



勃拉克·康南特著

最新實用化學

顧均正譯

下冊



改訂本



高級中學教科適用

改訂本

最新實用化學

在近代生活上之應用

蘇工業學院圖書館
藏書章

康南脫合著

均正譯

下冊

開明書店印行

最新實用化學〔下冊〕

三十七年三月改訂初版 三十八年一月改訂三版

每冊定價一・五五

原著者 勃拉克・康南特

翻譯者 顧均正

發行者 上海福州路
開明書店
代表人范洗人

印刷者 開明書店

有著作權 * 不准翻印

元素及其符號,原子序數,原子量表

元 素 名	符號	原子序數	原子量	元 素 名	符號	原子序數	原子量
鋁 Aluminum...	Al	13	26.97	鉬 Molybdenum...	Mo	42	95.95
銻 Antimony...	Sb	51	121.76	釷 Neodymium...	Nd	60	144.27
氬 Argon.....	A	18	39.944	氖 Neon.....	Ne	10	20.183
砷 Arsenic.....	As	33	74.91	鎳 Nickel.....	Ni	28	58.69
鋇 Barium.....	Ba	56	137.36	氮 Nitrogen.....	N	7	14.008
鈹 Beryllium...	Be	4	9.02	銻 Osmium.....	Os	76	190.2
鉍 Bismuth.....	Bi	83	209.00	氧 Oxygen.....	O	8	16.0000
硼 Boron.....	B	5	10.82	鈳 Palladium....	Pd	46	106.7
溴 Bromine....	Br	35	79.916	磷 Phosphorus...	P	15	30.98
鎘 Cadmium....	Cd	48	112.41	鉑 Platinum....	Pt	78	195.23
鈣 Calcium.....	Ca	20	40.08	鉀 Potassium....	K	19	39.096
碳 Carbon.....	C	6	12.010	鐳 Praseodymium..	Pr	59	140.92
鈰 Cerium.....	Ce	58	140.13	鐳 Radium.....	Ra	88	226.05
銻 Cesium.....	Cs	55	132.91	鐳 Radon.....	Rn	86	222
氯 Chlorine....	Cl	17	35.457	銻 Rhenium.....	Re	75	186.31
鉻 Chromium....	Cr	24	52.01	銲 Rhodium.....	Rh	45	102.91
鈷 Cobalt.....	Co	27	58.94	銲 Rubidium....	Rb	37	85.48
鈾 Columbianum..	Cb	41	92.91	銲 Ruthenium...	Ru	44	101.7
銅 Copper.....	Cu	29	63.57	釷 Samarium....	Sm	62	150.43
鐳 Dysprosium...	Dy	66	162.46	釷 Scandium....	Sc	21	45.10
銲 Erbium.....	Er	68	167.02	硒 Selenium.....	Se	34	78.96
鎔 Europium...	Eu	63	152.0	矽 Silicon.....	Si	14	28.06
氟 Fluorine....	F	9	19.00	銀 Silver.....	Ag	47	107.880
釷 Gadolinium...	Gd	64	156.9	鈉 Sodium.....	Na	11	22.997
鋁 Gallium.....	Ga	31	69.72	銻 Strontium....	Sr	38	87.63
銲 Germanium...	Ge	32	72.60	硫 Sulfur.....	S	16	32.06
金 Gold.....	Au	79	197.2	鉭 Tantalum....	Ta	73	180.88
鈪 Hafnium....	Hf	72	178.6	碲 Tellurium...	Te	52	127.61
氦 Helium.....	He	2	4.003	鐳 Terbium.....	Tb	65	159.2
釷 Holmium....	Ho	67	163.5	銲 Thallium....	Tl	81	204.39
氫 Hydrogen....	H	1	1.0080	釷 Thorium.....	Th	90	232.12
銲 Indium.....	In	49	114.76	銲 Thulium....	Tm	69	169.4
碘 Iodine.....	I	53	126.92	錫 Tin.....	Sn	50	118.70
銲 Iridium.....	Ir	77	193.1	鈦 Titanium....	Ti	22	47.90
鐵 Iron.....	Fe	26	55.84	鎢 Tungsten....	W	74	183.92
氪 Krypton.....	Kr	36	83.7	鈾 Uranium.....	U	92	238.07
釷 Lanthanum...	La	57	138.92	釷 Vanadium....	V	23	50.95
鉛 Lead.....	Pb	82	207.21	氙 Xenon.....	Xe	54	131.3
鋰 Lithium.....	Li	3	6.940	銲 Ytterbium....	Yb	70	173.04
鐳 Lutecium....	Lu	71	174.99	鈾 Yttrium....	Y	39	88.92
鎂 Magnesium...	Mg	12	24.32	鋅 Zinc.....	Zn	30	65.32
錳 Manganese...	Mn	25	54.93	鈳 Zirconium....	Zr	40	91.22
汞 Mercury....	Hg	80	200.61				

下 册 目 次

第十九章	氮和大氣	233
第二十章	氮和銨化合物 平衡	250
第二十一章	硝酸和氮的固定	264
第二十二章	新週期律	282
第二十三章	鹵素族	297
第二十四章	鈉和鉀的化合物	307
第二十五章	磷族	324
第二十六章	溶液 混懸液 乳液	337
第二十七章	鈣 鎂 矽	357
第二十八章	煤 石油 燃料氣體	381
第二十九章	醇及其他的碳化合物	399
第三十章	食物和衣服	409
第三十一章	金屬和冶金術	430
第三十二章	鋁和鐵族	442
第三十三章	非鐵質金屬	464
第三十四章	較不普通的金屬及其用途	487
第三十五章	染料和塗料	503
第三十六章	鐳和元素的轉變	516
第三十七章	化學的最新應用	536
第三十八章	氣體的量度	552

高中化學試題	567
附 錄	583
進修參考書籍	583
各種固體在水中的溶解度	586
各種氣體在水中的溶解度	586
水汽壓力	587
重要氣體的密度	587
普通質素	588
質素的硬度	589
比重,即相對密度	589
幾種便利的米突制當量	589
可逆反應補註	589
術語名彙	591
索 引	601

第十九章

氮 和 大 氣

246. 【氮的重要】 我們已經說過(第四章),空氣的五分之一是氧,那末其餘的氣體是什麼呢? 其餘的氣體幾乎完全是氮。跟別種元素化合着的氮,也出產於某種礦藏中,如硝石即為含氮的礦物,不過牠的產量極為有限。氮化合物是生命的要素。牠們存在於所有生物質與所有生物質腐敗後的生成物中。並且人類食品中最有價值的一部分是蛋白質,而蛋白質中就含有大量化合着的氮。又土壤和肥料的是否適於作植物的食品,也大部分視其中含氮的比例而定。至於氮化合物如氨和硝酸等,更在一國的工業上扮演着重要的角色。

247. 【從空氣製氮】 我們當還記得 (§ 33),拉發西揆發現空氣中含有氧,並使這氧與汞相化合而除去。然而我們若在空中燃磷,就可把氧更快地除去。

在瓷坩堝中放白磷一小片(小心措乾),把坩堝置於浮在水面的軟木塞上。然後用燒熱的鐵絲把牠點燃,隨即用玻璃瓶蓋在這燃着的固體上,如圖 150 所示。磷在瓶內有限的空氣中燃燒,即發生白色的濃煙,稱為五氧化二磷(P_2O_5),與在純氧中燃燒所生的相同。然後將玻璃瓶靜置片刻,任其冷卻,則煙中磷的氧化物之固體微粒,就溶於水中。這時可見水已上升瓶內,約達五分之一,占據空氣中已與磷相化合的氧之地位。現在假使用點燃的燭火插入瓶中,即見火焰立即熄滅,可知其餘留的氣體已不能幫助燃燒了。

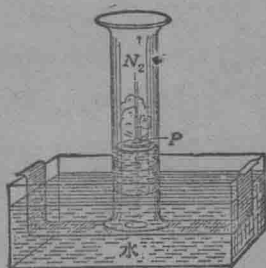


圖 150. 在空氣中燃磷
以除去氧而得氮

這種鈍性氣體，拉發西挨稱之為 'azote'，意即 '不能維持生命'。後來因為牠存在於 niter (硝石的別名) 中，就改名為 'nitrogen'，我國稱之為氮。動物在氮氣中不能生存，並不是因為這氣體有毒，乃是因為動物需要自由氧之故。所以動物在氮氣中窒息而死，正和在水中溺死一樣。

248. 【純氮的實驗室製法】 在 1894 年以前，化學家都以為將空氣中所含的氧氣完全除去之後，再除去微量的二氧化碳，即得純氮。但是英國累利卿 (Lord Rayleigh) 和拉姆士爵士 (Sir Ramsay) 二氏，發現這樣製得的氮中仍含有 1% 的雜質。這種雜質稱為 '稀有氣體' (rare gases)，即：氫 (argon)、氦 (helium)、氖 (neon)、氪 (krypton) 和氙 (xenon)。

在實驗室中製取純氮的方法，十分簡便，將一種氮化合物稱為亞硝酸銨 (ammonium nitrite, NH_4NO_2) 的加熱，即分解而成氮和水：



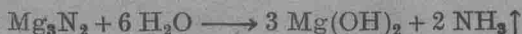
然而亞硝酸銨是一種不穩定的固體，所以常用亞硝酸鈉和氯化銨的混合物來做代替品。

商業上所用氮的主要來源為液態空氣。使液態空氣蒸發時，因氮較氧容易揮發（即氮的沸點較氧為低），故氮氣儘先放出，留下來的幾為純氧。這兩種生成物氮和氧，都有重要的商業價值 (§ 41)。

249. 【氮的物理性質和化學性質】 氮與氫、氧相似，都是無色、無味、無臭的氣體。但其他性質卻大不相同。例如氮不能燃燒，亦不能助燃。事實上牠的最明顯的特性，為不易參加化學反應。然而若把某些元素加熱到適當的溫度，卻也能慢慢地同牠化合。例如氮與紅熱的鎂相遇，即化合而成為氮化鎂 (magnesium nitride)：



氮化鎂受水的作用,就放出氨氣:



還有一種更直接的方法,但需用適當的觸媒;有了觸媒,只要在稍高的溫度,就能使氮和氫化合而成氨氣 (ammonia gas):



若令電花通過氮和氧的混合物,氮就會跟氧化合而成氮的氧化物 (oxides of nitrogen):



以上兩種反應,進行雖然十分困難,但因藉此可以把空氣中的自由氮製成氮的化合物,所以近來在化學工業上已占着極重要的地位。氮的化合物為植物生活的要素,所以利用空氣中的氮來製造氮化合物,乃是近代化學上的重要問題。

250. 【怎樣知道空氣是混合物】 混合物和化合物的區別,前已論及 (§ 18), 現在要說明空氣中的氮和氧, 是不以化合狀態而存在的。空氣只是由氮、氧以及微量的別種氣體混合而成。茲舉數種可以證明空氣為混合物而非化合物的事實如下:

(1) 純粹的氮和氧可以混合而成一種‘人造空氣’,其性質與尋常的空氣幾乎相同。當這兩種氣體混合時,既不發熱,也不見有化學反應的其他徵象。

(2) 這‘人造空氣’中兩種氣體的比例,可隨意變動,而不影響於其生成物的化學性質。若氮和氧是化合着的,那末其化合的比例就應當一定了。

(3) 水可溶解空氣。若將水煮沸,逐出其所溶的空氣而分析之,就見其中所含的氧,約為尋常空氣的兩倍。這是因為氧較氮易溶於水,所以溶解較多,若氮和氧是化合着的,那末溶在水裏的氣體其成分就應當和尋常空氣一樣了。

(4) 最後,空氣中的各成分,可利用純粹的物理方法來分開牠們。其法,將空氣液化,然後小心地蒸發其中較易揮發的氮氣,使之沸騰而逸去。若空氣為化合物,那末全部空氣就應當在同一溫度時沸騰了。

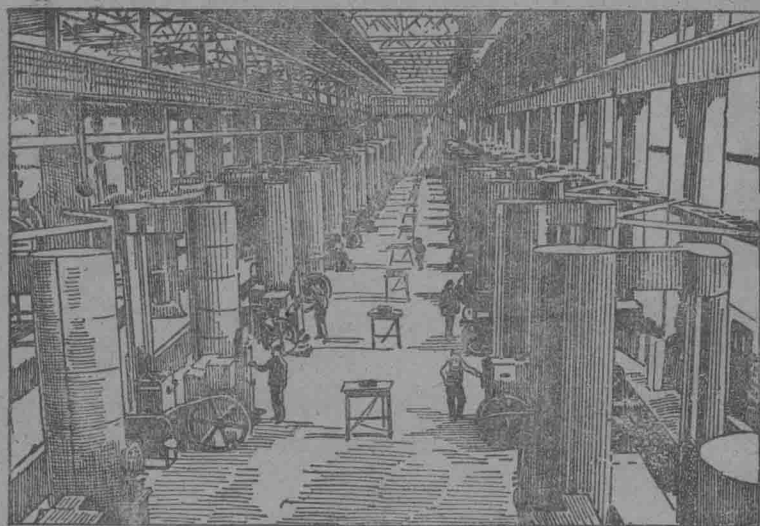


圖 152 由液化空氣以製氮的工廠。試注意其中有很多的膨脹筒

252. 【液態空氣的實驗】 液態空氣現今已成為商品，通都大邑都有成品出售。若把液態空氣傾入尋常的玻璃容器中，牠就從玻璃迅速吸收多量外來之熱，完全沸騰而去。因此，若要存貯運輸之，只能把牠放在一種特製的所謂杜瓦瓶(Dewar flask)裏。杜瓦瓶的構造如圖 153 所示。這種瓶由內外兩個玻璃瓶套合而成，兩瓶中間的空氣，係用抽氣唧筒抽成真空。液態空氣放在這樣的瓶中，因為四周圍有真空，傳熱極慢，所以不易蒸發。爲了要加倍減弱瓶中液體的蒸發作用，常在瓶的隔層中鍍銀，使外界傳來的熱，得爲外層反射而去。盛有液態空氣的杜瓦瓶，又常包以毛氈等不良導體而裝在筐裏，以防熱由外面侵入。



圖 153 杜瓦瓶

尋常的物料，若冷至液態空氣般的溫度，即展露若干奇特的

性質。例如，浸小橡皮球於液態空氣中，然後把牠擲在地上，此球立即粉碎像玻璃球一樣。同理，導液態空氣的橡皮管，也立即會變脆而碎裂。花草等浸入液態空氣中即行硬化；再取出時即質脆易碎。若把燃着的木條，沒入液態空氣中，牠仍能繼續燃燒。若把氫氣或煤氣的火焰端入液態空氣的表面以下，也會繼續燃燒，但所成的水，卻立時凝結成冰。

253 【氮的幾種用途】 在某一類電燈泡中，充着氮氣；藉氮氣的鈍性，可阻止白熱燈絲的汽化。應用水銀溫度計以測量 300° 至 500°C . 間的溫度時，管內水銀柱上面的空間中，也須用壓力裝入氮氣。這樣，管內的水銀即使在牠的正常沸點(357°C .)以上的溫度，也不致於沸騰。此外自由態的氮，又大量用以製造硝酸、氨以及某種含氮的肥料 (§ 294)。

問 題

1. 氮為何對於生命很重要？
2. 若把動物放在純氮中，為什麼必致死亡？
3. 礦物中為何極少氮化合物？
4. 試述三種除去空氣中氧氣的方法。
5. 試述測定空氣中含氧百分率的實驗法。
6. 辨別氮和二氧化碳，要用何種化學檢驗法？

7. 為什麼貯液態空氣的瓶子，不能用緊閉的瓶塞？

8. 把一隻盛液態空氣的茶壺放在冰塊上，則液體沸騰甚烈(圖 154)。試解釋之。

9. 試作下列各反應的方程式：(a) 氮和鎂化合；(b) 在空氣中燃白磷，以除去其中的氧；(c) 二氧化碳和石灰水相遇，生成白色沈澱。

10. 氫氣炬火焰的溫度，何以比燃燒發光煤氣和空氣的噴燈為高？試解釋之。(參看第五章)。



圖 154. 盛在茶壺中的液體空氣，在冰塊上沸騰

254. 【大氣中的稀有氣體】 氫、氦、氖、氬和氙五種元素，存在於空氣中的分量極為微小。其中最多的是氬，以體積計，僅

占空氣的 0.94%；其他四種的總量，不及空氣的 0.002%。氫於 1894 年為拉姆塞爵士（圖 155）和累利、二氏所發現。他們用化學方法來把空氣中的氧和氮全部除去，始得到氫；這是一種既費時間而又很麻煩的方法。但是此後發現氫可以很便利地用空氣液化法製得。至於其他的四種稀有元素，因為牠們存在於空氣中的分量極為微小，所以其分離和研究，實在是一樁費時而吃力的工作。



圖 155. 拉姆塞爵士像
(Sir William Ramsay, 1852-1916)
英國化學家，曾發現空氣中的稀有氣體

上述五種元素，都是著名的鈍性質素。除少數特例外，實際上還無法使之參加化學反應。氫因為具有鈍性，所以常常被用來代替尋常‘充氣’電燈泡中的氮。氮和氫都有防止燈絲上鎢質蒸發而使燈泡發黑的功用。所以燈泡中應用這種鈍性氣體，可使燈絲耐得住較高的溫度；亦即能發出較白的亮光，產生較高的效率。

廣告上所用的‘氬燈’，亦稱‘霓虹燈’（neon lamp），是一根兩端裝有適當的接線端紐（terminals）的玻璃管。管中的空氣已被抽出，而代以少量的氬氣。當這樣的玻管連接於高壓（約 15,000 伏特）電源如感應圈之時，電流就通過氬氣而使之發生鮮明的橘紅色的光。欲得藍光，可在管中裝入氬氣、氬氣和汞氣的混合物。欲得綠光，可在管中裝入與發生藍光的同樣氣體，但此管須用琥珀玻璃或鈾玻璃製成，而不能用無色玻璃。氬燈的用電很省，所以把牠當作廣告燈，是十分經濟的。

255. 【氮的用途】 自從 1819 年以來，另一種稀有氣體

氮，又一躍而為實用上的重要質素。氮的重量約為空氣的七分之一，為僅次於氫的最輕的已知氣體。氮不易着火，所以為充填氣球和飛船的理想氣體(圖 156)。因為以前用氫氣充填飛船，由

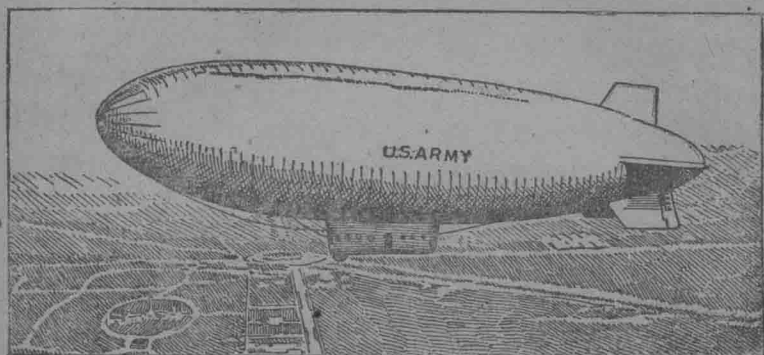


圖 156. 充氮的硬式飛船

於氫氣容易着火，以致屢次釀成巨災。在第一次世界大戰緊張期間，曾經以極大規模完成了航空用氮的生產計劃，而氮的應用在氣球和飛船的發展上占着極重要的地位。在美國得克薩斯州地下所放出的天然煤氣中，約含 1% 的氮，因為氮的沸點很低 ($-269^{\circ}\text{C}.$)，所以可用液化方法把牠從其餘氣體中分離出來。

在這以前，氮被認為實驗室裏的珍品，每立方英尺約值美金 1700 元，並且恐怕從不會有人集得 100 立方英尺以上的氣體。在第一次世界大戰終了時，美國政府就設立了一個大規模的製氮廠，現在每日能產出 60,000 立方英尺，每立方英尺約值美金六分(圖 157)。

氮氣還有一種重要用途，即能減少潛水及沈箱 (caisson)* 工

* 譯註：要在水底工作，除穿潛水衣外，還有‘氣壓沈箱法’ (pneumatic caisson)，即以高氣壓的大箱，沈入水底，使工人在箱中工作。

作的危險。因為潛水衣及沈箱中的氣壓很高，當工人自高壓大氣中出外後，往往會發生所謂潛水病(caisson sickness)*。若是潛水衣或沈箱中的大氣，改用以氮代氧的人造大氣，那末這種病症就可減免。

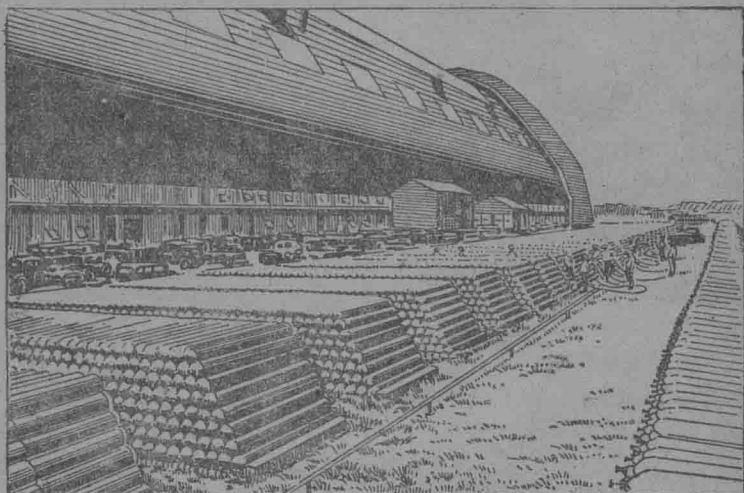


圖 157. 裝壓縮氮氣的鋼匣

256. 【什麼是平流層？】 1931 年，畢卡德教授(Prof. Auguste Piccard) 乘了氣球，上昇到高達十英里的天空，遂引起世人注意上層大氣的興趣。在高達十英里的天空中，大氣的壓力僅為 3.2 英寸，但在地球表面，則為 30 英寸。畢卡德教授和他的同伴，都乘在氣球下面的一間密閉的金屬的球形小室中，他

* 譯註：潛水病係由於人體驟然脫離高氣壓而進入低氣壓所致。因人體久處高氣壓中，空氣中的氮多溶入血液；若氣壓驟然減低，氮即自血液中放出，形成氣泡深入肺、肌肉、關節等處，而發生頭痛、耳痛、重聽、皮膚發癢、神經痛、關節痛等症狀。

們攜帶了儀器和壓縮的氧氣，在這小室中留空達六小時之久（圖158）。他們所要探求的究竟是些什麼呢？

所謂‘平流層’ (stratosphere) 即指較低的對流層 (troposphere) 以外的全部大氣而言，對流層的最高極限，約為離地面七至十英里。最近利用了‘探空氣球’，已發現自地面向上升至平流層邊境為止，其氣溫之降低極有規則；及達平流層後，氣溫就大致穩定，約為 -50°F 。現在科學家所要探求的，就是高空氣溫的確實數據。另一引人注意的研究問題，則為不同高度的宇宙射線 (cosmic rays) 的強度。惟本書為篇幅所限，不便牽涉到近代物理學的這一範圍，祇得從略。

257. 【空氣的組成】 在大氣的組成發現以前，鍊金術士和化學家對於牠已有近 2000 年的研究。在鄉野空曠地方所採得的空氣試樣，除所含水汽有多少外，都有同樣的組成。現在把這樣的乾燥空氣的成分，列表於下：

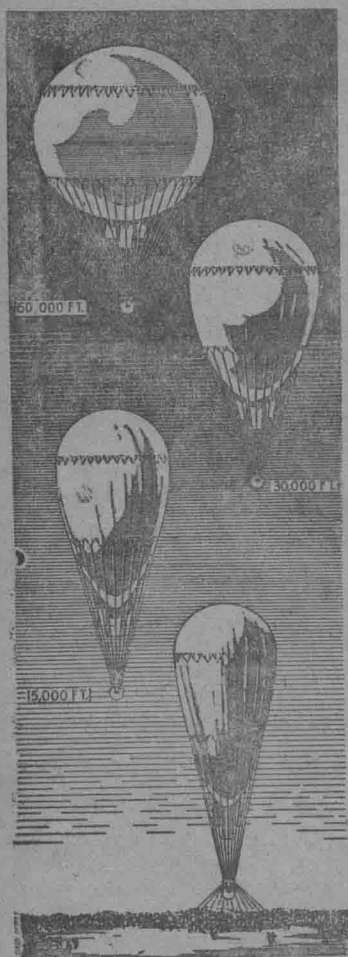


圖 158. 考察平流層的氣球。試問氣球的形狀為何不同

空氣每 100 體積中,含有

氮.....	78 體積
氧.....	21 體積
氫.....	0.94 體積
二氧化碳.....	0.04 體積
氮、氖、氬、氦.....	微量

在通都大邑或通氣不良的地方,空氣中常有或多或少的塵埃、煤煙、微生物等固體物質飄浮着,所以牠的組成不免有若干變動。然若把牠與地球周圍的巨量空氣相比,那末這種變動就不足為奇了。這個大氣的海洋不息地為風和氣流所擾動,所以我們若取空曠地方的空氣來檢查,那末牠的組成總是一定不變的。

258. 【空氣中二氧化碳的任務】 試查上表所列的空氣成分,可見二氧化碳的分量,實在極為微小,然而我們立即就會明白,牠所負的任務,卻是十分重要的。

大氣中二氧化碳的主要來源有二:其一,由碳化合物在燃燒或腐敗時所產生,所以每一個煙肉或煙筒,都有大量的二氧化碳氣體噴入空中;其二,由人畜等生物體所呼出。但就另一方面說,一切的綠色植物都能自空氣中吸入二氧化碳。二氧化碳在葉子裏與根從土壤中吸收來的水相化合。這種巧妙的合成作用所得的產物,是澱粉和糖(碳、氫和氧的化合物),以及自由的氧。我們看見過 § 216)生長在水底下的植物,有氧氣泡放出,即由於此。

把無機物料(二氧化碳和水)轉變成生物質的化學變化,祇能在日光下發生,並且須藉葉子裏綠色物料(葉綠素)的幫助。這種過程稱為光合作用(photosynthesis)。

二氧化碳對於植物的重要應用,已如上述,我們從此可知動植物對於空氣中氧和二氧化碳的供給,實彼此互相為用。把這種循環作用,總括起來,即:植物吸取空氣中的二氧化碳,把牠變