,營業者不得使用.”又牛乳營業取締規則第六條規定:“營業者處理牛乳及乳製品,不得使用銅器……”可見銅或銅合金,不可和飲食物接觸,如果用以製造飲食物用器具,非鍍錫或他種金屬不可.

鋁

鋁雖約占地殼之 7%,且有好些岩石,如黏土及長石都含有鋁,可是在商業上,僅由鐵鋁氧石 (bauxite, $Al_2O_3 \cdot 3H_2O \cdot xFe_2O_3$,一名鐵礬土)及冰晶石(cryolite, Na_3AlF_6)兩種礦石採取.鋁多半是由鐵鋁氧石供給,可是含鋁若不及45%,便無商業上的價值.冰晶石多產於格林蘭.美國所採的鐵礬土,約有九成是產於阿塔色斯省.冰晶石也產於法、德、西班牙、奧國、愛爾蘭、印度及基亞那.世界所產的鐵鋁氧石,以及所產的鋁,都是美國居第一位,獨占總額一半以上.鋁都是在因有水力而電價低廉的地方製造.

我國已發見鐵礬土之產地,爲山東及遼寧,成分皆不低,產量也富.又浙江、福建、安徽、四川都富有礬石,也可做製鋁原料.按二十三年底的調查,全國共有鋁礦 106 公畝,但尚未從事採煉.

製鋁有二重步驟.第一步是將氧化鐵及二氧化矽,由粗的冰晶石分離.這是用無水碳酸鈉或氫氧化鈉處理,將鋁變成鋁酸鈉 ($NaAlO_2$),有可溶性,可藉溶解法和不純物分離,

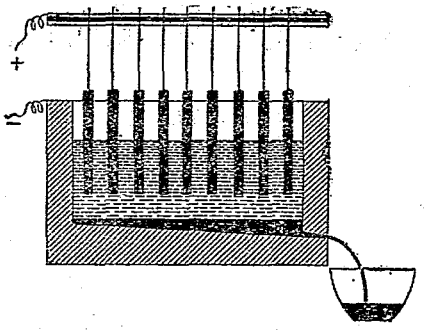


圖 17. 製鋁用之電爐

然後將氫氧化鋁[$Al(OH)_3$]藉二氧化碳沉澱,再將氫氧化鋁煅燒而成氧化鋁,這就是商品中的鋁氧(alumina).次準備經第二步驟第二步便是電解.

電解係於體積3×3×6 呎,以碳襯裏的罐中舉行(圖 17),所用的電的電壓約八伏特,溫度自900°C.至1000°C.產生一仟克的鋁,約需要三十仟瓦小時的電.罐中所盛的,是其中溶解有鋁氧的熔解的冰晶石,有時更加別種氟化物及氯化物,使熔點減低.金屬鋁在負電極處構成氧化物,游子的放電電位比氟化物的低得多,氧在陽極放出,所以消費的祇是鋁氧.商品的鋁當產出時,含有98—99.5%的純鋁.

電解產鋁,或許是以1854年本生氏及 St. Claire Deville 的試驗爲其嚆矢,但經法國的 Heroult (1886)、Minet (1887) 及美國的 France 與 Hall (1886) 之工作後,商業上才有發展.鋁

鋁價表($係美國金洋)

年份	價格	年份	價格	年份	價格
1852	$545.00	1857	$27.20	1890	$2.38
1854	$272.20	1857—86	$11.33	1891	$0.91
1855	$113.30	1886	$7.94	1895	$0.34
1856	$34.00	1888	$5.39	1911	$0.13

工業的初期發展,可由上列的每磅價目表來表明.

性質 鋁在化學上極爲活動,這可由它的電動序中的地位,及它的燃燒熱,以爲證明.

$$4Al+3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3+392{,}600\text{卡}$$

它的熔點是658.7°C.,熱及電都善傳導,比熱約 0.22卡. 斷點强度每方吋12,500—15,000 磅,或每方厘米8.78—10.54仟克,比重2.699.

純鋁不多用以鑄造,不過鋁和銅或鋅配成合金,可製鑄件.鋁可輾成薄僅 0.0005 吋的箔,可擂成或抽成各種大小及形式的線,管或器皿.鋁可煅接,也可銲接,不過蓋在表面上的氧化鋁的薄層,不易除去.鋁銲料中所用的金屬(多半是鋅,錫,鋁,鉛,銅,鎘),對於鋁都是負電性的,所以有水或濕氣時,接頭分裂很快.銲接有時可用熔劑,但據美國標準局的研究,這熔劑並無用處.銲接時,表面須先用鏟刀或鋼砂擦淨,然後上錫,就是將表面燒熱,將熔解的銲料擦進裏面.上過錫的表面,於是可照常用尋常的銲料銲接.美國標準局推薦下列的兩種銲料:(1)鋅15—50%,其餘是錫;(2)鋁5—12%,鋅8—15%,其餘是錫.

銲料熔點較高,則接頭較佳.但銲接的鋁,須塗油漆,保護它以免水氣,才不致於失敗.歐,美領有專利證的鋁銲料,種類頗多.

功用 世界所產之鋁,約有三分之一用於汽車業中,有製車盤的,有製車身的.可製烹調器皿,代銅爲電導體,合金,包物鋁箔,強熱劑(thermite),銀粉漆,鋁火藥(ammonal),製造小盒及多種"小玩意兒",也可塗於天文鏡之反射鏡,爲用頗

廣.鋁的用途,確有二百種之多.

鋁之活動性頗大,所以用別種金屬鍍鋁,或用鋁鍍別種金屬,都不實際.油漆是保護鋁的最佳方法.鋁器的表面,有時在氫氧化鈉溶液,沸水及熱硝酸中,次第浸洗,則光可鑑人.有時在鋼線刷輪上摩擦,則得和緞面相似的光澤.

上海銷售的鋁器,年約三,四百萬元,從前多係輸入,日貨尤多.近來上海已有自製出品,精美不亞外貨,俗稱鋼精,原料的鋁皮還是舶來品.塘沽之黃海化學工業研究社之工作,現注意製鋁問題.

鎳

中國沒有鎳礦,美國也沒有鎳礦,但銅礦中夾有鎳質,煉銅時可以將其收回.世界所產的鎳,多半產於加拿大的金塔利俄省,其中一大部分運往美國精煉.

加拿大的鎳礦石,是硫化銅,硫化鐵及硫化鎳的混合物,含鎳1—3%.南太平洋法屬New Caledonia島,有錫酸鎳的礦石,含有5—6%的鎳,及少許的鈷.

硫化鎳礦石經煅燒後,在鼓風爐中還原而成,稱爲硫鈹(matte)的粗製品,約含有鎳及銅各24%、鐵45%,其餘是硫.英國所用的Mond煉鎳法,是先將硫化物煅燒成氧化物,硫被除去,再用硫酸漉漬,以移去氧化銅.賸餘的氧化銅,氧化鎳及氧化鐵,研成細粉,將一氧化碳於50—80°C.的溫度通過其上.粉因此變成鎳羰($NiCO)_4$的氣,通過盛有溫度在200°C.的小鎳彈子的塔,化合物在內分離,鎳成層狀澱積在彈子上,而一氧化碳則再通過粉狀的鎳上.商品的Mond鎳,有純至99.92%的.

美國係用 Orford 法.這法是將鎳皮和鹽餅或硝餅(粗製硫酸鈉)及焦炭,在鼓風爐中加熱,結果產生硫化鎳,硫化銅及硫化鈉的混合物,冷却後分爲很清楚的兩層,容易分開.下層多半是硫化鎳.這過程反復數次,直待差不多完全分離.然後將硫化鎳煅燒,用硫酸濾漬,直待變成氧化鎳,用木炭在坩鍋或反射爐中還原.有時和銅一樣,再藉電解精製.

鎳之商業的形式 市售之鎳,製法不同,有顆粒,立方形,圓片,粉末,小彈,棒桿,線及皮等種種形式,所含的純鎳,通常都在97%以上.

世界所產之鎳,用於製造鎳鋼的,占65%,製造銅鎳合金的,占15%,鎳幣及鍍鎳,共占2—5%,其餘的分做各種用途,其中有烹調器皿(中歐及德國),電火插頭線,電燈線所用的線,三極管泡,電阻線,合金坩鍋及別種試驗儀器,愛迪生蓄電池,油類的氫化,做瓷業中的氧化鎳;並且在許多別的應用中,也用得着小量的鎳. Nichrome 是鎳和鉻的合金,抗電力大,可以做電爐中的發熱線.世界用純鎳做錢幣的,共有二十八個國家,美國尚不計在內,因美國的五仙輔幣是以含鎳25%的合金做的.我國自二十五年起,開鑄成色純鎳之輔幣三種,計二十分的總重6克,十分的總重4.5克,五分的總重3克.

化學性 鎳不受淡水,鹹水或空氣之影響,有機酸的侵蝕也極遲緩.硫酸,鹽酸溶解都慢,可是硝酸則易於溶解.不論是溶解的或熔解的鹼類,都不發生影響,所以鎳合於製造坩堝之用.於500°C.左右的溫度時,略起氧化作用,鎳器中或氫化脂肪中所烹調的食物,含鎳極微,在生理上,可謂爲並無妨害.

鋅

世界之主要產鋅國,爲美、奧、比、加拿大、法、德、英、俄及西班牙.全世界之產量爲一千二百萬噸.美國的產量,1904年占世界產量四分之一,1913年便一躍而爲二分之一.

中國鋅礦也算貧乏,據二十三年底的調查,中國鋅礦有32,872公畝,鋅砂產額18,070噸.主要產地是湖南常寧,次爲四川會理.

主要的鋅礦石爲閃鋅礦(zinc blend, ZnS)、菱鋅礦(smithsonite, $ZnSO_3$)、矽鋅礦(willemite, $ZnSiO_3$)及鋅鐵尖晶石(franklinite), 鋅鐵尖晶石是成分不一的鐵、錳及鋅的氧化物,多半用以製造氧化鋅.鉛、銅、銀及他種金屬,常和鋅混在一起.

冶金 由鋅礦石取鋅的第一步是集中,再變成氧化鋅,然後在黏土製的曲頸甑中,用碳加熱,鋅便凝固於黏土製的凝固器中.碳酸鋅及氧化鋅的礦石,多半是在礦場煅燒,以省運費,因爲冶金場時常因設在燃料供給豐富的地方,而距礦較遠.硫化鋅礦石,則可在冶金場煅燒.

氧化鋅因碳而還原,乃收熱之過程,在1125°C.以下時,不多發生.實際所用的溫度,約爲1400°C.當這溫度鋅化爲氣,可用二氧化碳氧化,所以焦炭或木炭必須過賸,因於蒸餾過程中,二氧化碳必須維持在0.25%以下.實際上所用的碳,超過理論上的量二倍以上.鋅氣不易凝爲固體,因爲於415°C.以下時,凝固成粉,於550°C.以上,則全不凝固.收回的鋅及鋅粉,占礦石中的鋅的八、九成,其中有80—90%是略含有(7—8%)氧化鋅的鋅粉.熔鋅鑄成錠形,可加精煉,以除去其中的鉛、鐵、鎘及

其他不純物.鋅的精煉,有數種方法.熔析法(liquation)是將鋅錠重新熔解,使較重的鉛沉澱.最優良的精煉的鋅,是藉重蒸餾或電解法而產生的.

雖然將純鋅鹽溶液電解,可得不純物還不上 0.002% 的鋅,可是最優良的商品的鋅,純度超過 99% 的很少.純鋅色白而有光澤.較銅爲軟,但較銀或錫爲硬.加熱至 100—150°C. 時,可以伸展及延長.可是若達 200°C. 以上,卽變成脆弱.不受乾空氣之影響,但如有濕氣存在時,便構成鹼性碳酸鋅,能保護其餘的鋅,以免腐蝕.任何濃度的鹽酸或硫酸,對於純鋅作用極慢,但商品的鋅多半含不純物,所以極容易被侵蝕.純鋅及商品的鋅,都會被鹼類溶解.鋅的正電性頗強,和他種金屬易於構成合金.鋅的功用,多半靠這兩種性質.鋅的熔點是419°C., 沸點是 950°C.

不純物之作用 鋅中含鉛,通常不逾 2%, 如在1%以下,展性及延性都不致受影響.可是製造黃銅或其他合金時,很有妨害.最佳的鋅,含鉛不應超過 0.1%.鐵使鋅的硬性及脆性增加,在最佳的黃銅中,鐵不得超過所用的鋅的 0.05%.

生鋅所含的鎘,可達 2%, 但通常不上 0.2—0.3%.鎘增加硬性及脆性,但其對合金的作用,則不確定.

其他會有存在的不純物,有砷.鋁.銻.錫.碳.硫,但這些通常很少,不足使鋅的性質大受影響.可是,用以發生氫的鋅,不可含砷,因爲砷和氫構成砷化氫(arsine),會引起砷毒的.有些煅接過程也因砷而發生阻礙.

用途 鍍鋅所消費的鋅,或許占總產量的七成以上,製造黃銅,則占二成.其餘的分配於各種的用途.鋅條及鋅皮,用

於電池的負極.鋅皮可蓋屋頂.冶金及冶銀的氰化物中,用鋅以使金銀沉澱.鋅粉於靛藍染色中,及許多有機化學藥品的製造中,用爲還原劑.

鋅鹽有毒,我國人多用鍍鋅的白鐵製造茶壺等物,很不安全.內政部公佈之牛乳營業取締規則規定:"營業者處理牛乳及乳製品,不得使用鋅器."

鉛

鉛爲最古金屬之一.埃及、希臘及羅馬,於最早的有史時期便知有鉛.古羅馬人在不列顛,撒克遜尼及西班牙採鉛,我國於西漢時已經用鉛,也用以書寫文字.

鉛礦石中,方鉛礦(galena, PbS)最爲重要,白鉛礦(cerusite, $PbCO_3$)也占重要的地位.美國是世界最大的產鉛國,其他重要的產鉛國有西班牙、墨西哥、德國、緬甸、比利時及義大利.

中國的鉛礦也算貧乏,據二十三年的調查,中國有鉛礦148,521公畝,同年鉛砂產額4,965噸,主要產地是湖南常寧、四川會理及西康康定.

冶鉛中之主要過程,乃是在鼓風爐中煅燒及還原.和銅一樣,須加別種手續,使不純物的一部分移去或分離,手續的種類極多.由鼓風爐出來的粗鉛,以各種方法精煉,電解是其中一種重要的方法.

最常見之不純物爲銻、砷、鉍、銅、金、銀、鋅.銻及砷使鉛變硬,且於冷却時膨脹.鉍量通常不多,鉛中含鉍,則熔點因以降低.其他不純物通常很少,不足使鉛的性質大受影響.

性質與功用　鉛爲白色之金屬,熔點327°C. 主要的功

用是靠展性,流動性,比重及對腐蝕性物質的鈍性.因爲比重高,且易成形,所以用以製造鎗彈.鉛皮曾用以蓋屋頂,但因太重,故用得有限.鉛管可用爲水管及陰溝管.用鉛管導飲用水的主要缺點,就是有毒.鉛皮可製貯盛腐蝕性化學藥品的桶,槽,甑,或別種器皿的裏層,及蓄電池的極板.鉛可和砷,銻,鉍,銅及錫,製造合金,消費的量頗大.鉛鹽溶液有收斂性,所以鉛鹽於醫藥中用爲洗滌劑.

鉛爲最毒之金屬,因爲能被有機酸溶解,而氫游子是蓄積性的毒,據說卽少至百萬分之0.25,卽有危險.鉛廠中工人最易中毒.國際勞工大會1919年第一屆大會,通過婦女與幼童染受鉛毒之防禦的建議案.我國對於用鉛製造飲食物用器具,已有取締.內政部公佈之飲食物用器具取締規則規定:

第二條 營業者不得以純鉛,或含鉛至百分之十以上之合金,製造或修繕飲食物用器具.

第三條 飲食物用器具接觸飲食部分,不得以含鉛至百分之二十以上之合金鑲鏤,及含鉛至百分之五以上之錫合金鍍布.

鑲着於罐頭外部之合金,其含鉛不得至百分之五十以上.

又清涼飲料水營業者取締規則規定:

第三條 調製器,容器,量器,其接觸飲料水部分,如係以銅或鉛及其合金所製者,營業者不得使用;但經鍍錫或施行不妨害衞生之其他方法時,不在此限.

錫

英國 Cornwall 之錫礦,在羅馬人侵入以前,便已開採.唯一的重要錫礦石,乃是錫石 (cassiterite, SnO_2). 錫礦石的品級,時常很低,必須集中.所得的氧化錫,在反射爐中用無烟煤熔解.再將錫重熔精煉,較高的金屬,可由其中移出.

錫多產於馬來亞,玻利維亞,荷印之邦加與勿里洞,暹羅,中國,尼格利亞及澳洲.中國錫產尚富,出產以雲南之箇舊爲首,廣西,湖南,江西及浙江都有出產.據二十三年調查,全國錫礦畝數如下:砂錫(出於河流的)長 3,333 米,山錫面積 133,090 公畝,年約 7,890 噸.雲南錫礦的採法及洗法,都不妥善,如能改良,產量可增加一倍.

除錫礦所產之錫以外,翻新的錫爲量不小.美國所產的這種翻新的錫,竟比中國的產量還多一倍.這過程是將鍍錫的碎馬口鐵片,在氫氧化鈉中溶解,再行沉澱,或將馬口鐵片用氯處理,氯將錫化爲氯化錫,鐵則影響極微.

性質與用途 錫爲白色金屬,韌性極低,但展性則十分高.被拗曲時,發出一種特有的聲音.熔點230°C.,和各種金屬多能結合而成合金,溫度低時,起一種同素異形體的變化,成爲灰色的晶體,有機酸類不大能將其侵蝕,空氣則影響極微.

錫之最大用途爲鍍鐵皮,這稱爲馬口鐵 (tin plate),供屋頂,罐頭及他種商品之用.錫鹽不像鉛鹽及鋅鹽的有毒質,我國內政部公佈之清涼飲料水營業者取締規則,規定以銅或鉛及其合金所製之調製器,容器及量器,如經鍍錫,即可使用.美國所消費的錫,幾占世界產量之一半.將美國錫的消費加以分析,主要用途爲馬口鐵,銲料,軸承合金,黃銅及青銅,錫箔,軟管及白銅.

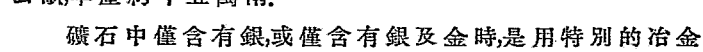
我國古時熔錫爲人,用以殉葬,又俗將錫箔敷於紙上,摺成銀錠,喪祭時將其焚化.錫箔業以浙江爲中心,每年營業可達一千萬元,我國又多用錫製造茶壺及各種飲食物用器具,消費不少.

銀

最普通之銀礦石爲輝銀礦 (argentite, Ag_2S), 和硫化物或矽石共同存在,角銀礦(horn silver, AgCl), 產於墨西哥及南美洲.美國所產的銀,約有八成,是由熔化和銀混合的他種金屬的礦石而得,這些金屬以鉛及銅爲主.墨西哥是世界最大的產銀國,美國第二,加拿大第三.世界所產的銀,西半球供給九成以上.

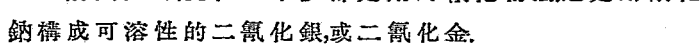
中國銀質都產於方鉛礦,和銅鉛鋅礦共生,鉛鋅銅各礦,分佈極零星,且含銀質很微,所以中國沒有重要銀礦,產量很少.現在有湖南長沙鉛鋅煉廠附產銀質,礦石取給於常寧的水口山及郴縣等處.據二十三年調查,全國的銀礦共 23,224 公畝,年產約十五萬兩.

礦石中僅含有銀,或僅含有銀及金時,是用特別的冶金過程將其分離,現在差不多都是用的氰化物法.這是用氰化鈉構成可溶性的二氰化銀,或二氰化金.



$$4Au+8NaCN+2H_2O+O_2 \longrightarrow 4NaAu(CN)_2+4NaOH$$

銀由這鹽爲鋅粉或鋁粉所取代.



$$2NaAu(CN)_2+Zn \longrightarrow Na_2Zn(CN)_4+2Au$$

性質與用途 銀爲最白之金屬,可以研至極亮.延性、展性及韌性,都十分强,在各種金屬中,是最優良的導電體.熔點

950°C., 和多數的金屬結合而成合金.熱時也不易於氧化,但會構成硫化銀而致變色.易爲硝酸所溶解,但別種酸類,多不能將其溶解.

純銀質軟,在工業中用途極小.鍍銀(silver plate)是鍍在別種金屬上的一層純銀,這金屬尋常是合金.各文明國家差不多都用眞銀(sterling silver)及幣銀(見合金表).這項用途由來已久.古代及現代的花瓶及別種裝飾品,多半用銀合金製成.餐具,錶殼,練子及好些雜件,是用銀製成,或則鍍過銀.完全由銀合金製成的物品,稱爲**夾銀**(solid silver)以與鍍銀(賽銀)區別.賽銀是指鍍了純銀的銅製物品.銀和金的展性,光澤及顏色等性質,使其有製造錢幣飾品及餐具的價值.這兩種金屬最有價值的性質,或許是它們的化學的鈍性,或對氧化的抵抗,由其所製的物品,比用抵抗性較弱的金屬製造的,功用及色狀,能保持得更久.中國和印度消費的銀,約占世界產量的四分之三.但我國自二十四年十一月起,禁止用銀,公佈銀製品用銀管理規則:"凡製銀器,銀飾,應以化學銀爲原料,其必須攙用純銀者,所含純銀量不得超過百分之十."錢幣中僅五角的輔幣,是用銀製造.

金

金與銀相同,自最早的有史時期,卽爲人類所認識,且應用於工業中.金的唯一重要的自然來源,是自然金.它或存在於岩石,或產於土及礫的礦床中.這些後述的沉積,通常稱爲砂金.金成小粒(grains),和岩石或鬆土混在一起.較大的質點,稱爲塊金(nuggets).有小量的金子,是藉淘金(washing)法而

得的,但這過程除探礦者以外,用得極少.有種洗法,是將金砂盛在底有窪處的鐵皮盤中,再將盤子放在流水之下.水將較輕的砂土沖走,金子則沉澱下來.尋常冶金過程,和前述的冶銀過程相同.

1934 年,世界黃金產額爲 2,719,000,000 瑞士法郎,非洲供給一半,其餘的產金國有蘇俄,加拿大,美國,澳洲及紐絲蘭,南非洲,墨西哥,日本及印度.蘇俄本是第三產金國,1934年生產額增加一半,便躍至第二位.西半球的黃金幾完全產於太平洋沿岸.

中國的產金區域,重要的爲黑龍江吉林區,外蒙古區,新疆區及康藏區,次爲川邊,甘,青,冀,熱等區,內地也有產地,但不如前者的廣富.據二十三年的調查,全國已採金礦的畝數如下:沙金(出於河流的)長 6,633 米,山金面積 539,274 公畝,每年產額約十一萬兩,僅占世界產額的0.5%.

性質與功用 金之顏色不一,依其集團態而定.整塊的金是黃色,所以稱爲黃金,但極薄的金箔,或金的膠體液,則現綠,藍,紫,紅等色,多半依其分態而定.金在各金屬中,展性最高曾有人捶出薄僅八萬七千萬分之一吋的金箔.熔點 1063°C.,和多數的金屬結合而成合金.比重19.3.

金之功用與銀相似,可供鍍金,及配成合金,以製錢幣及裝飾品之用.金可鑲補牙齒,裝飾花邊及瓷器.純金箔(金葉)用於包金或貼金

汞

來源與冶金 汞 (mercury, quicksilver) 俗稱水銀,有游離

的,有以硫化汞存在的;硫化汞俗稱銀硃(cinnabar, HgS),是主要的汞礦石.汞的冶煉,在化學上極爲簡單,然而實際上常遇着技術的困難.方法是將礦石加熱,汞氣凝固卽成.主要的產汞國是義大利,西班牙,美國及墨西哥.世界的汞產量是四千五百噸.美國的汞是用容七十五磅的鐵瓶裝運,汞的重量價格,多以此爲單位.

中國產汞之地僅限於貴州及黔湘川交界處,貴州的銅仁,省溪,八寨及湖南鳳凰,最爲著名.據二十三年底的調查,全國每年之產額約二十噸,僅占世界產額的0.5%,但消費量竟達五百噸之多.

性質與功用 汞爲銀白色之液體金屬,比重13.6.和多數的金屬結合而成合金,和金銀結合尤易.汞的合金特稱汞齊(amalgam).功用頗多.汞的最大功用,是用於冶金及冶銀,不過這項用途已漸減少.用於製造溫度計,氣壓計,流體壓力計及他種儀器,也用以製造爆炸帽用的雷酸汞(mercuric fulminate),及別種汞的化合物.我國古時,道家用以製煉丹藥,就是所謂鉛汞之術.

鉑

來源與冶金 鉑舊譯白金,僅有自然地存在的,但常和鈦,鈀,鋨等同族金屬結合而成合金.礦石先用水洗,集中,再和鉛在爐中加熱熔化,鉑便和鉛結合而成合金.這低熔點的合金,於是積在一起,可以引出.

另一種用以收回鉑的方法,是將礦石用王水浸漬,鉑便變爲氯化鉑,加熱便易將鉑收回.

蘇俄是最大的產鉑國,蘇俄所產的鉑,占世界產量90%,哥倫比亞約占7%.1933年,世界的消費量是175,000噸,1934年增至200,000噸.

性質與功用 鉑之功用都靠它的高熔點(1775°C.),展性,對於多數試劑的鈍性,及分析極細時的接觸作用.要利用這接觸作用的性質時,可將石棉浸於氯鉑酸溶液裏,乾燥加熱.氯氯鉑酸(chloroplanitic acid, H_2PtCl_6)因熱分解,發生氧化氫及氯,分析極精細的鉑,便很均勻地分配於石棉中,這鉑化的石棉,技術上稱爲接觸質(contact mass).製造硫酸的接觸法中,用爲催速二氧化硫和氧化合的催化劑.接觸質可含7—8%的鉑.氨氧化爲硝酸時,是用細鉑線所織的布,做催化劑.

從前牙醫廣用鉑以鑲補牙齒,但這用途日漸減少.也用作電氣的接觸點,但在這層,已爲鎳鉻合金所取代.珠寶業中略用點鉑,用鉑做鑲寶石用的座子,比金子堅固,所以較爲穩當.鉑的同族銥及鈀,多半用於鉑的合金中.銥及鋨都可製自來水筆筆尖.鋨是最重的金屬,比重 22.48. 鉑族元素中,以銥爲最貴,每噸約值美金三百元.

鎢

鎢(英 tungsten, 拉 wolfram)在地理上分配甚廣.氧化鎢(WO_3)是鎢錳鐵礦(wolframite)的一種成分.主要的產鎢國是中國、緬甸、玻利維亞及美國,其餘產鎢國尚有不少,世界產額年約一萬五千噸,中國產額最大時占其43%.我國主要鎢礦,產於贛、粵、湘三省的交界處,贛南尤爲重要,其儲藏量共約七、八萬噸,是世界重要鎢產地.廣東產地以翁源、樂昌、河源最爲

重要,儲藏量似乎不及贛南,現在的產品則和江西爭重.湖南鎢產儲藏量,共約三、五萬噸.餘如廣西、福建及河北,都有少量鎢礦,據二十三年底的調查,全國已探鎢礦共 84,910 公畝,二十二年的產量是五千五百噸,全部輸往國外.

鎢的熔點3370°C.,沸點 5900°C.,比重18.7,游離的鎢是將二硫化鎢和二氧化鈉,在石墨坩堝中藉電弧而得.性硬而脆,無磁性,在空氣中加熱,即成氧化鎢.鎢的唯一溶劑是硝酸和氫氟酸的混合物.和鐵及錳結合而成合金,又賦與鋼以硬性.鎢是用於製造高速度工具鋼及電燈絲,也用爲電器中的接觸點.

其他金屬

有數種金屬,因其性質,或稀有的關係,在游離狀態時,功用有限.其中有不少的,或因用於合金,或因可製有用的化合物,在商業上頗爲重要.

銻 是以硫化物及數種的氧化物出現.硫化銻的礦石藉煉燒而成氧化銻(即銻氧),再藉食鹽及碎鐵還原成氧化銻;也藉碳而還原成銻.銻是極脆的金屬,有粉狀的晶體組織,顏色青白有金屬光澤.於室溫時不受空氣影響,但如加熱便燃燒而放光,構成氧化銻的白烟;熱及電都不善傳導.它及它的合金,都有冷則膨脹的性質,所以可供製備精細的鑄件之用.最重要的合金,有鑄字合金、鉛板合金及抗摩合金.

中國爲世界銻產中心,其分佈僅見於長江以南,而以湖南爲主.第一要推新化錫礦山,該處礦石總儲量約達三千六百餘萬噸,含淨銻二百二十萬噸,已產數量約有上數五分之一.廣西、廣東、雲南、四川、浙江、福建、江西,都有銻礦.據二十三年

年底的調查,全國銻礦共 199,553 公畝,每年產額生銻 10,930 噸,純銻10,530 噸,銻氧1,200 噸.

砷 以數種和硫及其他金屬的結合存在,用於合金.

鉍 以氧化鉍及硫化鉍出現,可製易熔合金.鉍礦和鎢礦共生,我國產地有贛、粵、湘、桂四省.

鎘 存在於鋅礦石中,用於合金.

鈣 以碳酸鈣(石灰石、白堊、大理石、及蚌殼)、磷酸鈣、磷灰石、磷酸鹽、石膏及許多別種物質存在,分佈頗廣.它是將氯化鈣電解而製成,供除去合金中所含的碳之用.

鉻 存在於鉻鐵礦石中,用以製造鉻鋼.這物質不易變色,也不生銹,現多用以鍍飾鋼鐵,俗稱克羅米,也可用於天文鏡,是將其蒸發於玻片上.

鉬(molybdemum) 是一種極硬的銀白色的金屬,沒有游離存在的,是於煅燒輝鉬礦(molybdenite)時,以氧化鉬出現.主要用途是製造某種品級的工具鋼、鍋爐板、槍管及大的曲柄.

世界鉬產本極零星,我國有少量鉬礦,和鎢礦共生,所以贛、粵、湘各鎢產地,都附產少量的鉬質.其餘如閩、浙、魯三省,皆曾發見過鉬.據二十三年底調查,全國鉬產地共5,243公畝.

銠(rhodium) 屬鉑族,供製造電氣高溫計之用.

鈦(titanium) 用於鋼的製造.二氧化鈦是最佳的白色顏料.

鈾(uranium)及釩(vanadium) 都用於製鋼,它們的氧化物,則可供製造玻璃及瓷器之用.

合 金

二種以上之金屬元素結合而成之複合物,總稱曰合金(alloy),簡稱曰齊.一種元素不是金屬,但結合而成的複合物,仍保有金屬性質時,也常稱爲合金.例如碳鋼是鐵和碳的合金.有些別種非金屬元素,和金屬結合而成有金屬特性的化合物其中最重要的是碳,矽,硼,磷,砷,硒,碲.

化學上的合金,在成分上各不相同.有的是化合物,有的是固體溶液,有的則是和一種金屬相混的固體溶液.若爲固體溶液,有否化合物存在,並無一定.如果沒有構成化合物,合金的性質,便因成分而異.反之,如果構成化合物,則各種性質都起重大的變化.所以,許多合金和原有的金屬間,性質大有差別,乃是由於有化合物所構成.例如,含有等量的金銀的合金硬度,幾比金或銀增加一倍.

金屬間化合物(intermetallic compounds)之化學結構不明,因其化合物的性質而異,研究大爲不易,以致有了爲完全不是化合物的合金,開出許多錯誤的公式.理論上主要的困難,在於金屬所具有的簡單原子價的變更.下列的合金表,可以指明這點.

數種金屬間化合物

Li_3Hg	Na_3Hg	AuZn	CuZn
Li_2Hg	Na_5Hg_2	Au_2Zn_5	Cu_2Zn_3
LiHg	Na_3Hg_2	Au_5Al_2	$CuZn_6$
$LiHg_2$	NaHg	Au_2Al	Cu_3Al
$LiHg_3$	$NaHg_2$	AuAl	CuAl

有數種含有三種元素的化合物,確有存在;這些化合物中,有 CdHgNa、Hg_2KNa 及 $Al_3Zn_6Mg_7$.

製造 製造合金最普通的方法,乃是熔解.各金屬共同熔解,或先分別熔解而再混合.詳細手續,因關係金屬而異.金屬若易於氧化,熔解必須用熔劑保護.如果有一種金屬是揮發的,必須設法防其散逸.有些合金,是熔化含有關係金屬的礦石而製成的,韌性鎳合金 (monel metal) 便是如此製成.白銅是銅和鋅及鎳相合而成的天然合金,色和光澤都和銀相似,不能銹蝕,雲南所出的最爲珍貴,稱爲雲白銅.

商品合金 (commercial alloys) 合金自古以來,卽已製造.金銀的合金,雖然資格極老,然而黃銅(brass)、青銅 (bronze)及鎳銀 (nickel-silver)等合金的歷史,尤爲悠遠.下列的表,是由許多來源搜集而得,表明多種合金的成分及功用.有些名稱,例如黃銅,包括金屬相同而成分各異的合金;有些普通的種類,又有特殊的名稱.黃銅有 273 種;最初的黃銅含有銅六成及鋅四成.德國銀或白合金 (white metals) 有168種.有種最新的合金,稱爲 Herculoy, 是含矽的青銅,强度似鋼,能耐腐蝕,却像純銅.據說在礦井中,鋼製的某種器具,十八個月便會爛穿,這合金做的,却能耐二十年.

數種普通合金之成分與功用

合金	成分	功用
美國銀幣	銀90 銅10	美國錢幣銀器
Sterling silver	銀92.5 銅7.5	英國錢幣銀器
Sterling silver	銀95 鎘5	首飾
美國金幣	金90 銅10	錢幣
十二開金	金50 銅50	首飾
十八開金	金75 銅25	首飾
牙科合金	鉑25 金75	

白合金(德國銀)	銅50 鎳30 鋅20	銀之代用品
鎗匙料	鎳8—18 銅55—65 鋅15—35 錫1—2	鎗匙
鎳殼合金	鎳10—28 銅55—65 鋅16—30 鉛0—1	
鎳鉻	鎳60 鉻12 鐵26 錳2	電阻線
韌性鎳合金	銅33 鐵6.50 鎳60 鋁0.05	鑄件
美國輔幣	銅75 鎳25	五仙輔幣
低黃銅	銅55 鋅45	廉價銅線銅皮
高黃銅	銅70 鋅30	銅皮銅線彈殼
鎧銅	銅76.5 鋅23.5	
鋁銅	銅90 鋁10	
美國輔幣	銅95.0 鋅2.5 錫2.5	一仙輔幣
英國輔幣	銅95.0 鋅1.0 錫4.0	辨士與半辨士
正常抗摩合金	銅3 錫90 銻7	軸承
中國美術青銅	銅74 鋅10 錫1 鉛15	
日本美術青銅	銅82.7 銻1.8 鉛4.7	
鑄字合金	錫3 鉛82 銻15	鉛字
軟銲料	錫50 鉛50	
白鑞	錫80 鉛20	
鉛彈	鉛99.7 砷0.3	
Tantiron	鐵83.5 碳1.5 矽15	抗酸儀器
Duriron	矽14—14.5 銅0.25—0.35 碳0.2—0.6 磷0.16—0.2 硫在0.05以下	
青銅	銅92 鋅2 錫6	電車天線輪
Wood's 合金	錫12.5 鉛25 鎘12.5 鉍50	熔點 60.5°C.
鉑金(Panlau)	金80 鉑20	坩堝等
白金	金 鉑	首飾
烏金	銅100 金1—10	裝飾品
中國銅幣	銅95 錫鋅5	

關於銅之記載前見亦類數有另

腐 蝕

一切普通的金屬,除鉑及金以外,都有腐蝕的傾向,就是返到存在於自然界中時的原態.腐蝕總是氧化,而氧化劑總是氧,不過銀的腐蝕是由於硫,通常是硫化物.腐蝕過程的本性,沒有確知,在多數例中,或許極爲複雜.金屬腐蝕必定氧化,所以起了電的變化,例如:

$$Ag^{0} \longrightarrow Ag^{+} + 1^{-}$$

$$Fe^{0} \longrightarrow Fe^{+++} + 3^{-}$$

$$Cu^{0} \longrightarrow Cu^{++} + 2^{-}$$

那末,這過程顯然是電解,但誘起電解的因子,不大明瞭.銀的這種因子,完全不明.

鐵易腐蝕,且因其用途極廣,所以它的腐蝕成了重要問題.鋼鐵在乾空氣中,都不腐蝕;腐蝕必有濕氣存在,且因腐蝕在鹹水中更快,或許必要有點溶解的電解質.商品的鐵中的碳,氧化碳,或其他不純物,成了簡單電極的正極,而負極的鐵爲其所侵蝕.這層極爲可能,這至少可得適宜的實用理論.這樣使用以保護鐵以免腐蝕的過程,得以明瞭.爲這目的,可用下列兩原則之一:(1)用一種物質,塗布鐵的表面,以防濕氣;或(2)將一種對鐵是正電性的金屬,和鐵接觸.

第一種方法,可藉三種手續實行:(1)將鐵用不易腐蝕的金屬塗布;鋁,鋅,黃銅,銅,錫,鉛,鈷,鎳及銀,都可以用;(2)將鐵用它本身的較難腐蝕的氧化物遮蔽;(3)將金屬用油漆,蟲膠片,珐瑯及樹脂等非金屬物質塗布.

第二種保護方法,是將鐵鍍鋅,或鍍鋁.鍍鋁因成本的關

係,在商業中用得極少,尤其是因爲鋼鐵都不易於鍍錫.

鋅與鍍鋅 一切用以防銹的金屬,鋅最優良.它的價格低廉,易於應用,對鐵是正電性,且能抵抗濕氣.鋅和鐵在電學上的關係的優點,乃是當鋅層破裂時,兩種金屬和水氣共成電池,鋅因是負極而溶解,而鐵則不受侵蝕,直待因鋅腐蝕而成的孔,變成過大,以致不能再保護顯露的鐵的全部表面;於是鐵便腐蝕,和毫未鍍過無異.反之,用對鐵是負電性的金屬來保護,則純是機械的.鍍層如果破裂,鐵在所成的電池中是負的,所以因有別種金屬的存在;腐蝕更快.

鍍鋅於鋼鐵的任何方法,都稱爲鍍鋅(galvanizing),鍍鋅的鐵稱爲白鐵(galvanized iron). 所用的方法有熱浸,電鍍,轉鼓及噴鋅等法.最老的方法是熱浸,這法極爲簡單.要鍍的表面,須除去銹及油脂,浸於熔鋅之中.這法速而有效,但除鋼鐵皮及鋼線等平滑的表面以外,不能應用,因爲在機器所製的鐵件中,孔隙會爲鋅所塡塞.也不能用於淬過的鋼,因爲所需的溫度(約450°C.),會將鋼的硬性破壞.這法所鍍的鋅層,會十分厚,所以在鐵皮以後因製造物品彎曲之處,有時會破裂的.

電鍍是用成分不一的硫酸鹽或氰化物的溶液.澱積頗爲均勻,對鋼不生影響.可是,需要半小時以上的時間,多半用於這法易於處理的小物品.

轉鼓法(sherardizing)中係將要鍍鋅的物品,放入盛有鋅粉的轉鼓,加熱至 350—375°C., 轉動三小時半至四小時之久.在實際上,成績沒有一定,但可鍍成極均勻的鍍層.然而這法緩慢,實際上的成績不一,不適合於有些鋼件及大物品.

噴鋅是用一種稱爲 schoop "gun" 的噴筒,將熔解的鋅,

噴在要鍍的物件上.鋅是藉氧炔焰或電弧熔解,用受壓空氣的射氣器噴出,這法和噴漆及搪瓷中的噴花相似.多半用於鐵件鍍鋅,也可用以將金屬塗布於布,木,紙,賽璐珞,瓷器或別種材料上.

錫與鉛 錫與鉛之熔點皆低,所以極易用熱浸法塗於鐵上.錫對鐵是負電性,所以保護純是機械的,錫層一破,生銹極快.可是錫的鍍層平滑均勻,沒有針眼或他種破綻,易於銲接,還有一樁優點,便是錫鹽不毒,所以用於飲食物用器具及罐藏用的罐頭.錫鍍的馬口鐵屋頂,已大半爲鍍鋅的白鐵屋頂所取代.

鉛沒有錫那麼容易銲接,並且鉛鹽有毒,所以不大用以保護鐵.但價格比錫爲廉,對某幾種目的,也有優點.

高熔點金屬 鎳,銅,鉻,黃銅及青銅,熔點皆較高,所以不能用於熱浸法.它們是用電鍍法或噴射法鍍上.電鍍黃銅,可用含有銅鹽及鋅鹽的溶液.這些金屬都有前述的電學上的缺點.它們大概在所鍍的金屬需要其顏色時才應用,如建築用的鐵件,電燈裝件及顯露的水管等.

鐵之表層 用將表面的鐵,變爲不可腐蝕的情形爲目的的表面處理,以保護鐵,以免腐蝕,曾發明了好些方法.鐵銹在本質上是含水氧化鐵($Fe_2O_3 \cdot H_2O$),質是鬆的易被空氣及水氣貫穿,但四氧化三鐵(ferroso-ferric oxide,Fe_3O_4)却構成平滑緊密的層,因而能保護底下的鐵. **Bower-Barff 法**是將鋼在空氣或蒸汽中加熱至350°C.以上.再導入煙氣,結成的氧化鐵便還原而成四氧化三鐵.這過程有不少大同小異的手續,各以發明的人名字命名.有人在鋼的表面上,塗布各種化學

藥品的溶液,有的僅用一種化學藥品,有的則合用數種,其中有氯化鉍,氯化汞,氯化銅,鹽酸,酒精,氯化鐵,硝酸乙酯,硫酸銅,硝酸,三氯化銻,五倍子酸,硝酸亞錳,磷酸及他種磷酸鹽,硝酸鈉,過氧化鈉及二鉻酸鉀.塗布過的表面,有黑,棕,藍及青銅等顏色.

鋼在空氣中加熱至 220—320°C., 因氧化鐵的薄膜而發生淬色(temper colors). 所成的顏色,略因鋼的本性及加熱的久暫而定,自 220°C.的灰黃色,經褐色及紫色而至315°C.的深藍色.一切的這些表面層上都塗油,油因能排除水氣,對於防免腐蝕上,有莫大的助力.

色漆與他種有機塗層 保護鋼鐵以防腐蝕,油漆是一種最老且最普通的方法.這法當然多半是機械的,是靠着油料的不透水性.可是,所用的顏料或許會使腐蝕加速,所以必須選擇適宜的顏料.清漆,油類及樹脂,也都可用.

搪瓷 鐵器時常須加保護,以抵抗腐蝕性極强的溶液,有時又要美觀,於是將其搪瓷.以用酸類的方法製造化學品時,所用的大鍋 (50—1000 加倫)裏面,須搪玻璃質的琺瑯.琺瑯因溫度變化而起的不平均的膨脹,容易破裂,這是一樁必須解決的最大困難.琺瑯質脆易脫,用搪瓷的鐵器時,必須免避機械的震動.搪瓷的鐵製烹調器皿,現在已極盛行,如果購買品質優良的搪瓷器,或許是最適用的.罐頭也有搪瓷的,標籤直接印在瓷上.這種瓷罐,用以裝運洗手肥皂,皮鞋油,汽車潤滑油,擦銅油及多種別的商品.汽車號牌,路牌,廣告牌及好些別種物品,都是以鐵皮及鋼皮搪瓷而製成,用途頗廣.

非鐵金屬之腐蝕 一種金屬之腐蝕傾向,靠着兩種情

形它在電動系中的地位及因大氣的作用,在表面上所結的膜的性質.鉑、金、銀及汞的不腐蝕,是因爲第一種原因,而鋁、鋅及鉛,都是受了第二種原因的保護.商品金屬的純度,的確也是重要的因子.

金屬之選擇

爲某目的而選擇一種金屬時,有個重要因素,就是那金屬如何爲除大氣以外所會遭遇的情形所影響.海水、軟水、硬水、土壤、地下水、煤氣、混凝土、鹼類及高溫度,是這些因子中的幾種.鉛管腐蝕,比鐵管慢,可是易被震壞,並且鉛鹽有毒;據說卽百萬分之0.25之微,卽有危險.

腐蝕爲主要之因素時,金屬的成本,常是一個重要的因素.用不易腐蝕的金屬,鍍於廉價的鐵上,就是爲此.若完全用別種金屬代替,價格便貴得多.

尋常之金屬中,鋅及鉛都比鋼鐵貴得多,銅又比鋅及鉛貴,錫又比銅貴.合金因其製造成本的關係,比所含的金屬貴,所以只能爲了優越的性質而能耐久時,代替比所自合成的金屬更貴的金屬.

第十五章 玻璃與陶瓷

矽爲地殼中占第二位之元素.它和其他活動的元素相同,存在自然界中的,僅有與別種元素化合的,要得游離態中的矽,大非易事.岩石,砂,黏土及一切的土壤,多半爲矽的化合物所構成.在週期表中,矽的位置,適在碳之下,它的化合物在礦物中的重要,正如碳的化合物在有機物質中的重要一般.矽的化學,也許有碳的那麼複雜,但沒有碳那麼和我們的日常生活有密切關係;所以研究的爲數較少.當矽的化合物用於製造玻璃,水坭或陶瓷時,化學變化十分重要,應當澈底了解才好.

二氧化矽 (silicon dioxide, SiO_2) 稱爲矽石 (silica), 以各種熟識的形式存在自然界中.紫石英 (amethysts) 及石英 (quartz), 是晶狀矽石的例證.有些海中生物的骨骼,不是鈣的化合物,而是矽的化合物,這些骨骼,以微細的矽石,積於海底,稱爲滴蟲土 (diatomaceous earth) 或矽藻土 (infusorial earth), 用爲磨擦污垢的粉.矽石也存在於一切植物,及一切動物組織的灰中.

矽土在電爐加熱時於 1200°C. 左右,卽變柔軟,於 1600°C. 左右時,則熔解而成玻璃狀液體.當這溫度時,可以當做玻璃來處理,範成各種形式.空氣分散於熔解的石英內,使玻璃不透明而粗糙.近來有人發明,將石英熔解於眞空中,將其壓榨,這些氣泡可以除去,做成澄清而透明的玻璃.這熔解過的矽石,稱爲石英玻璃,除他種光線外,也能透過使人健康的紫外線,所以是理想的窗玻璃.可是,這玻璃的製備,手續困難,成本

又貴,所以應用不廣.石英玻璃製造供烘食物用的盤碟,及實驗室的器皿,極爲適宜,因爲膨脹係數低,能抵抗急遽的溫度變化.用爲儀器,頗有效力,因爲能抗多數酸類的腐蝕.上等的石英玻璃,漸被用爲透鏡,紫外光管及類似的儀器.我們希望科學家發明製備這寶貴的玻璃成本較輕的方法,使其能普徧的應用.

由矽酸鹽製造美術物品及實用物品,起原尙在有史以前.這些出產品可分兩類:(1)陶瓷類(ceramic and clay products)磚,瓦,陶器,瓷器等;(2)玻璃類(玻璃及琺瑯).近來又有第三類,也占了重要地位,這包括灰堀,灰砂及混凝土在內.

如果想起這些材料的製造時期的悠長,本業的進步,便算十分遲緩.這多半由於在十九世紀初葉以前,玻璃及瓷器的製造,純是美術;自 1800年以後,乃成爲科學研究的題材.第三類的矽石產品,近數十年,才大爲發達;最近二十年來,三類工業都有長足的進展,尤以美國爲甚.

玻 璃

或許早在公元前三千五百年,埃及便已製造玻璃.這美術約於公元二十年,由埃及傳到羅馬.自十三世紀至十七世紀間,製玻璃術在威尼斯極爲發達,由此傳到法國,德國及波希米亞.英國的玻璃工業,直到十七世紀的後半部,才見發達.美國的第一家玻璃廠,是 1607 年設在斐眞尼亞的 Jameston 的玻璃瓶廠.1620年開了第二家廠,專製和印第安人互市用的玻璃珠.兩廠都於 1622年被毀.

美國玻璃業現在每年的出品,值數萬萬元之鉅.其出品

可分建築玻璃,吹玻璃及壓玻璃,瓶罈及雜件,瓶罈最多,約占四成.

我國玻璃工業,小規模的手工製造,起源也頗長久,然而大規模用新式機械製造的,大約不過二、三十年的歷史.近十年來,各地製造玻璃器皿的,逐漸興盛,技術也漸見進步,從前產品只有洋燈罩,茶杯,酒瓶等低等物品,近來已漸能製造高等產品,如刻花器具及理化學用品等.但平片玻璃的產品,現在只有秦皇島一家能製造.據民國二十三年底的調查,全國玻璃廠數共七十八家,資本總額三百萬元,產品總額,除秦皇島中英合資,資本一百七十萬元之輝華之產值未詳外,約五百萬元.

玻璃之成分 玻璃的種類太繁,一個簡單的定義,不足包括一切.尋常的玻璃,是將石灰或石灰石,碳酸鈉及砂共同熔解而成.在通性上,這出品是人人熟知,無庸說明;至於特性,則因成分及出產品的物理的處理而異.熔解成的產品,成分不明.它固然是矽酸鈉及矽酸鈣所合成,但它們是混合的,或是相互溶解的,還是化合的?尚未確知.就證據看來極像是由混合及相互溶解兩種所合成的.

除上述三種外,還有好些可以製造玻璃的材料,可分爲三大類:(1)一價金屬的碳酸鹽;這些金屬以鈉,鉀及鋰爲主;(2)二價或三價金屬的氧化物,或碳酸鹽;這些金屬以鈣,鉛,鎂及鋁爲最普通;(3)矽,硼,磷,砷等非金屬的氧化物,或其他化合物.此外可爲着色等特殊目的,而加他種化合物.

玻璃之製造 玻璃物品的製造,殊爲簡單.先將石灰及碳酸鈉等原料秤好,混合,通常略加點碎玻璃.熔爐的型式,依

所製的產品而定,如果工廠僅製一種玻璃,便用槽爐,或連續爐.這是用火磚或別種耐火料造成的長爐,用煤氣加熱,可以容玻璃至千噸之多.原料由一端以一定的時間加入(通常三十分鐘一次)在爐中熔解,氣體則逸出爐外.玻璃在爐的他端被移去時,熔解了的原料逐漸向前推進爐的中央,通常有一隔間,玻璃的前進,乃能控制,以防未熔的原料漂入工作的一端.

工廠中若製幾種玻璃,便用熔罐爐,這是圓錐形的火磚爐,造得可安放各種大小的火坭罐,這樣一座熔爐中能同時製造六至二十種的玻璃.

玻璃範形的方法有二,即吹和壓.製造盤,碟,杯,罐及燈罩等物,是用壓法,在這法中玻璃傾入大小及形式和物品的外面相同,且附有花紋的模型中,插入一個大小及形式和物品的內面相同的裏模,將玻璃壓成定形.玻璃磚 (plate glass) 是將玻璃傾於鐵臺上,用重滾子滾平.緩冷以後,用一次比一次細的砂或他種磨擦料,將玻璃磨平研光.

吹玻璃是比壓玻璃更古的技術.吹管是根直管子,一端略如喇叭形,僅將管子蘸入熔解的玻璃中,便有玻璃附着,多蘸一次,管端的玻璃也愈多.玻璃黏上以後,有兩種普通的手續.要是瓶,杯,燒杯及好些別種物品時,則是將黏上玻璃的管頭,插入鐵模型中,於是助手將模型合起來,吹工即吹玻璃,玻璃便因模型而成形.玻璃在模型口敲斷,數分鐘後,取出物品,放入緩冷爐中.又法是吹玻璃成泡,用手範形.平片玻璃,是於吹時將玻璃泡在臺面上滾動,成圓筒形.然後割斷兩頭,將圓筒剖開.這些剖開的玻璃,再加熱滾平,在這些情形中,物品均

勻與否,靠吹工的技巧.自吹玻璃機發明後,玻璃業乃有劃時代的大進步.現用這種機器,每分鐘可造玻瓶 30—60 個,多少依瓶的大小而定,而這些瓶,全部極爲均勻.

平片玻璃現在也用機器來吹.熔解了的玻璃,由熔爐移到一隻罐裏,罐上加一起重機,一根30吋徑的吹管,蘸在玻璃裏,慢慢地提起,同時管中放出受壓的空氣,以防玻璃筒的縮陷.這樣,同時可以抽出30吋徑 30—40 呎長的玻筒多根,後再割斷,和小筒相同.玻璃厚薄均勻,最薄的可做照相乾片之用.

緩冷 (annealing) 玻璃不善傳熱,所以當突然冷却時,外層因收縮而生應力,同時內部則生應變.玻璃在這種情形下,極易受震.爲補救製成的玻璃品的這應力及應變(stress and strain)情形起見,通常都要緩冷(俗稱退火).這過程乃是將其極慢地冷却.冷却多半是於特別的煅煉爐(lehr)中舉行,爐寬 6—12呎,長度不一,最長的爲300呎.玻璃在連續的可移動的平台上,或藉別種裝置通過,這爐入口的溫度,適在玻璃會軟化的溫度之下,出口的溫度恰在大氣溫度以上.最初的溫度自450°C.至630°C.不等,因玻璃的成分而異.而煅煉爐因玻璃的成分及物品的性質(大小厚薄等)的關係,長40呎至 300 呎不等.

特別之玻璃製造過程 玻璃工業中,有好些爲裝飾或爲製造特別物品所需的過程.

硬化 (hardening) 化學燒瓶及燒杯,是趁物品還紅熱時,浸入油中,使其迅速冷却.這種玻璃器,比緩冷的玻璃較爲堅硬,較有彈性,對空氣的變化,較能抵抗,不過表面若敲破一點,

便完全散碎.有些模壓的物品,也是同樣的在快冷的模型中硬化的.

刻花 刻花玻璃的製法,是先將玻璃在鐵齒輪上刻,再在石輪及木輪上磨.用木輪時,加些軟的研光粉.粗花樣有時不用粗鐵輪刻成,而用模型範成,再用較細的輪磨光.

蝕刻(etching) 蝕刻花樣或分度,是用一種配合的蠟塗在玻璃面上以資保護,蠟上刻花樣後塗以氟化物的溶液,所刻花樣深蝕其上.

上銀(silvering) 是將硝酸銀的鹼性溶液,和清潔的玻璃表面接觸而還原.常用的還原劑,是蟻醛或一種糖.成功與否依表面的清潔程度,和銀澱積的快慢而定.銀澱積的快慢,又爲溫度、鹼性及所用的還原劑所控制.如是鏡子,銀膜可塗蟲膠片或鍍銅,以資保護.

霞虹玻璃(iridescent glass) 是將加熱的物品,在貯有某種金屬蒸氣的爐中旋轉而成.這些蒸氣是用錫鹽、鋅鹽、鎳鹽、鉍鹽及銀鹽,以一定的比例配合.

繪畫 是用極細有色和硼酸或相似的熔劑及一種油混合的極細有色氧化物的混合物繪後.物品再在窯中加熱,直待顏色熔入玻璃.

玻璃之種類 玻璃的性質,既大半依成分而定,所以成分自然依用途而異.常用的三種最普通型式的玻璃,是波希米亞(Bohemia)玻璃、冕牌(Crown)玻璃及火石(flint)玻璃.波希米亞玻璃是鉀鈣玻璃;冕牌玻璃是鈉鈣玻璃;火石玻璃是鉀鉛玻璃.火石玻璃折光率高,十分燦爛,所以廣用爲餐臺器皿.下表表明各種玻璃的分析.這些分析是由 Thorpe 氏的

調查選錄出來的.那些以小量存在的成分,是材料中的不純物.鋁,鐵及鎂,尤其是如此的.

數種尋常玻璃成分之百分數

	無色瓶罐	法國平片	美國玻磚	玻杯	派勒克斯(Pyrex)	抗熱	火石透鏡	磷酸鹽晃牌(透鏡)
二氧化矽	73.25	72.1	71.5	54.25	80.62	73.88	20.0	——
氧化鈉	17.88	12.2	13.7	1.76	3.83	6.67	——	——
氧化鉀	——	——	——	10.30	0.61	痕跡	——	12.0
氧化鈣	7.24	15.7	12.4	0.08	0.22	痕跡	——	——
氧化鎂	0.17	——	——	0.16	0.29	痕跡	——	4.0
氧化鋁	1.31	痕跡			2.00		——	10.0
			0.1	0.14		2.24		
氧化鐵	0.11	痕跡			0.14		——	——
氧化鋅	——	——	——		痕跡	痕跡	痕跡	——
氧化砷	痕跡	——	0.1		0.66	0.73	0.1	0.5
硒	痕跡	——	——	——	——	——	——	——
氧化鈷	痕跡	——	——	——	——	——	——	——
氧化錫	——	——	——	33.38	——	——	79.9	——
氧化硼	——	——	——	——	11.90	16.48	——	3.0
氧化磷	——	——	——	——	——	——	——	70.5

玻璃之性質 玻璃之特性,因個別之成分而異,所以商品玻璃中的成分,極爲複雜.製造家的目的,在將每種玻璃造成最適合於所預期的目的,而非製造具有一切良好性質至最高限度的出產品.各種成分,對於幾種最重要性質的效應,略述如下.我們要記得這些性質,也多爲玻璃製造時所受的處理所影響.

玻璃的持久性(durability),乃其對溶劑的作用的抵抗.玻

璃多含二氧化矽、氧化鋇、氧化鋅及氧化鋁的,能抵抗水;多含氧化矽、氧化鋁、氧化鈣、氧化硼及氧化鋅的,能抵抗酸類;多含氧化鋁、氧化鈣及氧化錳,而少含氧化硼的,能抵抗鹼類.鹼性較高的氧化物,易被酸溶解,而酸性較高的,則易被鹼性溶解,所以化學器皿最高限度的持久性的問題,十分困難.國立中央研究院化學研究所現試製中性玻璃、針管玻璃及耐鹼酸玻璃.

熱膨脹(thermal expansion)的限度,是化學器皿、電燈泡以及會丟進熱水的餐具的重要性質.導熱性(thermal conductivity)是和熱膨脹有密切關係的性質.玻璃不善傳熱,全部熱透很慢,所以膨脹不均,以致破裂.爲避免破裂起見,燈泡、燒杯、燒瓶及試管,都做得很薄.這乃是燒瓶和玻瓶用途不同的原因,而常使化學學生驚奇的.在熱震下破裂的機會,依處理、厚薄以及成分而定,所以關於成分的效應,難得準確的數據.任何薄的化學玻璃器皿,應當耐得住由沸水到冷水的急遽變化.有些近年製出的器皿,能經得起由紅熱到冰水的急遽變化.所試的物品,僅有一小部分確能如此,但可證明這方面已有了大進步.有時這兩種性質不必連在一起考慮.金屬線封入玻璃中時,它們的膨脹係數,必須相差不遠,否則溫度一起變化,接頭處即變鬆了.玻璃的膨脹,也會使溫度計的讀數錯誤.多含氧化鈉及氧化鉀的玻璃,膨脹性高;多含氧化矽、氧化硼、氧化鎂及氧化鋅的,膨脹性低.玻璃的導熱性,似乎因氧化鋁、二氧化矽、氧化硼、氧化鎂及氧化鈣而增高,因氧化錫、氧化鋅、氧化鋇及氧化鉀而降低.中央化學玻璃廠能製 Pyrex 玻璃,據上海工業試驗所試驗,直接火焰燒至 200°C., 驟置於冰

水中,並無損壞.

折光性(refractivity)是錫玻璃及鉛玻璃較高,而含二氧化錫,氧化硼,氧化鉀及氧化銷愈多,則折光性愈低.玻璃的折射率,自1.50至1.90不等.

玻璃之顏色 乃由於通常以小量存在的某數種化合物,對於光的有選擇的吸收.如廉價玻瓶的灰綠色,是因所用的砂中存有亞鐵化物.爲補救起見,可將鐵氧化而成鐵態,鐵態是黃的,着色力較小,玻璃便脫了色.脫色劑是氧化砷,氧化銻,氧化錳及硒,氧化錳及硒,加點紫色,或紅色,這兩種色,多少和綠色或黃色互補.無色的瓶罈,常因這些試劑中某一種過多,或因膠體的鑽,而微有粉紅色.

玻璃着色,是將有色的礦質鹽或氧化物,溶解於熔解的玻璃中.在少數例中,如紅寶石色的玻璃,金屬是成膠體而溶解於玻璃中.玻璃之顏色,依膠體質點的大小而異.

紅色玻璃可由於膠體的金,銅或硒.鐵道信號現在多用硒紅玻璃.粉紅色或青蓮色玻璃,是由於矽酸鎳及矽酸錳.棕色玻璃是由於鎳,或錳及鐵.琥珀色及黃色玻璃,是由於膠體的碳,硫,或銀,或矽酸鐵.含硫的琥珀色玻璃,短波的光線不能透過,所以貯藏易受光能影響的物質的瓶,尤有價值.中華藥典中,於怕受光的影響的藥品,都註明須用這種玻瓶貯藏(但稱爲棕色瓶).矽酸鈾發生綠黃色的螢光.綠色玻璃是由於矽酸亞鐵,或由於矽酸鉻,或矽酸銅.藍色多半是由於鈷.

白色玻璃是加磷酸鈣,冰晶石(cryolite),氧化矽,或長石等不可溶性的物質而成;有時是由於氣泡.玻璃中如含有二氧化碳,或其他氣體,便不澄清透明,所以熔解的矽酸鹽,必須

加熱,至一切的氣體完全排除.黑色玻璃僅是略加棕色的極深的藍色.

珐 瑯

珐瑯(enamels)爲不透明玻璃質之物體,以鉛丹、硼砂、玻璃砂等熔製而成,塗於金屬的表面上,以爲裝飾,並且預防銹蝕,比如景泰藍及各種搪瓷用器,都屬珐瑯.

於金屬上塗珐瑯的技術,在有史以前已爲人類所使用,據博物院所藏的珐瑯所示,古代的這種技術,和今日的大致相同.操這術者的目的,差不多直到近數十年,完全是在裝飾.歐、亞兩洲有好些國家,會用金或銅做坯子,上塗珐瑯,製造各種美術物品.我國的景泰藍,相傳是義大利教士所傳入,製法是於銅器表面塗以珐瑯質,燒成各種花紋,花紋四周或嵌銀絲.明代宗景泰時製作極精,所以稱爲景泰藍.從前仿造的僅限於北平,今則各地皆有仿造,多製獎章及證章等物,日本人稱爲七寶燒.可是,今日珐瑯的技術,也應用於實用的用途.其目的在使如鋼鐵的耐用,增加美觀,光滑、堅實,且不腐蝕的表面.這技術可分鑄鐵搪瓷與鋼鐵搪瓷兩類;前者如浴盆、面盆、化學鍋等;後者如飲食物用器皿、路牌、車牌、門牌、招牌、廣告牌及錶面等.

所用的珐瑯,實質上乃是玻璃,可是比普通的玻璃較難製備.珐瑯除色狀美觀,且能抵抗所會遇着的弱酸及鹼類等試劑以外,必須和鋼鐵附着,不致開裂,不致剝落,且膨脹係數必須和鋼鐵相同,以免於驟熱驟冷時,發生爆裂.現將鑄鐵上所用的珐瑯成分中所含的材料,列表如下:

搪瓷中所用之材料

釉料	熔劑	不透明劑
長石	碳酸鈣	氧化錫
康瓦石(此石含有長石、矽石、雲母、白瓷土及螢石)	建築石灰	氧化銻
白雲母	白雲石	間銻酸鈉(sodium metantimonate)
碎玻璃	碳酸鎂	鋯之化合物
石英及他種形式之矽土(多爲砂及火石)	碳酸鋇及重鉻酸鋇	氧化鈦尖晶石(鋁酸鋅或鋁酸鎂)
黏土	鈉灰	氧化砷
	硝酸鉀	氟化物
	碳酸鉀	骨灰及他種磷酸鹽
	鉛之化合物	
	氧化鋅	
	硼砂及硼酸	
	氟化物	

原料熔解以後,珐瑯和玻璃一樣,是矽酸鹽,硼酸鹽及氟化物等的混合物.

玻璃中含有氧化鉛,則較爲堅固,較能抵抗化學作用,所以這化合物多半用於珐瑯玻璃的製造.鉛的化合物性毒,飲食物用器皿的珐瑯,如果剝落,侵入飲食,便有中毒的危險.因此已開始破裂的搪瓷器皿,不可使用,也不讓食物久盛在搪瓷的盤碟裏.

砷與鉛均有毒,所以我國政府取締含有這種物質的珐瑯.內政部公佈之飲食物用器具取締規則第四條規定:"施用珐瑯或釉藥之飲食物用器具,以含醋酸百分之四之水,經三十分時間煮沸,能溶出砒素或鉛者,營業者不得製造或修理之."又牛乳營業者處理牛乳及乳製品,也不得使用含鉛

搪瓷器(內政部公佈之牛乳營業規則)

製造飲食物用器皿中,鋼皮所用的珐瑯材料的範圍較狹,因爲鉛鋅等有毒金屬及砷,都不可用,珐瑯又須耐得住較嚴酷的用途,如烹煮有機酸及鹼類等;有時候也乾煮,達到很高的熱度,再將冷水傾入.這些珐瑯中的材料,是矽石、長石、黏土、氟化鈣、碳酸鈣、氟化鈉鋁、碳酸鈉、碳酸鉀、硼砂、硝酸鈉、硝酸鉀及二氧化錳.和鐵附着的底層,是用氧化鈷,顏色是加各種的氧化物.氧化物中,藍色是加氧化鈷,白色是加氧化錫,棕色或紫色,是加氧化錳,灰色是加氧化鎳,綠色是加氧化銅或氧化鉻,黃色是加氧化鈾或氧化鈦,紅色是加氧化鐵、氧化硒或氧化金.

這兩種搪瓷,製法大致相同.現將飲食物用器皿的製造略述如下.所用的鋼鐵,比較地不含碳、矽、硫、磷,約含鎂0.2%.製造時是將鋼皮或鐵皮用機器壓成坯子,或用手工剪成,敲成坯子,並塗油以防生銹.臨搪之時,將這坯子燒成暗紅色,使油蒸發,再陸續用熱的稀酸、水及稀鹼(多半用石灰水)浸洗.乾燥以後,便可搪瓷.坯子如果現做現搪,便不必塗油.

珐瑯的原料稱好,混合極勻,配合量是各廠經驗的結果,多半是嚴守祕密的.混合後入槽爐熔解,通常需要 1000°C. 至 1300°C. 的溫度.熔解以後,流入冷水槽裏,完全散碎,所以易於磨細.據說這過程也使珐瑯堅韌.將水抽出,珐瑯碎塊加一半的水,及一點黏土,在石彈磨機裏磨三十小時,磨成濃漿.上層所用的氧化錫,可於此時加入.

鋼鐵坯子蘸在這漿裏,取出烘乾後,於溫度約 1000°C. 的倒焰爐中,燒三分至五分鐘.底層極薄,因爲所含的鈷,顏色差

不多是黑的.再加白珐瑯燒,因爲黑的底層,所以成爲灰色.後再搪白珐瑯,外面用他色的珐瑯洒花.燒出以後,便成有色的斑駁表面的白珐瑯.三層的全部都是薄的,因爲薄玻璃較有彈性,對於溫度的變化,較不感受困難,這層在前已提過了.

珐瑯現有製成粉狀出售的,稱爲瑯粉,因爲成分適宜,使用便利,所以中小廠家,多半購用瑯粉,而不自行製造.

搪瓷品爲我國新興工業之一,因爲是日用所必需,所以二十年來,逐漸發達,已經有將舶來品驅出市場之勢.至於各廠所在地,都集中於上海一處,外埠如天津,廣東等處,也略有幾家,每年產量約四百五十萬元.

黏土產品

實質上由黏土製造的產品,種類繁多.通常分爲兩類:(1)多孔性黏土產品,包括磚,瓦及耐火材料;(2)非多孔性黏土產品,包括陶器及瓷器.這些都是由各種比例的黏土,矽石及長石的混合物製造而成.它們間的區別,在於所用材料的純度、製造的方法及燒時的溫度.有好些黏土的自然成分,配合適宜,加水範成產品,加熱即脫水.達較高溫度時,各成分即被熔解的材料黏合.這玻璃化的過程,可以繼續直待產品消失了多孔性,不致被水滲透.

黏土乃由長石 (feldspar, $KAlSi_3O_8$),分裂而成的自然岩石.實質上是含水矽酸鋁 ($HAlSi_3O_8$),黏土因爲地質史的關係,種類繁多,這自然是成分問題,就是它們可含有長石、砂石灰,鐵化物,或其他不純物.陶瓷中所用的黏土,通常比較地不含不純物.一切有用的陶土,都含有膠體物質.含量應在0.5%

至1.5%之間.這物質是含水鋁氧及矽化物所構成,略含有機物質.兩種普通的陶瓷黏土是**陶土**(ball clay)及**瓷土**(China clay).陶土多含膠體物質,所以極易受範,瓷土(藥學名詞作白瓷土)亦稱高嶺土(kaolin),所含膠體物質較少,所以較難受範.

陶土熔點頗低,可以製白色陶器,燒的溫度在1000°C. 與1200°C. 之間.瓷土較陶土爲純,所以熔點較高,供製造瓷器之用,燒的溫度自1250°C.至1500°C.不等.熔點在1500°C.以上的黏土,稱爲**耐火黏土**(fire clay),可製火坭,火磚,爐心,熔玻璃罐及必須抵抗高熱的別種物品.

物品若用很純的土範成,乾時收縮,燒成以後,極爲脆弱.若要不縮,可加火石或砂;若要不脆,可加長石,長石燒熔,將黏土和矽石黏合.

我國產瓷土的省分,有江西、河北、遼寧、山東、安徽、福建、廣東、湖南、河南、四川、山西及吉林.較佳的瓷土是花崗岩類風化而成的黏土,如江西所產的便是.石炭紀及侏羅紀煤系,常含多量的瓷土、陶土、耐火黏土等,分佈極廣,這裏不能盡錄.耐火黏土以唐山、博山、復縣爲最著名.

磚(bricks)是由尋常不純的黏土製成,這土會含有氧化鐵6%,氧化鈣13%,氧化鎂6%,以及石英和其他不純物.可是,磚中必須比較地不含可溶性鹽類,否則表面上會生白色吐渣(scum).磚含有鐵,所以色紅.壓磚及白磚必須用較好的黏土.

南京的磚瓦業,近頗發達,現將南京的典型的製磚法,略述如下.各廠各有黃土山數十畝,或數百畝不等,所用的土就在本山挖掘;表面的土稱爲晒土,和水製造磚坯,可在日光下

晒乾.地面三尺以下的土,稱爲陰土,製成的磚坯,必須陰乾,這需時五、六天,因天氣陰晴而定.陰土所製的磚坯,若用日晒,則易被燒裂.乾燥以後,卽可入窯,磚須橫立(非平放)窯中,各磚間略留空隙,每窯約可容磚三萬三千塊.放滿以後,卽將窯頂用土封固,起火燃燒.燃料以樹枝爲最佳,但因其來源不定,所以多用煙煤.燒磚需時四日,前三天用火力較弱之煤,後一日用火力較强之煤.火熄以後,卽可開窯取磚.這磚是紅色的,如果要青色的磚,可於窯頂掘一小池,等火一停,卽灌滿水,水卽慢慢浸入窯中,化成蒸汽,與各磚接觸.等水完全浸下以後,卽開窯取磚.窯中的磚,顏色純青,靠着窯壁的則成黑色,或青黑相間,沒有青磚那麼美觀.青磚和黑磚的比例,依窯工的技巧而定,大約是青六黑四;各地的黏土成分不同,各種燃料的火力不同,這是窯工燒窯時所最應注意的.紅、青、黑三種磚,强度相同,價格也相差不遠,其中以青磚爲最貴.還有一種以砂土所燒的磚,價格低廉得多,不過性質鬆脆,緊捏卽碎,和土墼磚(卽不燒之磚)差不多.

瓦 (tiles) 的種類不一,成分和磚相似,是範成或壓成一定的形式.中國的琉璃瓦,是將瓦先燒若干時間後,塗上瓷釉再燒.

南京製瓦,是將深處的陰土掘出,攤在地上,日晒雨淋,多日以後,和水造瓦.瓦窯小於磚窯,燒的時間較短,約一日一夜.

我國舊式磚瓦廠,用手工製造的,各地到處都有,並且數目甚多,或一市鎮有窰數十座的,因爲是建築家屋必需的材料,爲居住所不可缺的.機製洋磚瓦業,發軔已有二、三十年,各省以需要的繁簡,定工業的盛衰.上海需要最繁,至於內地各

省,除首都,省會,商埠及鄰近各地外,此項工業未能發展.

缸陶(stoneware)如下水管,化學陶器及缸甕等,是將極易受範的黏土,在1300°C. 以下的溫度熔解,用各種方法上釉而成下水管及化學陶器的上釉,是在燒的時候,將食鹽投入火裏,氯化鈉的蒸氣和熱黏土接觸時,兩相化合而成不可溶性的矽酸鹽.家用缸陶的土釉,是在物品上塗布製備的石灰,氧化鋅,長石,黏土及石英的混合物.這混合物在比黏土的熔點略低的溫度熔解而成釉.

白陶(earthenware)包括衞生設備,烹調器皿及廉價的盤碟.它是用優良的白瓷土製造,有時略加氧化鈷,以中和土的微黃色,色便較白.釉和鑄鐵搪瓷上的珐瑯相似,含有氧化鉛,石灰,長石,黏土,石英及硼砂.若要着色,可加一種普通的礦質原料,於入窯以前,塗於物品上.

瓷器(porcelain) 瓷器種類繁多,最好的盤碗,裝飾瓷器,化學瓷器及電氣瓷器(俗稱白料),都是普通的例證.這些瓷器的成分,在數量上不同.它們都是上等的黏土,長石及石英所製成.盤碗瓷分軟硬兩種.硬瓷較良;多半極薄而硬,鋼不能傷.燒時是用1400°C.左右的溫度,釉須於這溫度同時熔解.所以釉多半僅含石灰,黏土,長石及石英,因爲含有鉛化物及鋅化物的釉,熔點太低.軟瓷以英國瓷器爲代表,雖然最好的中國瓷器是硬瓷,而"China"的名詞,時常專指軟瓷.軟瓷約含有四成的骨灰[$Ca_3(PO_4)_2$],燒的溫度低於硬瓷.最優良的中國,奧國,法國及美國的盤碟瓷器,都是硬瓷,法國 Limoges 的 Haviland 所製的瓷器,久享盛名,至今尤極寶貴.美國瓷業是後起之秀,在產品的品質上,進展頗速.

瓷器須燒至各材料不但互相黏合,且全部玻璃化,瓷器便不透水.製釉的材料,和製瓷的材料相同,不過碳酸鈣較多,使其較易熔解.因爲坯及釉都已玻璃化,所以釉剝落時,瓷器不會爲水及油脂所滲透.上等的瓷器,釉與玻璃化的坯子間的性質,逐漸過渡,發生一種和軟半透明的外觀,常比玻璃或半瓷器更爲美觀.

陶器不宜塗以含有砷及鉛等有害性釉藥:"使用釉藥之飲食物用器具,以含醋酸百分之四之水,經三十分時間煮沸,能溶出砒素及鉛者,營業者不得製造或修繕之."(內政部公佈之飲食物用器具取締規則)"營業者處理乳劑或乳製品,不得使用有害性釉藥之陶器".(牛乳營業取締規則)

製造瓷器,還多半是種美術.不但在範形上,卽在燒烘上,及成分上,亦復如是.可用的原料,配料,燒烘和範形的經驗,及施彩的技術,都是大半能決定瓷器價值的因素.盤碗瓷器,有一種普通缺點,而有時爲顧客所忽略的,乃是相同的物品,在大小及形式上,都不一律.盤碟會在燒時翹曲,以致套得不合上等的出產品便不應當如此.

國立中央研究院化學研究所設有陶瓷試驗場,關於陶瓷的研究,有下列的工作:(1)坯泥之研究;(2)瓷泥之分析;(3)國內各地瓷泥性質之研究;(4)錫造胭脂之燒製;(5)硬陶之製造;(6)關於工業瓷品之研究.政府擬議在景德鎮設一大規模之瓷業公司,但尙無確實消息.中央工業試驗所化學組之工作,亦有窰業一項.

水 坭

水坭(cement)一名洋灰,廣東人稱士敏土,爲建築上重要材料,凡新式的房屋,以及道路,橋梁及其他重要工程,無不需要這物.我國水坭工業,以唐山啓新洋灰之製造爲最早,廣東士敏土廠次之,至國民政府成立,各省努力建設,水坭遂占重要地位.全國共有六廠,純爲華資所經營,資本總額計二千餘萬元,產品都是波特蘭水坭,最適於普通用途.共計每年約有四百萬桶(每桶376磅)的產額,最近因外貨的壓迫,我國水坭業頗受威脅.

波特蘭水坭(Portland cement) 是某英國人試製會在水下硬化的灰砂(mortar)而發見的.稱爲波特蘭水坭的,或因其和英格蘭附近波特蘭島所產可供建築材料的波特蘭石彷彿.它是將一定成分的黏土及石灰石,共同加熱而成.有些自然的岩石,所含的這兩種物質,比例適合,將岩石加熱,便成水坭.有些水坭是將灰石和鼓風爐的熔渣加熱而成,但今日由這些材料所製的水坭,不及百分之一.

這加熱中所起的變化,顯然是構成了鋁酸鈣及矽酸鈣.反應可由下列的公式來代表:

$$\underset{\text{石灰石}}{8CaCO_3}+\underset{\text{黏土}}{3Al_2O_3\cdot 2SiO_2}$$
$$\longrightarrow\underset{\text{水坭}}{[3CaO\cdot Al_2O_3+3CaO\cdot SiO_2+2CaO\cdot SiO_2]}+SiO_2+8CO_2$$

各種美國水坭分析的結果,知其成分的差別如下:氧化矽19—26%;氧化鋁4—11%;氧化鐵0—4%;及氧化鈣58—67%.

臨用時,水坭和砂礫,碎石或別種塡料,及水混合,傾入鋼的或木的模型中.數小時內,有時數分鐘內,便可凝固,但以後幾月或幾年中,還是繼續硬化.這過程的化學,尙未確實明白,

但總是含水作用.當硬化中,氫氧化鈣不絕地構成而結晶,這或是主要的黏合劑,雖則構成的還有鋁酸鈣.反應的方程式,有人擬定如下:

(1) $3CaO \cdot Al_2O_3 + 12H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 12H_2O$

(2) $3CaO \cdot SiO_2 + 4.5H_2O \longrightarrow CaO \cdot SiO_2 \cdot 2.5H_2O + 2Ca(OH)_2$

水坭對於礫的附着力極大.混凝土的樑柱折斷時,礫多半於與水坭分離以前,已先破裂.

鋼骨混凝土(reinforced concrete)含有鋼條,或織成的鋼構造,以增加強力.鋼的膨脹係數,和混凝土相差不遠,所以聯合得十分堅固.

混凝土可築人行道,地面,磚頭,屋瓦,房屋的邊牆及好些別種物品.混凝土鋪路的用途,發展極速.

灰砂(mortar) 灰砂是氫氧化鈣,砂及水的混合物.混成糊狀,將其放置時,一部分的水蒸發,其餘的水,因含水氫氧化鈣的結晶而成乳膠體.這乳膠的構成,引起灰砂的初步硬化.乳膠體若顯露於空氣,表面上的消石灰,便和空氣中的二氧化碳反應而成碳酸鈣,方程式如下:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

三合土亦稱三和土,是以石灰,細砂及土合成的.井泉,地面等處,用這土建築,堅固與石無異.起原不明,大約宋朝已經有了,從前更有於三合土中加糯米汁的,更爲堅固異常.

第十六章 燃 料

自有歷史以來,人類即已應用熱識的化學反應——燃燒,以資取暖,及烹調食物."人之所以異於禽獸者"這是主要異點之一.人類最初如何知道用熱,是個難解的謎.可能的解釋頗多,比如人類觀察自燃,太陽光線的集中,摩擦,或礦物的撞擊而發生的火.這些說法,都差不多同樣地有理由,因此都不能作爲結論.我們最初於歷史中發見燃燒的過程時,摩擦和鋼鐵及火石,已被爲取火的來源(據法國考古家Abbe Henri Breuil 言,洪荒時代之北京人已知用火),不過用火當然不一定是由這兩種方法而起的.我國古時取火之具,有金燧,取火於日;木燧取火於木;後用燧石,亦稱火石,用鋼鐵敲擊,能發生火.

燃料乃爲生熱而燃燒之任何物質.這包括數種異常的物質在內,例如義大利硫黃礦中,燃燒硫黃,以供給鍊煉粗硫黃所需的熱.糖廠中常用蔗渣爲燃料.美國西部各省,玉蜀黍有時便宜到可做經濟的燃料.巴西曾於咖啡供過於求時,用爲燃料.我國農人將牛糞晒乾,當作柴燒,火力頗大.較普通的各種燃料,見後列的表.

最古之燃料,乃是木柴,可無疑義.其他燃料發見的先後次序不易指明.大概天然燃料是在人造燃料以前,如果再有新的發見,或許還是人造的,因爲可用的天然燃料,似乎已被地質學及地理學的採探,搜羅淨盡了.

量熱學(calorimetry) 燃料既是用以生熱的任何物質,則一定重量的燃料所產生的熱量,是該燃料的經濟價值的

最重要的標準.然而還有別的因子,例如賸餘的灰分的性質及量,轉運及加燃料所費的人工,可得的溫度及燃料的一般適宜性.即使有專爲燃燒煤炭而造的汽車,人也不願用煤炭行車,用硫黃或軟煤爲暖鍋的燃料,也不適宜.假定兩種或兩種以上的燃料,爲某種目的是同樣地適宜,那末它們的相對價值,便依熱值而定.測量這性質的過程,稱爲量熱學;儀器稱爲量熱器 (calorimeter), 簡稱卡計.熱值是用每克的卡數來表明,英.美兩國則多半用英國熱單位表明.英國熱單位(British thermal unit)簡稱 B.T.U., 是將一磅水的溫度,升高華氏一度所需的熱.

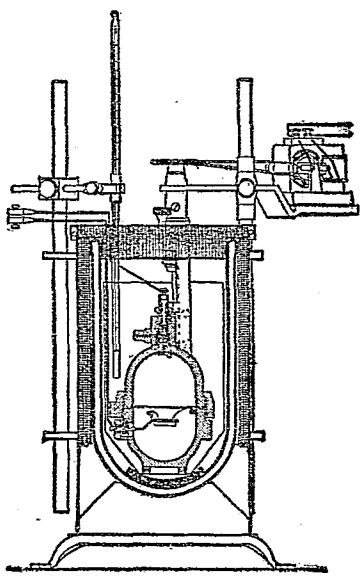


圖 18. Emerson氏氧氣爆炸卡計

量熱器因燃料而有差別,而測量同樣燃料的量熱器,也大同小異.它們都根據於將燃料燃燒於空氣中,而測量將一定重量的水所增加的溫度.測量固體及液體的量熱器,主要部分是個鋼彈,彈內常用金子襯裏(圖18).燃料和受壓的氧同放在鋼彈裏,藉極細的金屬通過電流,線因極細,生熱頗速,將燃料燃着.當燃料迅速燃燒及燃燒後,直至達到溫度平衡時,彈爲定量

的水所包圍.這水溫度的變化,成爲儀器的比熱,而改正後,便可藉以測量燃料樣品燃燒時所發生的熱的量了.

氣體卡計,通常是將氣體在敞空氣中燃燒,藉火焰四週的水套而吸收熱.

下列的表,表明數種普通燃料的相對熱值及價格.這價格是二十四年九、十月間南京及上海的市價.

尋常燃料之平均熱值

燃料	英國熱單位	價格(單位元)		每千英國熱單位之成本(單位元)
煤炭	每磅			
褐炭	11,200			
烟煤	14,400	每噸	13.50	0.00041
無烟煤	14,300		22.50	0.00061
焦	14,300		37.00	0.0011
木炭	7,000—8,000	每擔	2.60	0.0030-0.0035
泥炭	9,500			
木材				
樗木	8,480			
山毛榉	8,590			
橿木	8,510			
橡木	8,310			
松木	9,153			
酒精變性	11,600	每加侖	1.40	
醋酮	12,000			
木精	11,300			
硫黃	4,000	每磅	0.20	0.05
苯	18,000			
汽油	20,500	每加侖	0.82	0.0069

火油	每磅	19,900	每加倫	0.60	0.0045
柴油		18,630			
蘇拉油			每加倫	0.57	0.0041
特別蘇拉油			每加倫	0.26	0.0019
提士油			每加倫	0.25	0.0018
美國粗石油		20,780			
自然氣	每立方呎	1,000			
焦煤氣	每立方呎	600	每千呎	2.85	0.0047
水煤氣		450			
電石氣(乙炔)		1,440	每磅	0.20	0.0112
生油氣(乙烯)		1,590		?	?
棉花	每磅	7,500	每斤	0.44	0.053
棉籽油(粗)		17,100			
石蠟		18,000	每擔	15.50	0.0075

表中之成本價值,因各種燃料的價格而漲落.可是,表中註有計算所根據的市價,所以單位熱的成本價值,即可算出,因爲和價格的漲落是成比例的.用這表時,應當記着,熱值是由量熱學所測定的值,與燃燒用的設備的效率毫無關係.例如照表中的價格,無烟煤比焦便宜,比烟煤則貴一倍半.於同一爐中燃燒,這些熱值頗能表明這三種燃料的相對成本.可是,無烟煤不比別兩種的多需照應,且比烟煤乾淨得多.木柴比這三種都貴,但有易於生熱的價值.反之,小煤油爐的生熱,效率比煤爐高得多,因爲所生的熱,都放出於需要熱的房間裏,所以煤油雖然似乎比無烟煤貴十倍,或許僅略貴一點.油爐發生烟氣及水,所以當冬季必須燃燒大量的油時,頗有妨害,但如果僅需要小量的熱,油爐確是經濟而有效力的裝置.

生動力的燃料的條件,和家庭燃料相同.汽油比無烟煤

貴十一倍,但燃燒汽油的內燃機的效率,比用煤的鍋爐及蒸汽機,高出二倍;這將能的成本減爲煤的五倍.在小動力廠中,因爲汽油機便利及省人工,價格上的差別,便不算一回事.農夫若要轉動磨飼料機,剝玉蜀黍機或別種小機器,一座蒸汽機,燃料及生火人工的成本,以及停機後熱的損失,會使成本高得驚人.汽油機於發動時始用燃料,成本比蒸汽機便宜,又不大需人照料.汽油供城市電燈廠中生力之用,成本也嫌太貴,不過自然氣供這目的之用時,常比煤便宜

北平地質調查所設有沁園燃料研究室,對於我國燃料之研究貢獻頗多,出版燃料研究專報.該所又與北平研究院地質研究所合作,從事燃料之研究,已有結果,現正添置機器設備,增加試料數量,使能對於低溫蒸餾,氫氣液化,煉焦研究等問題,做大規模的試驗.最近以資源委員會之助,已在南京建築規模較大之燃料研究所.中央工業試驗所化學組,對加氫蒸餾,也有研究.

固體燃料

木柴 木之主要成分,乃有機化合物之纖維素,這纖維素是植物由在葉裏製造的葡萄糖而製備的.和纖維素混合的是水,水中含有溶解在內的各種有機化合物,如糖,松節油,木精及醋酸,和矽,鉀,鋁及其他元素的無機化合物.這些無機鹽類,是由土壤和水同被吸收的.

木在空氣的供給多少受限制的火爐或壁爐中燃燒時,有機化合物汽化,纖維素分解而成蒸汽及碳或木炭.有機化合物由木逸出時,在燃燒着,使未燃燒的碳的質點(烟炱)熱熾,

構成黃燄,而黑炭則留在爐壁上.如果氧的供給充足,木炭也被燃燒,構成氣態的二氧化碳,發生更多的熱能.留下的灰分,是原來以各種無機化合物的形式含於木中的固體金屬氧化物.爐中火上加木柴時,多半是放於氣流中,在燃燒的木柴頂上,夾於火及烟突的中間.這樣,木柴是置於所含的氧的供給不足且在加熱的二氧化碳的氛圍中.熱使木柴分解,所生的熱燭的碳質點,構成各種形式的美麗的燄,然後未被燃燒,即升入烟突,成黑烟而逸於室外.如果新木放於在燃燒的木柴的底下,或在一邊,發生光燄的機會便較少,燃燒更近於完全,發生的熱較多,而黑烟較少.

中國雖尙多用木柴爲燃料,但在歐,美各國,木柴作爲生力或家庭燃料的,用途不大,並且日漸減少.因爲運輸便利,所以除窮鄉僻壤以外,較便利的煤及煤油,各地都有.可是,因爲便利及便宜,木業都用木以生力.美國械糖業中,也用木爲燃料.要迅速生火時,及在敞壁爐中,也略用些木柴.壁爐中燒木柴,多半是爲美觀起見.

以木柴爲燃料,有四大缺點:(1)即使風乾的,仍可含水至三成之多,將其蒸發,費熱不少;(2)將木劈小,以便入爐,工作頗費;(3)一定熱單位的運費,比煤貴一半以上;(4)木柴的火,比別種燃料,更需要人照管.

現將一定體積之各種木材相對的燃料價值,表明如下:槲木1.7,榆木1.5,槭木1.5,檜木1.5,柳木1.1,白楊1.0,松木1.0,紅松1.0,菩提木0.9.

木於冬季,含水較春夏爲少,所以木材應於冬季斫伐,因爲不大需要風乾.歐洲溫帶各國,樹的新枝每二,三年斫伐一

次,束成捆子,充燃料用.這樣,數株樹便足供給一家冬季取暖所需的一切燃料之用.

我國也多燃燒木柴,南京所用的,以栗木及松木爲多,細小的稱爲枝子柴,其來源不一.木柴以外,茅草稻草,蘆葦,豆稭及脂麻稭等,都是常見的植物質的固體燃料.

煤與其出產品 泥炭,褐炭,烟煤(或軟煤),無烟煤(或白煤),都是植物的分解產品.古時全部的森林,有時會陷入淺水中,在上層的植物及土壤的壓力下,纖維素漸分解而成碳及水,而其他有機化合物則逐漸汽化.這些澱積,於最長的時期,受最大壓力之處,便構成無烟煤,這煤常含有九成的碳.在壓力較小或分解時期較短之處,便有軟煤及褐炭.泥炭是由長期以前或許自冰河時代卽已緩緩分解的草層或苔層所構成.現在世界各處苔草滋生及腐爛之隰原中,都在構成這煤.每年夏季,過去諸年的植物爲新層所掩蓋.這些燃料的近似成分,具見下表:

煤與木之近似百分數成分之熱值

燃料	下列各質之百分數					每克之卡數
	碳	氫	氧	氮	水	
無烟煤	75—90	1	0.8	0.001	——	8,000
烟煤	70—80	5	3—15	1.0	1—10	7,000—8,000
焦炭	90—94	——	——	——	0.03—2	8,000
褐炭	35—60	5—7	4—25	1—50	6—15	6,000—7,000
木材	44	5	38	0.06	11	3,000—5,000

這些燃料,也含有百分數不同的灰分.

無烟煤,烟煤及褐炭,燃燒各不相同,並且如上列所示,發生不同量的能.無烟煤近於純碳就是含有小量的揮發性含碳化合物.燃燒緩慢,焰及烟炱的量有限.軟煤所含的碳的化合物較多,而純碳較少.軟煤若在充足的氧中燃燒,碳與化合物都可利用.可是,碳的化合物常被分解而成膏狀的烟,這烟不但有妨害,且爲可由煤中取得的廢能的明證.泥炭及褐炭體積都大,所以僅於本礦附近,且於沒有他種燃料可用時,方用爲燃料.

泥炭(peat) 植物質之自然碳化作用中之第一階段,稱爲泥炭.它的性質依澱積的年代而定,且至少在較新的澱積中,依所構成的植物的種類而定.低沼澤中的泥炭床,是由各種的半水草所構成,可是在較高的隰地中,各種的苔蘚較占勢力.

植物質構成泥炭之過程,乃是分解,和乾餾中所發生的分解(見木炭條)相似.空氣爲水及較新的植物層所隔絕,植物質便分解,發生甲烷而消失氧及氮.變化的正確性質不明,但總是消失水及氫.氫的消失或由於甲烷的消失.甲烷比較植物組織,含氫多而含碳少.變化或是細菌作用的結果.木和泥炭的平均成分如下:泥炭含碳 60.0%、氫 5.8%、氧(及氮) 34.2%;而木材含碳 49.2%、氫 6.1%、氧(及氮) 44.7%.各份樣品之間,當然也有區別的.

泥炭通常多孔,顏色自黃色,褐色以至黑色不等,常見的泥炭是深褐色.它是由濕地中用長而狹的鏟子,切成磚形取出.泥炭於是堆成炭堆,晒乾以後,即可燃燒.如果太濕,便於略乾燥後再爲範形.灰分自 1% 至 20% 不等,至於水分,在烘乾

的產品中的是10—20%. 因爲這些關係,運輸的成本太高,僅能用於當地.

植物在熱帶腐爛太快,因此泥炭僅產於溫帶及寒帶的國家.從前在北歐曾爲重要的燃料.美國有廣大的泥炭礦,多未開採.因爲美國的各種優良燃料,都頗豐富,所以這種煤用得極少.然而現在多半可以認爲是一種準備的燃料.據地質調查所的最近報告,我國共有泥炭十七兆噸.

褐炭(lignite, brown coal) 植物質之碳化中,泥炭以後之一階段乃是褐炭.這是於地質學的形成的立場上,代表眞煤與泥炭間情形的一種燃料.顏色自黑色至褐色不等.它是由球果樹,有時由硬木樹所構成,因爲澱積老得多,過程便進步了不少.有些褐炭還可看出木理,但多半已完全消失.褐炭在加拿大,澳洲及中歐是最重要的燃料.據地質調查所最近報告,我國共有褐炭4,412兆噸.美國的褐炭礦,散佈於西部的中段,頗爲廣大,二十呎深的煤床,是常見的事.當歐戰時,開採頗多,但平時無足輕重,因爲可用的無烟煤及烟煤,儲藏頗富.儘足取用了.褐炭和泥炭一樣,成分的區別頗大,但新採的褐炭,區別大概如下:碳50—75%,灰分5—10%,及水分10—60%.水分既高,熱值就比較地低,但乾燥時每磅所發生的熱量,和烟煤不相上下.這煤容易和氧化合.這不僅是損壞的起因,且所生的熱頗大,會誘起自燃的.

烟煤(bituminous coal, soft coal) 這種尋常燃料,屬於比褐炭較古的年代,因此碳化得也更長久.構成這烟煤的植物,爲生長於溫暖且極潮濕之氣候中之茂盛的羊齒植物.含有1—20%的灰分,及10%的水分.可是,優良的烟煤,灰分不應超

過8%.碳自75%至90%不等,氫自4.5%至5.5%不等;氧自5%至15%不等,而氮自0.75%至1.75%不等.這雖然是極限成分,它絕不代表煤的近似成分.

烟煤代表主要的商業燃料.價格的變更,依物理性而定,而不大靠燃燒時所發生的熱.各地所產的煤的成分,有顯著的差別,同一地方常產數級的煤.同一煤礦的各部分的煤,有時在熱值上,區別也很大.

烟煤粗分爲煉焦的及自由燃燒的.前者有製造煤氣及煉焦的價值.煉焦煤被加熱卽熔解,讓揮發的部分逸出;煤氣全被蒸餾時,賸餘物便是焦.用以製造煤氣時,揮發部分構成發光氣體.在爐中燃燒時,烟煤的氣體燃燒而生黃焰,多半發出不少黑烟.美國的烟煤,通常依塊子的大小而分爲四級,東美與西美的分類法,又微有不同.

烟煤隔離空氣而加熱時,放出本身重量的二至四成的揮發物,這揮發物含有水,烴,及碳,氧,氮的化合物.烟煤燃燒時的長焰,乃是這揮發物所發生;煉焦爐的氣體的及膏狀的副產品,也是這揮發物所變成.這煤的成分,多半是樹脂及纖維素性質的化合物,至於游離的碳,也許有一點,或竟沒有.烟煤蒸餾時,樹脂分解而放出烴,纖維素分解而發生酚.煤中的氮的化合物,則性質不明.

烟煤雖則因燃燒劇烈而發生濃厚的黑烟,並且發生氣體,帶走好些未燃燒的碳(烟炱),然仍爲家庭中及工廠中應用最廣之燃料.單獨的消費者,以各鐵路爲最大.

據地質調查所的最近報告,我國所有的烟煤儲藏量共196,958百萬噸,其中以山西爲第一,計88,000百萬噸,陝西第

二,計 71,200 百萬噸,次爲四川,河北,河南,遼寧,山東及雲南,其餘各省,除福建外,亦莫不有這礦.

燭煤 (cannel coal) 燭煤也是一種烟煤,含烴頗富.燃燒時火焰光明,並不熔解;常供敞火之用.

半烟煤 (semi-bituminous coal) 半烟煤代表硬煤與軟煤間之一級.含碳少於硬煤,而所含的揮發物則較多.燃燒時火焰頗短,黑烟極少,用爲熔爐的燃料,頗有價值.這種煤的發熱性頗高(俗稱發火),質極鬆脆,因此易含不少的煤屑,用爲熔爐的燃料,如果燃燒得法,則成績極佳.

無烟煤 (anthracite or hard coal) 無烟煤乃各種煤中碳化之最後階段,僅爲金剛石與石墨二種晶體的碳所超越.這煤的碳化過程,是於極大的熱及壓力之勢力下發生.所含的揮發物不及8%,碳占90—95%,灰分(在上等中的)不上6%,水分頗小,新破折時,表面上有光澤,用手撫摸,不致將手弄污,所以又稱白煤.這煤燃燒緩慢,熱力强大;火焰頗小,或竟沒有,烟炱則全沒有.因此在不歡迎烟煤的城市中,家庭和工廠用它來做燃料,頗爲適宜.再則,這燃料不像任何其他固體燃料的需要照料,且儲藏時損壞較少.因了這些關係,無烟煤總是貴於烟煤,雖則熱值並不高於上等烟煤.家庭火爐中燃燒烟煤,時常較無烟煤更爲妥善.

據外人估計,世界之無烟煤,至少有八成產於中國,中國各省無不產無烟煤.據地質調查所的最近報告,全國儲藏量共有 46,917 百萬噸,其中以山西爲最多,占 36,500 百萬噸,河南第二,計有4,600百萬噸.河南的白煤品質最優,價也最高.

中國之煤業 中國煤礦產量甚富,據地質調查所最近

報告經調查已知的共有248,287百萬噸;中以山西爲最多約124,500百萬噸,次爲陝西約70,000百萬噸.試以中國的儲煤量,與世界各國相比較,則可居第四位,稍多於英國,而亞於美國,加拿大及德國.雖不能稱雄世界,而在遠東,不失爲蘊藏煤礦豐富的國家.各礦多易於開採,民國元年,僅產十幾萬噸,採用新法後,現在增加到二千七百萬噸,其中新式大礦產約占75%.近年因爲工業衰落,銷路不振,且運輸量低澀,所以產額不易增加,成本也難減低.

我國因幅員廣闊,煤儲藏量得占世界之第四位,然以人口計算,每人僅得五百噸,比較美國每人一萬噸,英國四千噸,德國一千五百噸,都不能及,僅超過日本每人的一百噸.中國工業幼稚,消費量極低.據民國二十年之調查,全國共消費二千二百五十六萬噸,每人每年僅二十分之一噸,較之美、德、法、英的每人每年四噸,更是望塵莫及.我國要從事建設,儲藏量並不感缺乏,僅在儘量利用而已.

國立中央研究院地質研究所,將來計劃研究西南各省煤田.北平研究院地質學研究所,現和實業部地質研究所合作,進行詳測華北煤田,以求得合理化的應用.

世界產煤量,據一九三五年一月國聯統計月報所載,列表如下(單位萬噸):

	1931年	1932年	1933年
美國	33,395	27,183	28,526
英國	18,582	17,617	17,525
德國	9,887	8,728	9,160
蘇聯	4,462	5,211	6,020

法國	4,167	3,856	3,906
波蘭	3,189	2,403	2,278
日本	2,332	2,338	2,504
比利時	2,255	1,784	1,785
印度	1,752	1,581	1,526
其他合計	85,823	75,950	79,045

世界產煤壽命之估計,多少是失敗的,因爲工業發展的性質及範圍,不能預測.可是,煤的告竭,距今尙遠,世界儲藏量共41,500萬萬噸,卽美國的儲藏量,也有15,595萬萬噸,曾有人估計,足供四千年之用.那麼我輩又何必作杞人之憂呢?

烟煤之產品 烟煤經乾餾時,可得三種出產品:焦是一種近於純淨形式的碳;煤膏是一種含有數種有機化合物的物質;煤氣是氨和甲烷,氫及其他可燃性氣體的混合物.這些出產品都有重要的商業用途.焦和木炭及無烟煤一樣,是清潔而燃燒緩慢的燃料.煤膏是苯,萘,甲苯及酚等有機化合物的豐富的來源.這些化合物,用爲製造合成染料,藥品,香料及爆裂品的原料.煤氣須經過硫酸的稀溶液而洗淨,硫酸吸收氨而構成硫酸銨.這是用爲加氮於土壤中的肥料.煤氣洗淨以後,由導管通到人家或工廠,以供生熱或發光之用.焦及煤氣,都可燃燒,而無烟的損失及不便利,並且煤膏的成分所製的合成產品,甚有價值,所以乾餾是利用烟煤的效率最高的方法,遠非他法可及,並且將來或許用得更多.

焦(coke) 焦分三種,皆是由石油或某數級的烟煤乾餾而成.將石油蒸餾器的殘渣加熱至高溫度,可得油焦.色黑而柔軟.用爲燃料的不多,主要的用途是製造電氣碳精.煤製的

焦,稱爲焦炭或煤焦,或簡稱焦.硬度最高,且最適合一般冶煉用途的焦,是蜂房爐焦.蜂房爐焦因爲製造時一切的揮發物及 15—20% 的焦都被燃燒,所以十分浪費.副產品焦及煤氣廠焦硬度適中,前者很快地在取代蜂房爐焦.

發生蒸汽極少用焦.焦燃燒速,熱力大,會將鍋爐正在火箱上之處燒熔.這同一的傾向,使其成爲冶煉爐中的適宜燃料及還原劑,所以冶煉差不多全是用焦.製造碳化鈣及金剛砂,也用大量的焦.以焦供家庭之用,有生熱速而不發烟的優點,但比無烟煤更需要人照料,這是缺點.

現用之副產品煉焦爐,共有數種.美國本薛文尼省 Clairton 地方的卡匿奇鋼鐵廠的煉焦廠,是代表應用現代Koppers 爐的廠,也是世界最大的煉焦廠.共有爐 768 座,排成 12 組,每組 64 座.每爐長37 呎,高 9 呎 10 吋,寬 17—19$\frac{1}{2}$吋,能容五百立方呎或 13.4 噸的碎煤.每組中的各爐,互相貼近,所以熱的損失不大.爐煤氣在爐下燃燒,熱的氣體在爐週環流.一噸煤所發生的煤氣,比煉焦所需要的爲多.

爐由頂孔上煤.各爐輪流上煤和出焦,所以煤氣,煤膏及焦的產生,是連續不斷的.尋常的煉焦時間是二十小時,到了這時候,爐兩頭的門打開,用裝有和爐的橫截面等大的長方形鋼板的鋼杵塞入爐中,而將燒紅的焦推入由小機關車轉動的鋼車中.焦再運到熄灼廠,自上澆水,使其冷却,並將火熄滅.然後將焦裝上運送器,運到篩廠,分成爐焦(體積大,供鼓風爐及煉鋼爐等之用),家用焦(大如核桃,供家庭取暖之用)及焦屑.

煤之揮發物質,由爐頂經大鐵管導出,藉洗滌及冷凝等

過程,分爲各種的成分,這些過程過於繁複,在此不能說明,煤氣通過硫酸,氨便被吸收,所發生的煤氣,約有六成是賣給鋼廠做燃料,其餘的供煉焦爐燃料之用.液體的成分,分爲各級的商業產品,副產品的性質及量,根據實際製造的結果,列表如下:

Koppers爐中實際煉焦工作之成績

所用之煤	2000 磅
篩過之焦	1320 磅
焦屑	128 磅
家用焦	54 磅
硫酸銨	25.6 磅
煤焦油	10.8 加倫
輕油	3.46 加倫
馬達用苯	2.56 加倫
輕溶劑粗第一號	0.176 加倫
重溶劑粗第二號	0.179 加倫
精煉萘	31 磅
賸餘氣體	6722 立方呎
爐煤氣	4068 立方呎

這氣體含有氫50.8%、甲烷32.2%、一氧化碳5.9%、氮5.8%、發光質3.3%、二氧化碳1.8% 及氧0.2%.

我國之煉焦,有山西之石家莊,河北之開灤,河南之六河溝,江西之萍鄉四處,煉焦而收焦副產品的,祇有石家莊一家然而規模狹小,設備不過三十萬元,每日出焦不過一百噸,現在且不及此數,其餘三家雖有煉焦,但不收副產品,查煉焦的

副產品,爲國防及有機化學之原料;所以外國製造煤氣及煉焦時,同時亦爲副產品之收集,而煤膏蒸餾,則另有大廠經營.應用煤膏所出的物質,則復有專廠分項製造;務使煤盡其用,物無棄材.反觀我國之蒸煤事業,則寥若晨星,屈指可數.所以政府應速提倡蒸煤事業,以充實國防及有機化學的原料.

煤球 (briquettes)　產生煤與焦時,有好些變成碎屑.這屑若不裝設特別的燃燒器,便不能用爲燃料,所以若要將其供一般的家庭及工廠之用,須略加水及膠合劑,壓爲球形而成煤球.壓時須將材料加熱,用一千個以上的大氣壓壓榨.所用的膠合劑,有煤焦油,瀝青,土瀝青,澱粉,糖漿,黏土,水玻璃,石膏或石灰.這些煤球燃燒迅速,火焰很熱,通常多烟,烟氣有時極爲惡臭,灰分多半是5—15%.

歐洲製造煤球最早,但美國的煤球業,是因歐戰時燃料經濟問題,才大被提倡.美國煤球,約有一半是用土等無烟煤製造.

我國向有炭墼,是將炭末擣緊成塊,用以代薪,製法和土墼相似,所以稱爲炭墼.煤球還是炭墼的遺意.二、三十年前,我國即有人製造煤球,但僅自製自用,至於以製造煤球爲業的,還是近年的事.我國燃燒煤球的爐,大都無烟囱,所以須用白煤屑製造,烟煤之屑不能適用.我國製造煤球所用的黏合劑,都是黃土,黃土以來自蘇州的爲佳,因爲性黏質鬆,一則容易堅結,一則容易燃燒,非他處黃土所可及.所攙的黃土,自一至三成不等,依煤及黃土而定;實則煤球的優劣,除煤質有關係外,黃土攙加之多少,也大有關係.煤球分機器及人工二種.全部機器分爲三件:(1)磨細機;(2)調和泥水機;(3)造球機.煤屑須

經上項三種手續,始成煤球,乃由造球機下部,如雨而下,承以鐵絲篩,上烘灶烘乾.機器煤球表面平滑,不如人工煤球之因表面粗糙而易於着火.

木炭 木材乾餾,利益頗多,如產生非氣體的燃料,產生有價值的副產品,以及利用木業中的小板、木屑及其他廢物.燒炭乃是古代的工業,數百年來,木炭是木材乾餾的唯一產品.製法是將樹木砍下,在地下的淺坑(炭坑)中,堆成圓錐體形,或半圓頂形的木堆,蓋上樹枝、樹葉及泥土.留些氣道,中央留個風道.然後將木堆點着,燃燒着的木材及揮發物,將其餘的木柴燒焦.汽化了的有機物,逸入空氣,或在坑口燃燒.這過程當然簡陋而浪費,在外國差不多完全改用直接加熱蒸餾法,這法可收回燒焦時所散逸的揮發物.這些出產品,成爲實驗室中合成較有用處,且較複雜的有機化合物的重要基礎.

美國之副產品木炭業,約開始於十九世紀中葉.所燒的木材,硬木約占八成,軟木約占二成.軟木蒸餾多半限於南部的長葉黃松.所蒸餾的硬木以山毛櫸、樺木及槭木爲主,不過也略用別種硬木.兩類木材的副產品,略有不同.硬木蒸餾的出產品是粗木醇、醋酸鈣、木炭、焦油及木餾油.軟木蒸餾的出產品是松香、松節油、焦油、木炭及木餾油.

美國所產之木炭,用於鼓風爐中者,占四分之一,它所含的硫及磷極少,所以在這裏比焦爲優.其餘的木炭,用途繁多,如用爲小火爐、炒花生器及炙肉器的燃料,濾器的濾質及黑色顏料等,也用於醫藥,不過爲量較小.

新式炭廠所用之蒸餾甑係長方形的,用鍋爐鐵板製成.寬六呎,高七呎,長足容納一車至四車的木材,車是在軌道上

開進甑裏.每車約容二百五十立方呎的木材.爐在甑下,因地方及市價的關係,而用木材.焦油.木炭.煤及油爲燃料.燒焦的過程完成以後,炭車開出放於冷却器裏.冷卻器的構造和甑相似.

灰之成分 灰之成分,因原物質之成分而異,但多半依所含的元素而定.純纖維素不留餘燼,但多數的植物質,除纖維素外,還含有複雜的有機物質,有時還有無機物質,所以有金屬存在,其中尤以鈉.鉀.鈣.鎂爲多.存在的非金屬元素,大概是矽.磷.硫或氮.海草灰中含有碘及溴,有時還有別種元素存在.有機物質含有金屬,非金屬則除碳.氫或氧以外,少含或不含時,這些有機物質便以氧化物存於灰中,祇有鈉及鉀,則以碳酸鹽存在.這情形很可由舊式的家庭製鹼汁法來表明.木炭灰含有大量的碳酸鉀,和石灰混合,傾入桶中,用水漉漬,發生下列的反應:

$$K_2CO_3+CaO+H_2O\longrightarrow 2KOH+CaCO_3$$

漉得的溶液,多含氫氧化鈉,或許也含有不少的碳酸鉀.這鹼汁可製液體肥皂或軟肥皂.

如果有硫存在於原物質中,在灰中便成一種金屬的硫酸鹽.氮多半以游離的氮,跟着氣體出產品飛散.矽如果存在時,以金屬的矽酸鹽含於灰中.這物質成爲熔渣及煤灰的不可溶性部分的大部分.磷通常以原硫酸鹽 (orthophosphates) 的形式,留於灰中.

一份灰中含有二種以上之金屬,及二種以上之非金屬時,要測定其化合情形,十分困難,時常竟不可能.所以,做分析的報告時,尋常的辦法是報告酸類及鹼類的無水物的存在,

例如三氧化硫 (SO_3)、五氧化磷 (P_2O_5)、二氧化矽、氧化鈣、氧化鎂、氧化鋁及氧化鈉,而不提它們彼此間在原灰中的化合.鹼性無水物常會多於酸性無水物,在這例中,那物質便算是鹼性灰 (basic ash). 如果酸類無水物較多,那灰便算是酸性灰 (acid ash)

氣體燃料

自然氣 (natural gas) 在世界多處,有某種形式之植物(或係動物),曾受長期之壓榨,構成石油及自然氣.自然氣多半受壓力而儲藏於石油上的空層中.它是低原子量烴的用鐵混合物,而石油則是高原子量烴的混合物.這氣體可以燃燒,管聯接,可以引火,和煤氣無異.我國四川盆地,和東部鹽井,除產油外,兼產自然氣,出氣的口,稱爲火井.據地質的調查,四川的自然氣,蘊藏於三疊紀以至白堊紀地層.湖南也有自然氣發見,但蘊藏價值,都未曾確定.

自然氣多半含 90—98% 的甲烷,及少量的別種烷屬烴、生油氣(乙烯)、一氧化碳、二氧化碳、氫、氮、硫化氫及氧,熱值有時可達每立方呎一千二百英國熱單位之多.

自然氣之價值,通常多被輕視,因爲價廉,以致被用做戶外的敞燈,忽略漏孔,以及一般的耗費,結果是浪費了這氣不少.它的價格,很少達到人造煤氣的一半.多用於家庭生熱,產生汽力,煤氣之生力,及用爲玻璃爐、製鋼爐、磚窰及瓷窰中的燃料.這些工業,在美國本薛文尼、俄亥俄及西斐金尼亞三省的自然氣區中,頗爲繁盛.因爲供給不能增加,製鋼廠乃不得不用別種燃料,這燃料通常是藉設立副產品煉焦廠而供給

的.四川資中縣的火井,多用以熬煮井鹽,後漢書郡國志所載的火井,在臨邛縣,據考當時已用以煮鹽.

自然氣之價格低廉,沒有烟炱及灰分,且熱的供給,易於調整,所以比較別種燃料爲優.

人造氣體

供發光及生熱用之氣體燃料,可分爲三大類:(1)煤氣包括碳化了的水煤氣及爐煤氣,以及它們的各種混合物;(2)油煤氣;(3)電石氣及汽油氣.其中以第一類爲最重要的發光氣體.從前歐,美鄉間採用汽油氣,油氣及電石氣,以供發光及生熱的頗多,但已多半爲電機所取代.

大規模地製造之燃料氣體,共有三種,都是由煤而來的.它們是水煤氣,爐煤氣及焦煤氣.發光用的煤氣,有的是焦煤氣,有的是碳化了的水煤氣或爐煤氣,或是任何兩種的混合物.

爐煤氣 (producer gas) 有些工業,認爲於有限供給之空氣中燒煤,以構成可燃性的一氧化碳,最爲有利.出產品稱爲爐煤氣,或發生爐煤氣,含有用於燃燒中的空氣的氮,所以燃料的價值低.有時將蒸汽通過熱焦的面上,構成一點水煤氣,使煤氣加强.爐煤氣於剛製備好時,趁熱使用,確是效率最高的燃料氣體.下等的煤及褐炭,都可製造,所以它也是成本低廉的燃料.製造過程的化學,由下列的方程式表明:

$$C+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO+29{,}400\text{卡}$$

$$C+H_2O \longrightarrow CO+H_2-28{,}800\text{卡}$$

發生爐是直立式的爐,爐中盛煤或焦.空氣及蒸汽,藉吸

取法吸入碳的燃燒,發生不少的熱,和水所起的反應所吸收的熱,差不多也有那麼多.蒸汽和空氣的相對體積,須加調整,使所發生的熱,正足維持爲反應所需的溫度.那末,爐煤氣所含的多半是氫、一氧化碳及氮.也含有小量的二氧化碳、氧、水汽、二氧化硫及其他不純物.

焦煤氣 (coal gas) 焦煤氣曾以煉焦之副產品而說明過.工廠若以發生煤氣爲主要目的,過程的細則便略有不同.煤於火坭甑(圖19)中加熱,甑頂是穹形,通常寬26吋,而高16吋,長8—10呎.六隻或九隻甑,用磚砌好,由一個爐加熱,共成一組

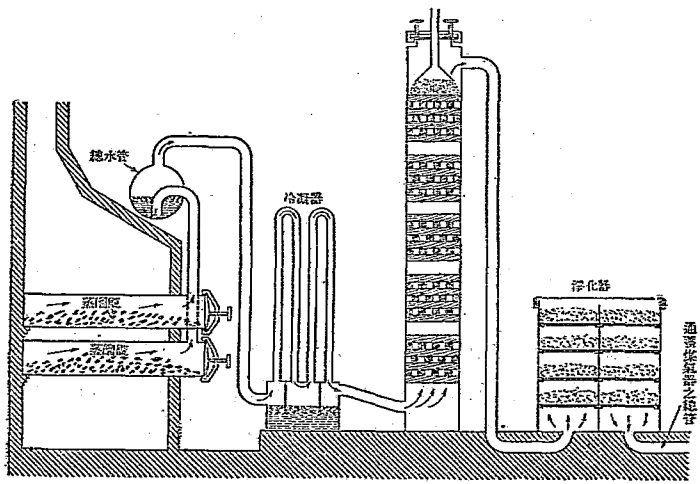


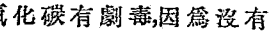
圖 19. 煤 氣 廠

(bench).每甑每四小時加煤一次,每次加四、五百磅.這裏的溫度較低,時間較短,所以煤氣廠的焦煤氣,和副產品焦爐氣,本性雖同而成分則異.焦也不同,比煉焦廠的柔軟得多.可供燃

料及製造水煤氣之用.甑壁積有不少的烟炱或煤氣碳,每次甑中加煤時,便刮下來,可供製造碳電極之用.

甑中之煤氣,經一組的管子,通到洗滌器,這器是裝有木框,焦炭或別種材料的塔,而焦油則在管中冷凝.煤氣由底入塔,水由頂上入塔.煤氣上升時,能和所含的氨,及餘賸的焦油分離.然後將煤氣在淨化器中,和濕的氧化鐵接觸,氧化鐵將硫化氫,二氧化碳及氫氰酸移去,這些氣體反應而成鹽類.有些硫以二硫化碳存在,和氧化鐵不起反應,所以煤氣中的硫,有時難以完全移去.並且,炭床若不常加新炭,有些硫化氫會留在煤氣裏,煤氣燃燒時,便發生二氧化硫.

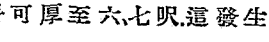
水煤氣 (water gas) 這氣是將蒸汽經過加熱的煤,或焦的形式的碳而成.在這些情形下,水被還原,而碳則一部分被氧化.方程式如下:



$$C+H_2O \longrightarrow CO+H_2$$

一氧化碳和氫都是適宜於做燃料的可燃性氣體,這煤氣的主要缺點,乃是一氧化碳有劇毒,因爲沒有氣味,會遙入室內而人還不能覺察.

水煤氣是由焦在發生器或圓爐中製成,爐徑可大至十一呎六吋,所容燃料可厚至六、七呎.這發生器和碳化器,或用磚頭砌成棋格式的塔相連,而塔則和過熱器相連,這器和碳化器相似,不過較高.將一股的空氣吹過發生器中的焦床,約三、四分鐘之久,直待發生熱火:



$$C+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO+29{,}400\text{卡}$$

所成之一氧化碳,在碳化器或過熱器中燃燒,使磚燒至極熱.於是截住空氣,放入乾的蒸汽(在汽鍋是90磅的壓力),這

和焦起反應:

$$C+H_2O \longrightarrow CO+H_2-28{,}800\text{卡}$$

發生水煤氣,而焦則被冷却,煤氣入碳化器,噴上用磚熱汽化的石油.煤氣再入過熱器,油汽在此分解而成氫,和在大氣溫度是氣態的低分子量的烴.煤氣經過洗滌器中製淨,和焦煤氣相同.

煤氣公司之辦法 美國煤氣公司所售之煤氣,多半爲焦煤氣和水煤氣的混合物;1:3比例的混合物,最爲普通,但比例因地方情形而異.將兩種過程合起來用,煤差不多能完全化爲氣體,焦煤氣的焦卽供製水煤氣所用的燃料.美國的人造煤氣,以煉焦爐煤氣及水煤氣爲最多,焦煤氣及油氣較少.

中國唯一之煤氣公司 中國唯一之煤氣公司,爲上海自來火公司 (The Shanghai Gas Company, Ltd.), 成立於 1862 年,是在香港註冊.所發生的煤氣是焦煤氣,每一千立方呎的價格是二元八角五分,每年共產煤氣九百萬立方公尺,副產品有焦及焦油.

電石氣(乙炔, acetylene) 石灰與焦混合,於電爐中加熱時,發生下列的反應:

$$CaO+3C \longrightarrow CaC_2+CO$$

碳化鈣(calcium carbide, CaC_2, 俗稱電石)乃堅硬灰色,多孔之物質,和水反應而成不飽烴的乙炔,其方程式如下:

$$CaC_2+2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2+C_2H_2$$

因爲碳化鈣是焦和石灰同在電爐上加熱而成,這是間接利用煤的方法,所以是比煤貴得多的燃料.因此,它的功用不全靠所產生的熱.

電石氣燃燒時,發出極白之焰,光譜與日光彷彿,所以是有價值的發光物.從前美國沒有別種氣體可用之處,電石氣用得頗廣,用以燃點屋內的燈時,在屋外裝設特別發生器,裏面儲碳化鈣,將水滴於碳化鈣上.這氣雖無氣味,却含有臭惡的不純物(氨,硫化氫,膦),因爲這一點及易於爆炸的關係,發生器以設在屋外爲宜.固體的碳化鈣,運輸起來,容易而安全,製備電石氣,也頗簡單.脚踏車,馬車,黃包車及從前的汽車,用這氣點燈時,是將固體的碳化鈣貯於容器中,要用氣時,將水滴於碳化鈣上,這氣便發生出來.除發生光外,電石氣的主要用途是產生高熱.在特別的燃燒器中和氧同燃燒時,發生强烈的熱焰,溫度約 3500°C.,可用以割切鋼板,鍛接鐵,鋼,紫銅,黃銅及青銅,俗稱電銲.用於氧炔焰及輕便燈中的電石氣,是貯於圓筒出售,在筒中以十個大氣壓的壓力溶於醋酮,在這壓力

氣體燃料之代表的分析

	自然氣	水煤氣	煉煤氣	焦煤氣	油氣
二氧化碳	0.25%	3.3%	4.0%	1.2%	2.62%
發光質*	——	11.7%	——	4.4%	7.01%
氧	0.29%	0.5%	0.5%	1.1%	0.16%
一氧化碳	0.53%	30.7%	27.0%	6.6%	9.21%
甲烷	93.36%	16.3%	3.0%	37.9%	34.64%
氫	1.76%	34.0%	10.0%	42.2%	39.78%
氮	3.28%	3.0%	55.5%	6.6%	6.58%
乙烯	0.28%	——	——	——	——
硫化氫	0.18%	——	——	——	——

*發光質是燃燒而生光焰的烴,除甲烷外,一切的烴都是發光質.水煤氣中加有這些烴在內.

下,圓筒能容一百倍容積的這氣.電石氣約在兩個大氣壓的壓力下,便會爆炸,所以不可單獨地受壓.在常壓溫度達780°C.時,也會爆炸;和空氣混合時,於480°C.即能爆炸.以2.5—7%以內的任何比例的電石氣,和空氣混合,構成一種爆炸性混合物.

石油燃料

油氣(oil gas) 美國太平洋岸及其他數處地方,粗石油頗爲便宜,用熱解法變爲發光氣體,這熱解和水煤氣廠的過熱器中所發生的相似.

柴油 (fuel oil) 柴油的名稱,是用以泛指某數級的石油.美國中部的石油精煉中,柴油乃是比重約爲32.5°Bé.的油,恰高於輕潤滑油.加利福尼亞柴油的比重約爲17°Bé., 閃點150°F., 含有瀝青30%.美國柴油多半爲美國西部各鐵路所消費,不過輪船及內燃機所消費的量,年有增加,海洋巨舶用柴油做燃料的,增加尤速.中國所輸入的柴油,原分蘇拉油(solar oil)及狄賽爾油(Diesel oil)兩種,二十三年因爲中國將蘇拉油的進口稅加至九十元一噸,連油價八十元,每噸須一百七十元,價格太貴.所以煤油公司特提煉一種特別蘇拉油,以爲補救,這油比重高於蘇拉油,燃燒也較耗費,但因便利得多,人多改用這油.

柴油不久必將取代汽油的地位,因爲狄賽爾發動機將引起新的動力時代.數十年來,有訓練的工程師,多會預料狄賽爾時代的來臨.狄賽爾發動機,是德國狄賽爾博士(Dr. Rudolf Diesel)所發明,這種發動機,氣化器及着火系統都沒有,所以構造比汽油發動機簡單.燃燒的是重的柴油,着火需要高

熱,所以較爲安全;消費的燃料爲量較少,價格較廉,所以較爲經濟,並且效率較高.在不久以前,歐洲有一家狄賽爾機製造廠,造成發動機效率的世界紀錄,有一隻船,用這發動機發出五千五百馬力,有百分之四十一的效率,蒸汽輪機的,祇有百分之二十五,汽油發動機的,祇有百分之二十,而機車的只有百分之六.狄賽爾機既有這些優點,何以推行得如此地慢呢?要答覆這問題,須略一檢閱這革命的發動機的手續.試用手氣筒向輪胎打氣,數分鐘後,氣筒幾乎熱得不可握執,壓榨空氣能發生熱,乃是狄賽爾機的基礎.活塞升起時,將機筒中的空氣壓縮至每方吋五百乃至一千磅的壓力,這使溫度升至華氏一千度,於這點時,汽化的燃料油噴入過熱的空中,油便着火,與尋常發動機中電花由電花插頭跳過時,汽油汽的着火相同.燃燒所產生的氣體的體積,將活塞推下,狄賽爾機機筒中的壓力,比汽油機的大無限倍,筒壁必須較爲厚重,這是第一種阻礙.狄賽爾機每馬力的重量,大於汽油機的,可是熱煉金屬及新合金之應用,已打破這難關.第二缺點是狄賽爾機較難開動.將活塞推上壓縮空氣以備第一次爆炸,需要較大的氣力,可是這種發動機無論冬季或夏季開動,都是一樣的容易.其他的困難——沒有不能解決的——是狄賽爾機發動起來,不及汽油機的平穩及柔順.這些現由好些專家研究.戰勝這些缺點,祇是時間問題.狄賽爾機近年在歐美有突飛的發展,汽車、輪船、農墾機器、灌溉機器、電燈廠,以及飛艇、飛機,莫不逐漸採用.此種發動機,在燃料上,節省不少,將來各國政府或會增高柴油的稅,但燃用這油還是較爲經濟.狄賽爾機在航空中的優點,頗爲顯明,減輕燃料的負担,移去起火的

災害,及袪除化汽器及着火系統發生障礙的危險.風傳有人發明一種秘密光線,能藉擾亂飛機的着火系統而使其降落,這更促使人們注意裝設狄賽爾機的飛機.法國近曾懸賞一百萬佛郎,徵求能適應驅逐機的需要的狄賽爾機.狄賽爾機既有如此的前途,那麼柴油必將日益重要了.

火油(kerosene) 這級石油乃一種發光油.含有壬烷(nonane),癸烷(undecane),及其他分子量大約相同的烴,比重44—48.5° Bé.,着火試驗150—175° F.現在美國雖漸用爲燃料,主要的功用却是發光,所以也稱燈油.家庭用的火油爐,有用燈芯及不用燈芯的二種,但若裝設特別燈頭,則任何爐中都可燃燒.這油不大需要照料,但它的相對的經濟,依各地的煤價而定.中國所消費的火油,爲美孚,亞細亞,德士古及光華四家所支配,光華火油是蘇俄所產.火油都分兩級,低級的燃點時,多發黑烟.

中國之石油 中國石油地質,現正在調查研究中,儲藏量的估計,須待調查明瞭之後.重要區域,是陝西西部,幾占全國的大半.甘肅以及新疆,都有油田.四川盆地中,油田似乎很廣,現在自流井一帶產出較富.民國三年至五年,美孚公司曾鑽探陝西,並調查四川各油田.美國地質調查所大約根據這項結果,於民國九年發表:中國儲油量爲1,375百萬桶,其區域大約包括陝,川,甘,新等省.遼寧撫順的頁岩油,約計深三千尺,當含油1,899百萬桶,所以中國的儲油量共達3,274百萬桶.此外,黑龍江滿洲里瀝青礦,約含油十餘萬桶.產含油頁岩的省分,有熱河,察哈爾,陝西,四川及廣東;貴州的龍里,在石灰岩中,也發見石油.

陝西延長有石油官礦,現在有兩口油井,每日產油不過五百斤.政府派員在陝北鑽探油礦,成績還有希望,現仍在繼續工作之中.四川鹽井附產微量油質,以自流井一帶爲主,每日僅有一、二十斤.甘肅新疆僅有居民零星掏取.撫順煉油廠是南滿鐵道所經營的,自民國十七年以日金九百萬元興工,十八年底竣工.共有乾餾爐八十座,每天需要頁岩五千噸,每年可以產油七萬五千噸.撫順煤礦產含油質岩極爲豐富,平均含油5.5%.煉焦副產油有河北井陘煤礦煉焦廠,遼寧的鞍山鐵礦,及本溪湖煤礦公司.

全國經濟委員會爲解決汽車燃料問題起見,曾派員調查長興及四川油苗.建設委員會也研究採取石油的問題.國立北平研究院地質研究所和實業部地質調查所合作,詳測四川赤盆地中所含的石油礦產,以作大規模探勘之預備.又該院的化學研究所,曾舉行井陘汽油用途之試驗,已有結果.

用氫化法由煤中提油,尚未實行.現正由北平研究院及北平地質調查所沁園燃料研究室繼續研究,用大同煤試驗,已得到良好成績.對於油頁岩及陝西油田,也在調查研究之中.實業部中央工業試驗所,現也在試驗用油頁岩煉油.油頁岩煉油雖可在實驗室中試驗,但如果要爲有利的生產,需要二千萬元的資本,設廠經營才行.

汽油 (gasoline) 近年以來,因內燃機數量之增加,對於適宜的燃料,需要頗大.這需要是由汽油來供給,雖則苯、甲苯、酒精也略被用爲發動機的燃料.汽油還有 benzine、motor spirit 及 petrol 等英文名稱,中文名稱,還有揮發油、電油及軋司林.這油是指比重50—90°Bé.的石油,供汽車用的汽油,比重在

56—74°Bé 之間.自發動機改良,燃料的需要增加後,汽油的平均比重,便年見低降.飛機所用的汽油,是更加精煉,且比重更輕的汽油,特稱航空汽油.這類汽油又分三種.據二十四年九月南京的汽油價,每五加倫聽的汽油,八元七角,航空汽油,自十二元六角至十四元五角不等.

汽油之功用,幾全限於爲內燃機之燃料,汽油揮發迅速,燃燒熱高,所以特別適合於這項用途.汽車,飛機,機器車及摩托船的數量,日見增加,而汽油的供應,則增加較慢,結果價格漸漲,而不是落到可以經濟地供給家庭或一般動力用途的水平面.汽油可用爲轉動小發電機的動力.美國農場現多裝設這種機器,而不用電石氣.除電燈的優點以外,汽油機自天可用以轉動各種機器.

其他燃料 有好些別種物質,曾被試爲發動機燃料,但都沒有顯著的成功.在歐洲,汽油較貴,且必須由別處輸入,所以科學家更努力於發明汽油的代替品,試過了多種的配合物.苯和酒精,甲醇,或醋酮混合,成績最好.發動機用苯轉動,較用汽油爲平穩,但這混合物的力較小.還有,苯的供給是爲煤的供給,或更是爲焦業範圍所限制.一噸的煤,約產二加倫半的苯,這烴因是幾種製造品的原料,所以大概不能成爲重要的發動機燃料.苯和汽油的烴,大約是唯一的適用的烴,即使能由熱解而得較高級的烴,可能的供給,也不會十分大.

除烴以外,一切其他適宜之液體燃料,皆含有氧.醇類,醚類及酮類,最爲豐富,但所含的能,則幾乎不及汽油之半.可是這些多半是植物出產品,所以可能的供給,是毫無限制的.它們現在都比汽油貴得多,但若大規模地生產,且有消納的市

場,價格或可大減.有小量的酒精,以"固體酒精"出售,專供小火酒爐之用.這是一種將硬脂酸鈉,或相似的肥皂,溶解於熱酒精而成的酒精.膠體溶液冷却而凝結,和動物膠在水中凝結一般,透明堅硬,市上稱爲"火精".廣西曾試用一半汽油加一半酒精做汽車燃料.湖南工業試驗所研究酒精代汽油,行駛汽車,已歷二年,關於變性酒精之配製,酒精侵蝕金屬之測驗,及酒精車化油器之設計,都有相當成績,現施行長期載重試驗.法,義兩國,已施行酒精混合使用强制法,以廣用酒精代替汽油.日本高橋藏相,也曾計畫漸行這法,預計每年可減省汽油消費量十分之一,卽現在每年約用六百萬石,其中之一成,卽六十萬石,可用酒精代替.植物油類所蘊藏的能,幾乎和煙相等,但因可做食物,可製肥皂,以致價格頗貴.這類油的揮發性過低,不能用於現式的汽化器中,但那困難或能爲工程師所克服,這些油便可用爲發動機的燃料了.

自動交通工具之將來,不易預矚.我國各省市汽車輛數據經濟委員會報告(二十三年一月一日),共計五萬輛,比起歐、美、日本來未免相形見絀.所幸我國公路近年進展甚速,全國經濟委員會設公路處,設法調整,輔助經費,中區八省,已有聯絡系統,西北幹路,卽可完成.公路旣多,汽車亦將隨之增加.孫中山先生實業計畫關於行動工業部分,主張建造大路,製造汽車,還要供給廉價燃料,否則人民不能利用.所以發展汽車工業之後,卽須開發中國所有之煤油礦.中國的商業航空,發軔於民國十八年.據民國二十四年的調查,全國共有民用航空公司三家,中國航空公司成立於民國十八年,共有飛機十九架,六年以來,乘客人數共一萬六千人,所用的飛機汽油是

美孚及德士古出品.歐亞航空公司成立於十九年,共有飛機七架,所用的飛機汽油是亞細亞出品.西南航空公司成立於二十三年,共有飛機五架.政府的軍用飛機,以及各長官的自備飛機,不易調查,從略.民國二十三年,我們輸入汽油,共一萬五千升,價值約一千萬金單位,中以荷屬印度爲最多,美國次之.美國地質調查所曾於1917年春間估計,美國未採的石油,共七十六萬二千九百萬桶.生產的速率即不增加,這油將於1931年採完.今年1936年,1931年已過了五年,美國石油雖然並未採完,可是自動交通工具的消費,顯然將大超過現在的生產率,發動機燃料上,不久將會發生新問題的.

練習與實驗

1.元素之相對的重要性

(a)根據最近之來源,將所有的元素及其符號,列一個表.

(b)將你所見過的一切成游離態的元素的符號,列一個表.請教員將任何別種可得的元素的樣品,取出來看.試將你現在所熟悉的元素之百分數算出.

(c)試將實驗室,美術或工業中所用之任何化合物(各化合物的元素,不可重複)的公式,列爲一表.構成你所知爲有用的化合物的,占總數百分之幾.

(1)何種金屬,你認爲在我們現代文化中,是不可缺少的? (2)何種非金屬也爲不能缺少的? (3)何種元素似乎僅是珍奇之物? (4)一種稀有元素,於變成重要以前,應當有甚麼條件?

2.結晶

(a)溶解明礬15克於80°C.的熱水50c.c.中.取試管兩隻,每管各倒入這熱溶液10c.c.將一管放於一隻500c.c.燒杯的熱水中,直待冷却,另一管則放在流水下冷却.試將結成的兩種晶體,加以比較.

賸下的30c.c.溶液中,加以等量的水,加熱直到固體完全溶解.冷到室溫,用乾紙及漏斗濾過,以移去已被分離的晶體(若用濕紙,溶液會被沖淡,因而不會飽和).取明礬一小塊,用線掛於溶液中,靜置幾天.結果如何?結晶所需的時間,如何影響晶體的大小?混合數種溶液而成的沉澱物,是大晶體還是小晶體?何以如此?試沉澱二、三種物質,以證實這些答案.方程

式如何?在混合溶液以前,先將計畫向教員請問.

(1)雪花是否晶體? (2)雪花在甚麼條件之下是大的? (3)在甚麼條件之下是小的? (4)果膏中所結的糖晶,何以有時還比所用的糖的晶體爲大?

(b)溶解氯化鉀 4 克及硝酸鈉 6 克於沸水 8c.c. 中,濾清.滴幾滴於顯微鏡載片上,不時用複顯微鏡的低倍鏡頭檢查,直待完全蒸發.可看出幾種晶體?它們是何物?將每種可能性的溶液,單獨地比較,以證實這些結論.

3. 催化

(a)放氯酸鉀 2 克於碟中,或坩堝中,在低焰上加熱熔解.移去火焰,趁氯酸鉀還是液體時,用括子挑些二氧化錳,撒在裏面.結果如何?取燒着的小木一片,放在碟裏,但不可和氯酸鉀接觸.結果如何?方程式如何?

(b)取試管四隻,每管各倒入過氧化氫至半吋深.第一隻管裏,加些微的二氧化錳.將管搖動,逸出的氣體,用燃着的火柴試驗.結果如何?方程式如何?反應停止後,將其濾清,賸餘物用水洗淨,加以檢查.有沒有甚麼變化的證據?將每隻別的玻管照樣試驗——一管用鎳粉,一管用過氧化銀,又一管則盛壓碎的草葉,花苞及別種活的植物纖維.結果如何?

(1)每種物質如何影響過氧化氫液溶? (2)過氧化氫放於破口的瘡傷上,何以會發生沸騰? (3)放出甚麼氣體? (4)過氧化氫中含有甚麼外物(見瓶上標籤)? (5)每種的這些物質的存在,你看是爲了甚麼原因?

4. 能

(a)加食鹽溶液於硝酸銀溶液,以製備氯化銀.將液體輕

輕倒去,由沉澱物取出一小部分,放置暗處.再取一小部分,置於漫射光裏,其餘的則顯露於直接日光.每數分鐘檢查它們的氣味及顏色一次,直到大起變化.將三種樣品,加以比較.方程式如何?

將顯露於直接日光的一份,再分兩份.一份放於暗處,是否繼續變化?光在這反應中,有何作用?這反應是放熱的,還是收熱的?

(b)取二氧化鉛(PbO_2)1克,放入乾試管中加熱.將發生的氣體,用點着的火柴試驗.若得着氧,便停止加熱,重新試驗.停止加熱後,是否繼續反應?反應是因何而起的?方程式如何?

(c)量稀硫酸50c.c.,用小燒杯二隻均分兩份.每杯加水25 c.c.,混合均勻.取大約2×0.5吋的鋅皮兩片,將一片浸於一杯水裏.試觀察並記錄反應時的溫度作用.方程式如何?

將別一杯酸與鋅片,和一片銅及一點金屬線,做一簡單電池,和伏特計,或安培計連接起來.結果如何?方程式如何?照樣觀察溫度.試將一切結果,完全說明.

試述下列各能之性質及來源: (1)樹木當嚴寒時,會自爆裂. (2)盛釀母瓶塞的噴出. (3)樹汁升到樹頂. (4)夜明錶錶面的發光. (5)地氈的褪色. (6)扳開火機所費的能,在鎗彈的行動中所占的地位.

5.熱化學　試列舉工業中或家庭中常見的十種反應,把它分爲放熱的及收熱的兩類.方程式如何?

6.電解去銀垢法　取小燒杯一隻,杯之內底,用鋅蓋住,倒入半杯的蒸餾水,加熱至沸.用石蕊試紙試驗.如果水不是中性的,將水倒去,再換一份.在熱水(80—90°C.)中,加食鹽及酸

性碳酸鈉各 1 克.兩種鹽都溶解後,取一枚有污垢的銀幣,或別種銀件,丟入溶液.溫度須維持在80°C.以上.污垢是否已除去了?再將銀件用硫化氫弄污,重新做去污的過程.現在用鋁代鋅,那一種較佳?將最後的試驗重做,但兩種金屬不可接觸.試說明其反應,並將方程式寫出.

試計劃一組你認爲或較上述的更佳之金屬及溶質.試驗以前,先向教員請教.再計劃一組你認爲沒有用的.交教員審查後,再去試驗.

7.**電鍍** 取400 c.c.燒杯一隻,盛蒸餾水 200 c.c.,於其中溶解硫酸鎳銨10克,加氫氧化銨5 c.c.割取五吋長半吋寬的銅片,或黃銅片兩塊,放於一杯稀硝酸(0.5N)裏.將兩隻電池,或別種低電壓的電源,和一隻安培計串聯起來,再用金屬線將兩片銅連接電路的兩極.浸於溶液裏數分鐘.將兩銅片間的距離分開,使安培計上記着0.2—0.3安培.銅片可用普通夾子和金屬線夾在一起.試說明每一步驟的目的.

8.**照相化學** 溶解檸檬酸鐵銨10克於水 100 c.c.中.取白色圖畫紙一張,浸於這溶液裏,提出淋乾.另用小紙數張,照樣製備.放一張的這種紙於直接日光中,上面放數件不透光的物件.配製50%的鐵氰化鉀溶液 100c.c.紙露於日光十分或十五分鐘後,浸於鐵氰化鉀溶液中,放在流水下淋洗.再用電燈,以長短不一的時間試驗.在各紙上標明,夾在實驗室筆記簿裏.試說明這過程的化學,並解釋所得的各種結果之所以不同.

9.**光對於溴化銀之作用** 溶解溴化鉀 1 克於水5 c.c.中,加稀硝酸銀液10 c.c.,混合後濾清.沉澱物分爲兩份,一份

放於暗處,一份放在日光下.配製 20c.c. 中含有硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3$) 5克的溶液一份.溴化銀露光半小時後,試將兩份各溶解於硫代硫酸鈉溶液中.方程式如何?

10.甲烷之製備　取溶解之醋酸鈉及鈉石灰各 5 克,在研鉢中研勻.將混合物移入裝有導管及單孔瓶塞的大試管中.試管用夾子夾在鐵環台上,用直接火焰加熱.在水上用試管或廣口瓶,將氣體捕集.用燃着的木片試驗.它是燃燒,還是維持燃燒?加溴一滴於一瓶的這氣體裏,蓋上玻片.數分鐘後,拿幾張濕石蕊試紙,放在瓶口試驗.方程式如何?

11.三個烴屬活動之比較　取試管三隻,一盛汽油*或火油 2 c.c.,一盛苯 2 c.c.,一盛松節油 2 c.c.,每管各加溴一滴,將管搖動,使試劑混合.結果如何?方程式如何?再加溴,每次只加一滴,並檢查每次的結果.將似乎發生的氣體,用濕石蕊試紙試驗.

(1)松節油之主要成分是何物質? (2)有甚麼別種重要的烴,和苯相似? (3)乙炔在本實驗中,會如何反應? (4)汽油怎樣和火油,凡士林及石蠟不同? (5)何以汽油及火油,都有氣味,而凡士林及石蠟,則都沒有?

12.氫氯化一稀蒎 (pinene hydrochloride) 或人造樟腦之製備　量松節油 25 c.c.,移入小錐形瓶中.通一股的乾氯化氫於松節油瓶裏,瓶一部分浸於冰水杯中,或流動的自來水

---

* 汽油與火油,都含有些乙烯屬(ethylene)烴,油用於本實驗中以前,須先將這些烴除去.可將油及濃硫酸,在分液漏斗中攪和,將酸分出,油則用氫氧化鈉洗一次,用蒸餾水洗兩次.然後須再和無水碳酸鈉搖攪,使其乾燥.

中,使其冷却,瓶口若塞棉花,並將混合物攪動,則吸收略爲加快.

氯化氫之氣流,可由發生器供給.這器是一隻盛氣體的瓶,附有導管及滴液漏斗的雙口瓶塞.滴液漏斗盛濃硫酸而瓶中則盛食鹽50克.漏斗的管塞可以調整,使酸緩慢地且有規則地滴在鹽上.

氯化氫吸收到不能再吸收(一小時以上)後,在Buchner氏細孔漏斗上用吸收法將沉澱物濾出.方程式如何?有甚麼氣味?試指明這物質變成樟腦所需的反應.

13.醇類與酚類之比較　取試管二隻,一隻量入戊醇1c.c.,一隻稱入醇1克.每管各加水5c.c.,好好地搖動.結果如何?每份各用石蕊試紙試驗.現在每管再加10 c.c.的氫氧化鈉溶液5c.c.,再行搖動.結果如何?溶解酚數粒於水10 c.c.中.由這溶液取出5c.c.,加氯化鈉的稀(約2%)溶液數滴,再加溴水數滴.這些試驗,各用戊醇2c.c.重新做過.

(1)酚的醫藥的製劑,是甚麼名稱? (2)醇及酚的化學成分,有何不同? (3)試於兩類中,各舉出兩種別的化合物.

14.有機酸之性質　試將下列之四種酸類,照注明的濃度配成溶液:安息香酸,水100 c.c.中加0.3克;將6N醋酸2c.c.,沖淡至120 c.c.;酒石酸,水100 c.c.中加0.84克;檸檬酸,水100 c.c.中加0.7克.試嘗每種溶液的味道,用攪棒蘸,以免嘗得太多.每種溶液應當用標籤註明.將它們依味道的順序列表.四種酸液,各取出5 c.c.,各倒入一隻試管中,並各加鎂帶一小片.結果如何?方程式如何?將它們依活動的順序列表.將管洗淨,每管再裝入5 c.c.,每管各加甲基橙一滴.將各酸依顏色的色彩列

表.你的這三系是否相當?

(1)所用的每種酸是甚麼當量? (2)那種酸存在於自然界中,並於何處存在? (3)氯化氫何以不能做酯? (4)你知道不知道由這實驗所表明的任何酸性碳酸鈉的家庭應用? (5)存在於自然界的酸類,有那幾種一般的特性?

15.數種尋常之酯

(a)取戊酯及醋酐各1 c.c.,在試管中混合.用攪棒蘸入痕跡的濃硫酸,有沒有反應?管的溫度有沒有變化?如果沒有變化,加微溫數分鐘.方程式如何?加 2 %的氫氧化鈉,加到和石蕊相遇,恰顯鹼性.再將兩層分離,用水將酯洗兩次.氣味如何?味道如何?這酯有甚麼功用?

(b)水楊酸甲酯(冬綠油)之製備　盛水楊酸14克於小燒瓶中,加甲醇 20 c.c.,再慢慢地攪入濃硫酸3 c.c.將瓶和逆流冷凝管連接,在重湯鍋上加熱約二小時.二小時後,用水20c.c.沖淡,這時的液,應化爲兩層.在分液漏斗中分離.將酯倒入燒杯,和碳酸鈉的稀溶液混合,直到變成鹼性.將鹼性液輕輕倒出,油則和加過氧化氫一滴的水20c.c.混合.移入分液漏斗,用兩份10 c.c.的水洗淨.第一次洗的水,若不帶微酸性,便會構成有妨害的乳劑.將油分入試管,加無水碳酸鈉 1 克,使油乾燥.油也可以再行蒸餾,使其純淨.沸點 222°C.注意氣味及味道.

(1)將這酯的結構公式寫出. (2)它在商業上有沒有製造過? (3)有甚麼功用? (4)可用甚麼別種方法製備? (5)商業製備,那一種最爲經濟? (6)何以需碳酸鈉及水洗淨?

16.醛類與酮類

(a)量甲醇 5c.c. 於一隻50c.c.燒杯裏.取細鉑線一段,繞在

火柴棒上,做一只緊密的彈簧.將這彈簧連接一段銅線,線頭略彎,可以鈎在杯邊,並且吊着鉑彈簧,使其正觸醇面.將彈簧燒至鮮紅色,吊在杯裏,它應當繼續發生輝光.靜置半小時.將氣搧到杯邊,留心地嗅(容易起火).試驗液中是否含醛,可加數滴於酸性亞硫酸鈉的飽和溶液中.加 1 c.c. 於混合的斐林(Fehling) 試液 10c.c. 中,將試管放在一燒杯沸水中,加熱十五分鐘.方程式如何?

(b)將(a)重新試驗,不過改用乙醇.

(c)取醋酸鈣 10 克,在試管中加熱.試管以水平式夾住,並裝有管塞,及長十八吋曲爲約莫 120° 角度的玻璃導管.導管的末端,應插入一隻敞着的試管中,這試管一部分浸於一杯冷水裏.加熱至再沒有液體蒸發.方程式如何?試將液體,依(a)中的試驗,及下述的方法試驗:用試管盛 1 c.c. 加 2% 的氫氧化鈉 5 c.c.,及溶解於碘化鉀的碘數滴.將溶液加熱.方程式如何?有甚麼別種化合物,能起這反應?沉澱物是甚麼物質?有何功用?

17.胺與苯胺(阿尼林)之製法及性質

(a)取硝基苯 15 克,倒入能容一升的燒瓶中,加錫粒 30 克.取瓶塞一只,裝上逆流空氣冷凝管,塞入瓶口.加濃鹽酸 80 c.c.,每次加 10c.c.,並將瓶搖動.反應若變劇烈,可將瓶放在流水下冷却,直待安靜地沸騰.酸完全加完後(約半小時),將瓶放在重湯鍋上,留心地加熱.反應若因冷却太過而減慢過甚,加熱時會變劇烈的.將混合物加熱一小時以上,或等到沒有硝基苯的氣味.還原完成時,將瓶冷却,加水 100 c.c.,加石灰 30 克,不絕地搖動,再加適量的 50% 氫氧化鈉溶液,使混合物變成極強

的鹼性.用蒸汽蒸餾,直蒸到蒸餾物變爲澄明.將蒸餾物移於分液漏斗,用三份 20 c.c. 的氯仿或四氯化碳浸漬溶液在無水碳酸鈉上吸水,將其蒸餾.阿尼林的沸點是183°C.

(b)加阿尼林一滴於漂白粉溶液中,結果如何?

(c)滴硫酸數滴於蒸發皿中,於其中溶解阿尼林一滴.混合均勻,加重鉻酸鉀(potassium dichromate)溶液數滴.結果如何?

(d)試管中盛阿尼林1 c.c.,加乙酐3 c.c.,加熱至沸.靜置五至十分鐘,再將溶液倒入冷水 25 c.c. 中,攪動使勻.水可輕輕地倒出或濾去.將晶體溶解於沸水40 c.c.中,再行濾清.將濾液靜置,直待冷却.晶體可藉吸取法濾出.讓它乾燥,記錄熔點,這熔點應當是 112°C. 出產品是甚麼?有何功用?

18.酵素

(a)搜集唾液3—4 c.c.這液含有何種酵素?取1 c.c.和斐林試液10 c.c.煮五分鐘,結果如何?配 2 % 的澱粉膠體液一份,取5c.c.和斐林試液20c.c.同煮.其餘的唾液,加澱粉 50 c.c.,共放入溫度 30°C. 的燒瓶中,燒瓶則浸於一杯溫度相同的水裏.不時加添熱水,使溫度維持於 35—40°C.,至一小時之久.現在取這溶液5 c.c.,用斐林溶液試驗,結果如何?試將其解釋明白.

(b)重新試驗,用胃液素代替唾液.胃液素的來源是甚麼?這些試驗,每次約用0.1克.

(c)加6N鹽酸2c.c.於蒸餾水100 c.c.中,再極緩慢地攪入乾酪素 4 克,做成乾酪素膠體液.溶液如不澄明,將它濾清,補足100 c.c.,混合均勻.用 25 c.c.移液管一隻,移三份樣液於三隻錐形燒瓶中.第一瓶加胃液素0.1克,和(a)中的一樣,讓它於30°C.靜置一小時;第二份加標準氫氧化鈉溶液,直到開始沉澱,將

體積準確地紀錄下來,再加胰酵素0.1克,於30°C.靜置一小時;第三份加酚酞溶液二、三滴,用標準(0.1N)鹼液滴定,記錄結果.一小時後,加酚酞於另兩隻瓶裏,將它們滴定.結果如何?酵素對於乾酪素有何作用?這些物質有甚麼自然的機能?

19.脂肪類與蠟類之研究

(a)可溶性　試驗蓖麻油、玉蜀黍油、棉籽油及牛脂在酒精、苯、四氯化碳、氯仿、醚(用醚時,距離火焰,不得在十呎以內)、火油及水中之可溶性.每次的溶劑,都用2c.c.,油須一滴一滴地加入,並且不絕地搖動.

(b)熔點　取玻管一根,燒熱拉長,做成三根毛細管.用鋒刀將毛細管截斷.取牛羊脂少許,放於蒸發皿裏,在熱水上熔解.將熔脂留心地吸入毛細管,停一會兒,等它凝固.將管外拭淨,一頭放於焰中熔解封固.現在將毛細管在距離封固的一頭三、四吋處截斷.再用石蠟及蜂蠟照樣地做.三管都插於冷水中,不要讓水進管,靜置一小時以上.

將一管連接溫度計,都放於一杯冷水裏.將水極緩慢地加熱,直到脂肪或蠟熔解,這可看管變成透明而知.其餘兩種的熔點,也照樣記錄下來.

(c)皂化值(鹼化價)　這是皂化一克的脂肪或蠟,所需氫氧化鉀的毫克數.要測定這值,可稱準脂肪4-5克,放在250c.c.的錐形燒瓶裏.用滴定管準確地加入每升含有40克的氫氧化鉀的醇溶液50 c.c.,連接一隻逆流冷凝管,煮到脂肪完全皂化,這需三十分至一小時的時間.再於同樣的燒瓶中,在逆流冷凝管下,將氫氧化鉀溶液50 c.c.單獨地加熱,時間相同.將兩燒瓶冷却,各用標準(0.5N)鹽酸滴定.試由兩次滴定的差

別,計算皂化值.如果時間容許,試將(b)項中所用的每種物質,都照樣測定.這數字所測量的是脂肪的甚麼性質?有何價值?試將所得的結果,與所用脂肪的公認的值,兩相比較.

(d)比溫反應　油或脂肪,與濃硫酸混合時,混合物因爲酸與存在的不飽和酸根化合而發生熱,結果溫度的增高與不飽和的程度,成正比例.發生的熱的量,既依實驗的情形而定,那末,將增高的溫度,與水在同一情形下增高的溫度比較,可得最良好的結果.

取 150 c.c. 燒杯一隻,用紙包上幾層,放在較大的燒杯裏.所用的紙,應當略多,以免外杯於實驗時變熱.將水,脂肪酸及儀器,聚於無風的地方,使它們的溫度完全相等.量水50 c.c.於燒杯裏,用感量0.2°C. 的溫度計,測量溫度.由滴定管慢慢加濃硫酸10c.c.,用溫度計留心地不絕攪動.將達到的最高溫度,記錄下來.燒杯立刻倒空乾燥,重新用棉籽油或別種油50克試驗.將油所增加的溫度,用 100 乘,再用水所增加的溫度來除.何種脂肪應有高值?何種應有低值?

20.牛乳之檢查

(a)比重　取潔淨而乾燥之比重計(比重浮秤)瓶一隻,及兼作重液體比重計用之驗乳計一隻.瓶如果要洗淨,須於臨用以前淋乾.將待試的混合好的樣乳,裝滿半瓶.如果乳精已略分離,樣乳須在兩隻容器中倒來倒去,至八,九次之多.容器必須清潔.試驗時牛乳的溫度,應爲 50—65°F.(10—18°C.). 如果高過這數,可放於流水下冷却.將比重計留心地插入瓶中,等到不動,且與瓶邊不相接觸時,記錄讀數.移去比重計,計上的乳須滴回瓶中,再用驗乳計代試.這兩種計必須小心插入,因

爲如果讓其落入,會墜着瓶底而致破碎.將這些結果,與法定標準及牛乳中的尋常變更,互相比較.值高是指甚麼?值低是指甚麼?這是牛乳檢查員所常做的初步試驗.

(b)**脂肪之測定Babcock法** 量溫度在14°C.至18°C.(約57—64°F.)間之牛乳17.6c.c.,倒入試管.加比重1.82的硫酸17.5c.c.(商品濃硫酸的濃度,多半適宜),酸須沿瓶邊流下,免與牛乳混合.各瓶都已加酸,準備開始搖動後,即將乳及酸迅速地且均勻地搖動,直待乳塊溶解,液體達到永久而均勻的顏色.再將雙數的瓶,放在搖乳機中相對向的槽中,以每分鐘 800—1200 轉的速率旋轉,速率依帶瓶的輪盤的直徑而定.轉了五分鐘後,加熱水直到瓶肩,轉兩分鐘,再加熱水,將達瓶頸的刻度,轉兩分鐘.現在刻度的瓶頸中液體的高度,就表明脂肪的百分數.

附註 · 刻度瓶頸的容積,由0到10是2c.c.取以測定的牛乳17.6c.c.,是假定比較熱的乳油脂肪2c.c.,重到十倍.最後的讀數,必須趁脂肪還熱時記錄下來,這層頗爲重要.記錄這些讀數時,脂肪必會收縮,不能避免,所以習慣上是由底下讀到上面彎月面的頂上.結果多半與重量測量法所得的結果,相差不出0.2%,脂肪柱應當全部爲澄明的黃色.所用的酸,如果太弱,脂肪柱的下段,會發生未溶解的乾酪素的層;酸若過强,則會將脂肪燒焦.

(c)**防腐劑** 牛乳之防腐劑,多半爲蟻醛.它可藉下法檢出:取牛乳2—3 c.c.盛於試管裏,用等量的水沖淡,加含有痕跡的鐵鹽的濃的商品硫酸或純硫酸 3—5 c.c.,加時留心,不要將各層混合.如果含有蟻醛,兩液的接觸處就發生紫環.牛乳會被硫酸燒焦,所以難確定試驗的易感性.如果牛乳是新鮮

的,而且試驗距加防腐劑不久,則牛乳中雖僅含有十萬分之一的蟻醛,也能檢出.

牛乳不含蟻醛的話,可用玻棒蘸點蟻醛溶液,將如上所試驗的一部分牛乳攪動,移去玻棒,重用硫酸試驗.

(d)固體總量　取平底之鉛製乳碟一隻,稱其重量,準確到一毫克.用移液管移牛乳 5 c.c.於碟中,速即再稱.放在重湯鍋上蒸乾,然後將碟移到100°C.的爐上,加熱一小時.放於收濕器中冷却,速即再稱,因爲乳的固體是收濕的.試計算牛乳中固體總量的百分數.

21.乳油與其他脂肪之 Reichert-Meissl 數　此數乃所含揮發性脂肪酸類之量度;它是中和脂肪 5 克中所含的這些酸類所需的0.1N氫氧化鈉的 c.c.的數.方法詳見Sherman's "Methods of Organic Analysis",或任何關於食物分析的專書.乳油的這值是24—30,椰子油的是 6—8,一切別種的尋常脂肪,都不上 1.

22.尋常醣類之數種性質

(a)可溶性　稱蔗糖樣品10克,量水 5 c.c.於試管裏,將糖緩緩加入,加到水與數粒糖晶接觸半小時後,不能再溶解糖爲止.稱賸餘糖的重量,試計算糖在水 100 c.c. 中的可溶性.再用葡萄糖,麥芽糖及乳糖的樣品各 5 克,重新試驗.將結果列表.

(b)(a)項試完以後,取試管四隻,各量入混合的斐林試液10c.c.,每管加一種糖的飽和溶液5—6滴.將各管在一杯沸水中加熱,結果記錄於(a)項的表中.

(c)溶解蔗糖10克於水中,將體積補足 100 c.c.將這溶液

灌滿一隻偏極計管,記下讀數.由瓶中所餘的溶液移出50c.c.,加水25 c.c.,及濃鹽酸5 c.c.在重湯鍋上加熱十分鐘後,補足100 c.c.,極化如前.由這溶液取出樣品少許,中和以後.試驗其對於斐林溶液的作用.將這結果,加入上表.

試由下列的公式,計算以上各例中的光轉偏極係數

$$\alpha=\frac{100\,a}{l\times c}.$$

α= 光轉偏極係數;

l= 偏極計管長度的分米;

a= 偏極計角度的讀數;

c= 溶液100 c.c.中的克數.

23.澱粉之性質

(a)取澱粉4克,在研鉢中加一點水研磨,倒入沸水200c.c.中,成澱粉糊.取出5 c.c.,與斐林試液20 c.c.,在一杯沸水中加熱八分鐘.結果如何?

(b)再取5 c.c.的一份,與鹽酸5 c.c.同煮.這糊應沖淡到50 c.c.,不時加水,以補充蒸發的水.每五分鐘,取數滴放於錶面玻璃上,加一、二滴的稀碘溶液,將其試驗.等到加碘不變色時,便將每次試驗的結果,記錄下來.將所得的溶液5 c.c.,準確地用氫氧化鈉中和.照(a)項一樣,用斐林試液試驗,結果如何?澱粉與酸同煮時,起甚麼變化?

(c)取原澱粉糊20 c.c.,一滴一滴地加入醋酸,加到溶液變成極酸.煮二十分鐘後,用碘及斐林溶液試驗,有沒有甚麼變化?澱粉於烹調時,會起甚麼變化?

(d)取原糊20 c.c.,加水補足50 c.c.,煮二十分鐘,重新試驗,結果如何?

(e) 取紗布一小方,放於碟上,將生馬鈴薯一只,刮在布裏.握緊布的四角,用力將液汁榨入碟中.取一滴用複顯微鏡的低倍鏡頭檢查.碟中加水5 c.c.或10 c.c.,加熱一分鐘,不絕攪動.再取一滴檢查.重用別種蔬菜或麵粉試驗.將由兩個來源所得的澱粉,畫一張簡圖.

24.蛋白質之試驗

(a)黃蛋白質酸 (xanthoproteic acid) 反應　溶解動物膠一小塊於熱水 5 c.c.中.取溶液的一半,放在蒸發皿中,加濃硝酸3—4c.c.,必要時可加多些.留心地加入氫氧化銨,加到溶液變爲鹼性.結果如何?

(b)二縮脲反應　於另一份上述之膠溶液中,加10%氫氧化鈉2c.c.,再加恰爲微藍色的硫酸銅溶液一、二滴.

25.二種簡單蛋白質之分離　稱澱粉50克,移到一塊十吋見方的紗布上.將四角併在一起,做成一隻布袋,在流水中揉捏,直到澱粉完全揉出.賸餘的麩質(麵筋),移入一隻500 c.c.的燒瓶,加入已用蒸餾水30 c.c.沖淡的95%酒精150 c.c.搖至麩質完全分解,靜置一夜.將賸餘物濾出,與 0.1N 氫氧化鈉100c.c.搖動,使它溶解,數分鐘後,加水100c.c.,再行搖動.濾清以後,將濾液用氯化氫準確地中和.將混合物濾過,試驗賸餘物中有沒有蛋白質.這蛋白質是何名稱?屬那一類?

將含醇的濾液,倒入蒸餾瓶,蒸出大約四分之三,可以收回點醇.其餘的放在重湯鍋上蒸乾.取出樣品少許,試驗其中的蛋白質.這是甚麼蛋白質?屬那一類?

26.由甘油製備氨基乙酸 (glycine)　稱動物膠10克,溶解於沸水 100 c.c.中.加濃鹽酸 10 c.c., 放於裝有逆流冷凝管的

燒瓶中,煮二小時.移入大的蒸發皿,放在重湯鍋上蒸乾.賸餘物再溶解於冷水 10c.c.中,加氫氧化鈉,使溶液恰成中性.溶液若有顏色,可用裝有一層木炭的漏斗,將其濾清.慢慢加入固體的鹼性碳酸銅,加到不能再溶爲止.將深藍色的溶液,由賸餘的固體物輕緩地倒出.將構成的任何晶體濾出,再行溶解.每份中分別地通入洗淨的硫化氫,將硫化銅濾去.每份放在重湯鍋上蒸乾,溶解於水 20c.c.中,濾清,在重湯鍋上蒸至 10c.c.以下.滴一滴於顯微鏡載片上,檢查所成的晶體.每份溶液讓其自行蒸發,蒸到僅餘 1—2 c.c.爲止.將母液緩緩倒出.

最後如果不易結晶,可將兩份合併,由膠棉膜滲析,更換三次的 100 c.c.的蒸餾水.然後用重湯鍋將滲析物蒸發,使其濃縮.

27.數種尋常食物之檢查　本試驗中,可選擇任何可用之蔬果或穀類.若用新鮮蔬果,可以成細條;乾的穀類,可在乳鉢中研細.

(a)水分　於一隻稱過的碟中,稱食物 5 克,準確到最近的分克,放入 100°C. 的爐裏,加熱至乾.

(b)脂肪　將(a)項中的乾樣品,研磨成粉,加入氯仿或四氯化碳 20c.c.中,靜置過夜.濾清,用重湯鍋將氯仿蒸發.賸餘物中,除脂肪外,會含有甚麼物質?試將它的顏色,氣味及味道,加以觀察.

(c)蛋白質　用第 24 節中的一種試驗法,試驗蛋白質.

(d)醣類　取食物樣品一份,研成漿狀,必要時可以加水.移到紗布一方,將液汁極力擠入杯裏,再加水重新壓榨.將液體中的澱粉及還原糖,加以試驗.

關於這些因子的定量測定,可參考各種專書.

28.食物灰分之數種成分　取切碎之馬鈴薯,或他種蔬菜,或果品 100 克,放於六吋蒸發皿中,將片子堆在中央.用低焰加熱,燒到似乎已乾,於是再用大火燃燒,直要焰頭不過碟邊.等到碳差不多已完全燃燒時,將皿冷却,加稀硝酸 5 c.c.,再用低焰加熱,直到液體完全蒸發.再用大火加熱,燒至碳僅留下一點,或毫不存在爲止.冷却.加稀硝酸1c.c.,將皿轉動,使灰完全浸濕.於是加蒸餾水 20 c.c.,等灰全溶解後,將溶液濾清.

(a)鐵　加濾液數滴於硫氰酸銨溶液 2 c.c.中,若不變色,可再加酸數滴.

(b)磷　取濾液 5 c.c.,加稀硝酸 5 c.c.,及鉬酸銨溶液 5 c.c.,加熱 15—20 分鐘.如果含有磷酸鹽,並且維持準確的實驗條件,便會構成黃色沉澱物.

(c)鈣與鎂　將賸餘的溶液,用氫氧化銨中和,使其微呈鹼性,加草酸銨 10 c.c.

29.釀母菌與發酵之研究　取葡萄糖,蔗糖及乳糖各 2 克,各溶解於蒸餾水 50 c.c.中,製成溶液三份.用澱粉 2 克及水 50 c.c.,以尋常方法,製成澱粉膠體液.

取200c.c.錐形燒瓶四隻,各裝有單孔瓶塞及導管,以供捕集氣體之用.各瓶黏貼標籤,將溶液移入瓶中.每瓶加培養液 5 c.c.,及壓榨釀母餅四分之一塊.將瓶搖動使酵餅分解,每瓶蓋上瓶塞.每根導管上,倒放一隻有水的試管.注意每管最後連接起來時間.等有一管差不多充滿了氣體時,再注意時間,並測量每管中氣體的體積.如果任何一管含氣太少,不能準確測量的話,可再將其靜置,將氣體重新測量,計算用於比較

別種氣體的時間中所成的量.每次所發生的氣體,用石灰水試驗.每次的賸餘物,用碘仿法試驗其是否含醇.

取原釀母少許及發酵後的液體一滴,用顯微鏡檢查.看看是否一律,還是能看出不同的形式?

(1)各種醣類,是否都由釀母菌發酵而成的? (2)各種醣類的發酵,快慢是否相同? (3)這裏所加的培養物,在烘麵包的過程中,是用甚麼物質代替? (4)構成何稱氣體?

30. 碳酸鈉之 Solvay 法

(a)量濃氫氧化銨 24 c.c. 及水 12 c.c. 於小錐形燒瓶中,加碳酸銨粉 8 克.蓋上瓶塞,將瓶搖動,至碳酸銨溶解爲止.加入食鹽,搖至不再溶解,使液飽和.這需時數分鐘.混合物不可加熱,這是甚麼原因?將澄明的溶液,輕輕倒進別瓶,由發生器通入二氧化碳,直到發生很多的重碳酸鈉的沉澱物爲止.方程式如何?

將賸餘物濾出,放在多孔片上,或濾紙間壓乾.

(b)取乾賸餘物約 1 克,在試管中加熱,試驗逸出的氣體.它們是甚麼氣體?賸餘物是何物質?方程式如何?

(c)準備 200c.c. 燒瓶一隻,附有單孔瓶塞一只及導管一根,裝得可供在水上捕集氣體之用.取酸性碳酸鈉 2 克及酸性酒石酸鉀(精製酒石)4 克,同在研缽中研勻.取量筒一隻,灌滿了水,在集氣槽中倒放於導管的頭上.加水 20c.c. 於混合的鹽類中,蓋上瓶塞.試根據捕集一定體積的氣體所需的時間,計算每秒鐘所生的c.c.數.等量筒差不多裝滿氣體後,將兩個平面調準;讀氣體的體積.方程式如何?

(d)用酸性碳酸鈉及明礬各 2 克,重新做(b)項的試驗.方

程式如何?那一種組合發生二氧化碳更快?由此看來,在烘麵包中,那一種當更合用?

31.酵粉

(a)二氧化碳　準備一隻與第30節(c)項所用的相似的儀器,不過瓶塞應當用雙孔的,除導管外,還裝滴液漏斗一隻,燒瓶必須乾燥,儀器須不透氣,倒蒸餾水20c.c.於滴液漏斗中.準確地稱商品酵粉1克.用蠟光紙將粉捲入圓筒,倒進燒瓶,使粉不致黏住瓶頸.蓋上瓶塞,等液體調整好後,將水流入,然後關住漏斗的管塞,使氣體不能逸出.等氣體停止發生時,調整平面,讀氣體的體積.試爲流入的水的量,氣壓,水張力及溫度,將體積改正,且計算發生的二氧化碳的重量.每個或每組學生,舉行本項測定,至少須用兩種商品酵粉.

(b)澱粉　由上面所試驗的各種酵粉,各取0.1克,放於蒸發皿中,加稀碘溶液(淺黃色).是否含有澱粉?

(c)硫酸鹽　溶解酵粉1克於蒸餾水20c.c.中,等沸騰將停止時,加濃鹽酸5c.c.煮五分鐘,補足20c.c.,分成兩份.在一份的澄明的熱溶液中,加氯化鋇溶液5c.c.,靜置待冷.方程式如何?

(d)磷酸鹽　在(c)項的第二份溶液中,加鉬酸銨5c.c.結果如何?

(e)鋁　取酵粉2克,在坩堝中煅燒成灰.用沸水三份浸漬,濾清.濾液中約加氯化銨5克,或加到發生很強烈的氨的氣味爲止.方程式如何?含有鋁鹽的酵粉,被燃燒時,發生鋁酸鈉.這與氯化銨起反應而產生氫氧化鋁,氯化鈉及氫氧化銨.

32.精油　取丁香,乾薄荷葉及其他含精油頗富之材料

25克,放入連接蒸汽蒸餾器(第17節)的500 c.c.燒瓶中,通入一股氣壓高的蒸汽.蒸餾物一澄明後,便立刻停止蒸餾.移入分液漏斗裏,等蒸餾物"定"了以後,將油分出.觀察油的氣味,顏色及味道.在醇,醚,氯仿,石油醚及苯中,各加這油一滴,以試驗它的可溶性.試嘗蒸過的渣滓(丁香)的味道.如果渣滓中似乎還有不少的油,可用研鉢研磨,再行蒸餾.試檢查這油中所含的化學物質.

33.無機膠體液之製法

(a)**氧化鐵** 倒6N氯化鐵溶液2c.c.於沸水200c.c.中.所生的棕色液體,是氧化鐵在水中的膠體液.如果要製備較濃的溶液,必須用別種方法.

(b)量出6 N氯化鐵溶液50c.c.,倒這液10 c.c.於燒杯裏,將它放開.其餘的40c.c.中,加氫氧化銨,每次僅加數滴,每加一次,將液搖至沉澱物消失爲止.等到沉澱物雖經久搖(十至十五分鐘)也不溶解時,便將預留的10c.c.加入,搖至澄明.如果含有任何的粗懸游物,或不潔物,可用棉花濾清.

用膠棉袋一隻,倒入溶液,浸於一大盆水裏.每二十分鐘換水一次,用硫氰化銨(NH_4CNS)溶液,試驗每次滲析物的鐵游子.將這些試管留下,以資比較.等到試驗變成很微弱時,便停止滲析,測量袋中溶液的體積,移入貼有標籤的瓶.

(1)這種純化方法,表明膠體的甚麼性質? (2)除鐵游子外,還有甚麼物質爲滲析所移去?將先做的滲析劑中之一,加以試驗,以證實你的答案. (3)(a)項中的氧化鐵,是怎樣構成的? (4)(a)項中有甚麼不純物存在?

(c)**硫化亞砷** 取固體的硫化亞砷少許(約1克)及蒸餾

水 50 c.c.,在燒瓶中煮成亞砷酸的飽和溶液,放於自來水龍頭下冷却,將其濾清.由發生器通入硫化氫.先將溶液不絕搖動,以後間歇地搖動,直到變成澄明的黃色膠體液爲止.與(b)項一樣,也用膠棉膜濾清,對蒸餾水滲析一小時,每二十分鐘將滲析劑更換一次.每次的滲析劑,用醋酸鉛紙試驗硫化物的游子.

將黃色溶液,移入瓶中,貼上標籤.

(d) 取(b)及(c)中之膠體液5 c.c.,每次加稀鹽酸一滴,共加1 c.c.結果如何?再用6N的食鹽、6N的氯化鋁及6N的氫氧化鈉,重新試驗.

34.有機膠體

(a)澱粉　取澱粉 2 克,在研鉢中和冷水研磨.水每次加一點,繼續研磨,直至磨成薄糊.將這糊倒入沸水 100 c.c. 中,煮五分鐘,讓這液體冷却.說明它的性狀.將這液體放於手指間磨擦.

(b)動物膠　稱出動物膠 2 克,浸於恰够將液蓋滿的冷水(須測量過)中五分鐘之久.另取正够補足 50c.c.的冷水煮沸,加於冷水中的動物膠.攪動至膠全成膠體,說明其性狀.放開待冷,若將盛膠的燒杯,放於一隻較大燒杯的冷水中,則冷却更快.結果如何?放開以備(d)項之用.

(c)乾酪素　稱出每份 1 克之乾酪素三份.取蒸餾水 100 c.c.,加熱到50°C.左右,將一份乾酪素加入水中,每次加一點,且加攪動,使成爲膠體液.

再取蒸餾水100c.c.,加熱至50°C.,加 6N 氫氧化鈉(4c.c.10%) 2c.c.試將第二份乾酪素分散在裏面.再取第三份的蒸餾水

100 c.c., 加熱至50°C.,加 6N 鹽酸 2 c.c.,將其餘的乾酪素樣品分散在裏面.膠體液若不澄明,可用棉花濾清.將最後兩種放開,以供(e)項之用.

(1)乾酪素在何種介質中分散最速,酸性的,中性的,還是鹼性的? (2)甜牛乳是酸性的,鹼性的,還是中性的?

(d)取動物膠膠體液2c.c., 放於蒸發皿中,用重湯鍋蒸乾.將乾膠移到燒杯裏,加水攪動,試將其分散.再用乾酪素一氫氧化鈉(casein-NaOH)的膠體液試驗,結果如何?有機膠體是否是可逆的?

取乾酪素一氫氧化鈉溶液5 c.c.,用稀鹽酸中和,酸每次加一滴,直到對石蕊試紙是中性爲止.每加酸後,必須攪勻.爲這目的所用的酸,不可超過當量,這是甚麼原因?

試舉出牛乳中會結乳塊的三項條件,乳塊是甚麼?

(e)取乾蛋白 1 克,在研鉢中研成細粉.將這粉加於盛在燒杯的蒸餾水 20 c.c. 中,攪至蛋粉完全分散.用濾紙濾清.新鮮蛋白用等量的水沖淡,可用以代替乾蛋白.

倒蛋白溶液2 c.c.於試管中,浸入一燒杯的水裏(可用夾子夾住).試管不觸瓶底,在燒杯裏試管旁邊放一隻溫度計,將水加熱.注意蛋白開始凝聚時的溫度.再用別種樣品試驗,直試到兩個結果相差不上2°C.

取蛋白樣品一份,用等量的蒸餾水沖淡,重新試驗.結果如何?煮熟雞蛋的最低溫度是幾度?如果要煮去殼的蛋,你是先將水燒熱,還是將生蛋打在冷水裏,再行加熱?這是甚麼原因?

35.動物膠之膨脹 溶解動物膠 5 克於熱水 50c.c.中.凝

漿以後,放在空氣中一星期,待其風乾.取出五塊,將其重量分別地稱出,另取蒸餾水、0.1N鹽酸,0.1N醋酸,0.1N氫氧化鈉及0.1N食鹽,五種液體中,各浸一塊.經過一定時間後,將膠取出,在濾紙上滾乾,再稱每塊的重量.將結果列表.

36.肥皂之製備　取一種固體或半固體之脂肪25克,放於500c.c.燒杯裏,用低焰或重湯鍋熔解.留心地加入10%氫氧化鈉10c.c.,慢煮一分鐘;再加20c.c.,煮十分鐘;再加40c.c.,慢煮一小時,不時加入小量的水,以補足蒸發的水.皂化完成時,加水200c.c.,煮至全部均勻,再加食鹽20克,放開待冷.將液體倒出.其中含有甚麼物質?如果要再純化,可將肥皂再加水煮,並且再行鹽析.最後加蒸餾水50c.c.,煮到均勻的稠厚度,將其冷却.用硬水及軟水試驗它的泡沫.用酚酞試驗鹼性.試驗脂肪,可取肥皂少許,在重湯鍋上蒸乾,再用氯仿浸漬,濾清,用錶面玻璃放在重湯鍋上,將氯仿蒸發.

37.牙膏之定性試驗

(a)擠出牙膏半吋於試管中,加蒸餾水10c.c.,將其搖動.如果構成泡沫,便含有肥皂.

(b)濾清(a)項中之溶液,將賸餘物洗淨,用顯微鏡檢查.賸餘物裏加稀鹽酸,是否沸騰?試驗酸中是否含有鈣及鎂.賸餘物在鹽酸中,若不溶解,可移一點於鉛碟裏,試氫氟酸(注意:氫氟酸的氣有毒).

(c)取原濾液5c.c.,加稀鹽酸5c.c.及碘化鉀一小塊.如果含有氯酸鹽會將碘釋出,而碘則可用四氯化碳浸出.

(d)取牙膏約1克,放於錶面玻璃上,用重湯鍋蒸乾.減少的重量乃是水.稱得要準確.

38.**織物** 用顯微鏡檢查絲,麻,棉及毛的纖維.用低倍及中倍的鏡頭檢視,大部分的光用聚光鏡截斷.你能否將它們辨別出來?試一種未知的纖維.

每種纖維取一小塊布,或一根紗線,用 2% 的氫氧化鈉來煮,結果如何?用 5% 的鹽酸煮,結果如何?

39.**媒染染料之染色** 取蘇木片10克及蒸餾水100 c.c. 同煮五分鐘,煮液放開冷却.用塞有一點棉花的漏斗,將木片濾去.配製 5% 鞣酸溶液及酒石酸銻鉀的飽和溶液各50c.c., 取紗布(是何種纖維)一方,在水中煮十分鐘,以除去布上的漿. 將布絞乾,放於鞣酸溶液中,浸十分鐘.布乾了以後,在銻溶液中浸一、二分鐘.絞乾,丟在蘇木液裏,浸五分鐘.放於自來水龍頭下淋洗,乾了以後,夾在筆記簿裏.

40.**硫化氫對於鉛顏料之作用** 取鉛白,鉻酸鉛及硫酸鉛的小塊樣品,放於濾紙上.放硫化鐵一小塊於罩下的碟子裏.在硫化鐵裏加鹽酸,將大燒杯一只倒蓋在樣品及碟子上. 結果如何?方程式如何?

41.**燃料氣體之成分** 在通風良好之罩下,將實驗室的煤氣,由一飽和的石灰水管中通出,如有白色的沉澱物,便含有**二氧化碳**.再用 0.02% 的氯化鈀的溶液試驗;如有棕色的鈀膠體液,便含有**一氧化碳**.將氣體用醋酸鉛紙試幾秒鐘;如果現濃棕色,便含有**硫化氫**.如果這試驗是負的話,可將氣體經由2% 的氫氧化鈉溶液10 c.c.,慢慢地流數分鐘.用鹽酸中和,加溴二、三滴.將液煮沸,使過賸的溴蒸發.用鹽酸酸化,加氯化鋇溶液;如有白色沉澱物,便含有硫黃.硫黃是以甚麼形式存在於煤氣中的?

試　液

酸類　一切稀酸之當量大約應爲 6N: 99.5%, HC_2H_3O 350 c.c.對水 650 c.c.;濃鹽酸 500 c.c.對水 500 c.c.;濃硝酸 380 c.c.對水 620 c.c.;濃硫酸 166 c.c. 對水 834 c.c.

鉬酸銨　溶解鉬酸銨 75 克於水 500 c.c.中,倒入 6 N 硝酸 500 c.c.裏,不時搖動,直至完全溶解.

斐林氏 (Fehling) **試液**

(a)溶解硫酸銅 34.64 克於水中,在定量瓶中沖淡至500c.c.

(b)溶解純酒石酸鉀鈉(塞尼特氏鹽) 175 克及純氫氧化鈉 50 克,在定量瓶中補足 500 c.c.

甲基橙　溶解甲基橙 0.05 克於酒精 5 c.c. 中,加水沖淡至 100 c.c.

納氏 (Nessler) **試劑**　溶解碘化鉀 35 克於水 200 c.c. 中,加飽和的氯化汞溶液,直到略有賸餘.再加固體的氫氧化鉀 160 克.溶解且沖淡至一升,再一滴一滴地加入氯化汞溶液,直到微發生有永久性的沉澱物.讓它沉澱,但不要濾清.這液應當微呈黃色.

酚二磺酸 (phenoldisulphonic acid)　以燒瓶盛濃硫酸 370 克,加酚 30 克,將混合物在沸水中加熱六小時.

酚酞 (phenolphtalein)　溶解酚酞 1 克於 95% 酒精 100 c.c. 中.

鹽類溶液　皆係當量,不過別有註明的,不在此限.

標準肥皂溶液　溶解喀司替勒肥皂 10 克於 60% 酒精一升中.標準化的方法是:溶解純的碳酸鈉 1 克於鹽酸中,將

其蒸乾,以逐出過賸的酸.加氫氧化銨,使它略帶鹼性,沖淡到一升.取這溶液10 c.c.,沖淡至100 c.c.

水 所用之水應當是蒸餾水.

實驗用儀器

名稱及說明	數量
50—600 c.c. 燒杯	6隻
400 c.c. 燒杯	2隻
玻瓶(一升 1 隻, 500 c.c. 2 隻)	3隻
六哺廣口瓶	2隻
Tirril 燈	1隻
滴定管夾	1隻
冷凝管夾	1隻
小夾子	2隻
冷凝管	1隻
木塞	
瓷製坩堝	1隻
收濕器	1隻
蒸發皿 2.5 吋,6 吋	2隻
濾紙 11 厘米	1張
錐形燒瓶 100c.c.1 隻, 250c.c. 4 隻	5隻
蒸餾瓶 500 c.c.	1隻
Florence 燒瓶 250 c.c.、500 c.c.、1 升	3隻
漏斗 3 吋	1隻
白氏 (Buchner) 漏斗	1隻

滴液漏斗	1隻
分液漏斗 250 c.c.	1隻
玻璃片	2片
量筒 100 c.c.、10 c.c.	2隻
研鉢及杵	1副
移液管 25 c.c.	1隻
鉑絲	3吋
鐵環	2隻
鐵環臺	1隻
橡膠連接器	2隻
橡膠塞單孔4隻,雙孔1隻	5隻
橡膠管2呎	2根
刮子(瓷製)	1隻
攪捧6吋,4吋	2根
試管 150 × 20 毫米	12隻
試管架	1只
溫度計(自 10°C. 至 150°C.)	1枝
玻管 3呎	3枝
錶面玻璃	2方
鐵絲網	1方

下列儀器足供十人之用

安培計	3隻
Babcock 驗乳計及另件	1副
天平(感量 1 毫克)	2架
氣壓計	1隻

滴定管	5隻
蓋玻璃	1哺
平底鋁碟	5隻
鉛碟	2隻
乾電池	6隻
定量燒瓶100 c.c.、110c.c.、500 c.c.、1升各2隻	8隻
重液用比重計	1枝
驗乳計	1枝
複顯微鏡	1架
顯微鏡載片	1籮
納氏管	12枝
電爐	1隻
偏極計	1隻
偏極計管,1 厘米、2 厘米	2隻
砝碼1毫克至 50 克	2副

實驗用藥品

下列分量足供十人之用

名稱及說明	分量
醋酐(acetic anhydride, 乙酐)	2哺
醋酸(acid, acetic)	4哺
安息香酸(acid, benzoic)	1哺
檸檬酸(acid citric)	1哺
鹽酸(acid hydrochloric)	4磅
硝酸(acid nitric)	8哺

水楊酸 (acid salicylic)	6 兩
硫酸 (acid sulphuric)	6 磅
鞣酸 (acid tannic)	2 兩
酒石酸 (acid tartaric)	1 兩
明礬 (alum)	8 兩
鋁皮 (aluminum, sheet)	1 方呎
氯化鋁 (aluminum chloride)	1 兩
碳酸銨 (ammonium carbonate)	4 兩
氯化銨 (ammonium chloride)	2 兩
氫氧化銨 (ammonium hydroxide)	2 磅
鉬酸銨 (ammonium molybdate)	4 兩
草酸銨 (ammonium oxalate)	4 兩
硫酸銨 (ammonium sulphate)	1 兩
硫代氰酸銨 (ammonium thiocyanate)	1 兩
戊醇 (amyl alcohol)	4 兩
三氧化砷 (arsenic trioxide)	1 兩
氯化鋇 (barium chloride)	2 兩
過氧化鋇 (barium peroxide)	1 兩
蜂蠟 (beeswax)	2 兩
苯 (benzene)	4 兩
漂白粉 (bleaching powder)	2 兩
骨炭 (boneblack)	4 兩
溴 (bromine)	1 兩
醋酸鈣 (calcium acetate)	4 兩
沉澱碳酸鈣 (calcium carbonate, precipitated)	1 兩

氧化鈣 (calcium oxide)	1磅
磷酸鈣 (calcium phosphate)	1兩
硫酸鈣 (calcium sulphate)	1兩
四氯化碳 (carbon tetrachloride)	2磅
乾酪素 (casein)	4兩
蓖麻油 (castor oil)	8兩
木炭 (charcoal)	8兩
氯仿 (chloroform, 三氯甲烷,哥羅仿)	8兩
膠棉 (collodion)	12兩
銅片 (copper, sheet)	72方吋
鹼性碳酸銅 (copper carbonate basic)	8兩
硫酸銅 (copper sulphate)	8兩
玉蜀黍油 (corn oil)	2磅
棉花 (cotton)	2兩
棉籽油 (cottonseed oil)	2磅
蛋白 (egg albumen)	2兩
醚 (ether)	4兩
乙醇 (ethyl alcohol)	3升
檸檬酸鐵銨 (ferric ammonium citrate)	6兩
氯化鐵 (ferric chloride)	1兩
硫酸亞鐵 (ferrous sulphate)	1兩
硫化亞鐵 (ferrous sulphide)	4兩
蟻醛 (formaldehyde)	2兩
動物膠 (gelatin)	8兩
葡萄糖 (glucose)	4兩

過氧化氫 (hydrogen peroxide)	8 兩
碘 (iodine)	5 兩
白陶土 (kaolin)	2 兩
火油 (kerosene)	1 派恩脫
乳糖 (lactose)	4 兩
二化氧鉛 (lead dioxide)	1 兩
硝酸鉛 (lead nitrate)	4 兩
石蕊試紙紅色藍色各五張	
蘇木碎片 (logwood chips)	6 兩
鎂帶 (magnesium, ribbon)	5 克
氧化鎂 (magnesium oxide)	1 兩
硫酸鎂 (magnesium sulphate)	2 兩
麥芽糖 (maltose)	4 兩
二氧化錳 (manganese dioxide)	1 兩
大理石碎片 (marble chips)	8 兩
氯化汞 (mercuric chloride)	2 兩
甲醇 (methyl alochol)	12 兩
甲基橙 (methyl orange)	2 克
鎳粉 (nickel, powder)	1 兩
硫酸鎳銨 (nickel ammonium sulphate)	6 兩
硝基苯 (nitrobenzene)	6 兩
氯化鈀 (palladium chloride)	10 克
膵酵素 (pancreatin)	10 克
石蠟 (paraffin)	12 兩
胃液素 (pepsin)	10 克

石油醚 (petroleum ether)	2 兩
酚 (phenol)	2 兩
酚酞 (phenolphtalein)	5 克
酒石酸鉀銻 (potassium antimonyl tartrate)	4 兩
溴化鉀 (potassium bromide)	1 兩
氯酸鉀 (potassium chlorate)	2 兩
氯化鉀 (potassium chloride)	2 兩
二鉻酸鉀 (potassium dichromate)	6 兩
鐵氰化鉀 (potassium ferricyanide)	4 兩
二氫硫酸鉀 (potassium dihydrogen phosphate)	1 兩
酸性酒石酸鉀 (potassium hydrogen tartrate, 精製酒石)	4 兩
氫氧化鉀 (potassium hydroxide)	8 兩
碘化鉀 (potassium iodide)	4 兩
酒石酸甲鈉 (potassium sodium tartrate, 塞尼特氏鹽)	1 磅
硝酸銀 (silver nitrate)	5 克
肥皂 (soap)	6 兩
鈉石灰 (soda lime)	4 兩
醋酸鈉(晶體的)(sodium acetate, crystals)	1 兩
醋酸鈉(熔過的)(sodium acetate, fused)	4 兩
酸性碳酸鈉 (sodium bicarbonate)	4 兩
酸性亞酸鈉 (sodium bisulphite, 亞硫酸氫鈉)	4 兩

無水碳酸鈉 (sodium carbonate, anhydrous)	8 兩
氯化鈉 (sodium chloride)	2.5 磅
氫氧化鈉 (sodium hydroxide)	2 磅
硝酸鈉 (sodium nitrate)	4 兩
磷酸氫二鈉 (sodium phosphate, secondary)	1 兩
硫代硫酸鈉 (sodium thiosulphate)	12 兩
生澱粉 (starch, raw)	4 兩
蔗糖 (sucrose)	8 兩
牛脂 (tallow)	1 磅
錫(粒狀) (tin, granulated)	12 兩
松節油 (turpentine)	1 磅
鉛白 (white lead)	4 兩
鋅(粒狀) (zinc, granulated)	4 兩
鋅(皮狀) (zinc,sheet)	30 方吋

萬國原子量表(1938)

元素名		符號	原子序數	原子量
氫	Hydrogen	H	1	1.0081
氦	Helium	He	2	4.003
鋰	Lithium	Li	3	6.940
鈹	Beryllium	Be	4	9.02
硼	Boron	B	5	10.82
碳	Carbon	C	6	12.010
氮	Nitrogen	N	7	14.008
氧	Oxygen	O	8	16.0000
氟	Fluorine	F	9	19.00
氖	Neon	Ne	10	20.183
鈉	Sodium	Na	11	22.997
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32
鋁	Aluminium	Al	13	26.97
矽	Silicon	Si	14	28.06
磷	Phosphorus	P	15	31.02
硫	Sulfur	S	16	32.06
氯	Chlorine	Cl	17	35.457
氬	Argon	A	18	39.944
鉀	Potassium	K	19	39.096
鈣	Calcium	Ca	20	40.08
鈧	Scandium	Sc	21	45.10
鈦	Titanium	Ti	22	47.90
釩	Vanadium	V	23	50.95
鉻	Chromium	Cr	24	52.01
錳	Manganese	Mn	25	54.93
鐵	Iron	Fe	26	55.84
鈷	Cobalt	Co	27	58.94
鎳	Nickel	Ni	28	58.69
銅	Copper	Cu	29	63.57
鋅	Zinc	Zn	30	65.38
鎵	Gallium	Ga	31	69.72
鍺	Germanium	Ge	32	72.60
砷	Arsenic	As	33	74.91
硒	Selenium	Se	34	78.96
溴	Bromine	Br	35	79.916
氪	Krypton	Kr	36	83.7
銣	Rubidium	Rb	37	85.48
鍶	Strontium	Sr	38	87.63
釔	Yttrium	Y	39	88.92
鋯	Zirconium	Zr	40	91.22
鈮	Columbium	Cb	41	92.91
鉬	Molybdenum	Mo	42	95.95
釕	Ruthenium	Ru	44	101.7
銠	Rhodium	Rh	45	102.91
鈀	Palladium	Pd	46	106.7
銀	Silver	Ag	47	107.880
鎘	Cadmium	Cd	48	112.41
銦	Indium	In	49	114.76
錫	Tin	Sn	50	118.70
銻	Antimony	Sb	51	121.76
碲	Tellurium	Te	52	127.61
碘	Iodine	I	53	126.92
氙	Xenon	Xe	54	131.3
銫	Cæsium	Cs	55	132.91
鋇	Barium	Ba	56	137.36
鑭	Lanthanum	La	57	138.92
鈰	Cerium	Ce	58	140.13
鐠	Praseodymium	Pr	59	140.92
釹	Neodymium	Nd	60	144.27
釤	Samarium	Sm	62	150.43
銪	Europium	Eu	63	152.0
釓	Gadolinium	Gd	64	156.9
鋱	Terbium	Tb	65	159.2
鏑	Dysprosium	Dy	66	162.46
鈥	Holmium	Ho	67	163.5
鉺	Erbium	Er	68	167.2
銩	Thulium	Tu	69	169.4
鐿	Ytterbium	Yb	70	173.04
鑥	Lutecium	Lu	71	175.0
鉿	Hafnium	Hf	72	178.6
鉭	Tantalum	Ta	73	180.88
鎢	Tungsten	W	74	183.92
錸	Rhenium	Re	75	186.31
鋨	Osmium	Os	76	190.2
銥	Iridium	Ir	77	193.1
鉑	Platinum	Pt	78	195.23
金	Gold	Au	79	197.2
汞	Mercury	Hg	80	200.61
鉈	Thallium	Tl	81	204.39
鉛	Lead	Pb	82	207.21
鉍	Bismuth	Bi	83	209.00
氡	Radon	Rn	86	222.
鐳	Radium	Ra	88	226.05
釷	Thorium	Th	90	232.12
鏷	Protactinium	Pa	91	231.
鈾	Uranium	U	92	238.07

(應用化學書末插頁)

索　　引

頁碼

A

B

D

E

F

G

H

I

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

民國二十九年八月發行
民國三十年七月再版

大學用書 應用化學（全一冊）

◎實價國幣六元
（郵遞匯費另加）

編譯者 魯葆如
校閱者 趙廷炳
發行者 中華書局有限公司
代表人 路錫三
印刷者 上海澳門路美商永寧有限公司
總發行處 昆明 中華書局發行所
分發行處 各埠 中華書局

（一二五一八）