

有機化學講壇試驗

何君超編譯

(修訂本)

商務印書館

統一書號 13017·134

定價 ¥1.10

有機化學講壇試驗

何君超編譯

商務印書館

內 容 提 要

本書係根據瑞士出版的 Hans Rupe 氏所著“有機化學講演試驗指南”(Anleitung zum Experimentieren in der Vorlesung neher organische Chemie)一書翻譯改編而成,內容注重脂肪族和芳香族兩部門的實驗,而以脂肪族的材料較多。對於不適於作講壇試驗的材料,如脂環族及雜環族的各種天然產物以及維生素、激素等,多在放棄之列。所有各項試驗,都從打下有機化學基礎,多多演示有機化合物官能團的作用等等着想,以提高學習效率。

本書可作為大學和中等專科學校教學有機化學實驗的手冊,亦可供學生自修參考。其中許多試驗,也可供學生在實驗室中實習採用。書末附有索引及附錄,便於檢查。

有 機 化 學 講 壇 試 驗

君超編譯

商 務 印 書 館 出 版

北京東總布胡同10號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第107號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 13017·134

1937年10月初版

開本 850×11681/32

1957年6月4版

印張 72/16

1959年4月上海第3次印刷

印數 8,701—10,700

定價(10) 華1.10

目 錄

脂肪族	1
碳化氫	1
甲烷	1
乙烷	4
石油	6
乙烯	6
乙炔	10
輝照氣(煤氣)	16
碳化氫的鹵素衍生物	19
一鹵化合物	19
乙氯 乙溴 甲碘	
二鹵化合物	22
二溴乙烯 二氯乙烯	
三鹵化合物	23
三氯甲烷 三碘甲烷	
醇類	27
甲醇	27
乙醇	27
發酵的試驗	29
醚	33
乙醚	33
醇與無機酸所成的酯	38
亞硝酸乙酯	38
硝酸甲酯	38
脂肪族硝基化合物	40
亞硝酸對於硝基甲烷的作用	40

硝基化合物的還原	40
胺	42
烴基鋅	43
鋅銅偶 碘化乙鋅 二乙鋅	
鹵化烴基鎂(Grignard 反應)	
碘化甲鎂或溴化乙鎂 溴化羧鎂	
醛	50
甲醛	50
乙醛	54
三氯乙醛	56
不飽和醛	57
丙烯醛	57
酮	58
丙酮	58
用烴胺作試驗	60
過氧化丙酮	60
三氯甲烷化丙酮	60
飽和酸	62
甲酸	62
乙酸	64
丁酸	66
肥皂與蠟燭	66
不飽和酸	70
對於高錳酸鉀的態度	
酸的衍生物	71
酸酐, 乙酸乙酯	71
酸鹵, 氯化乙酯	72
酸酐	72
氰化合物	74
係	74

氫氰酸	75
氰酸	76
硫氰化合物	77
二價化合物	78
乙二酸	78
醇酸	79
2-羥丙酸	79
氨基酸	80
氨基乙酸, 銅鹽, 蛋白質的色反應	
二酮	82
乙醯丙酮與苯甲醛縮苯胺的反應	
酮酸	83
丙酮酸	83
丁酮酸乙酯	83
丙酮酸苯胺	86
苯基甲基吡唑酮	88
乙二酸一酯乙醯酯中碳氧氣的解放	87
重氮甲烷	88
碳酸衍生物	89
脲	89
碳化矽	91
一氧化矽	94
水煤氣	98
雷酸	98
二價酸	101
乙二酸	101
丙二酸	102
丁二酸	103
嘧啶類	104
尿酸, 葉酸鈹	104

茶精	105
叁價化合物	106
甘油, 丙三醇	108
肆價化合物	108
酒石酸, 丁二羧二酸	108
檸檬酸, 3-羧基戊醇二酸	108
伍價及多價化合物	109
醣類	109
葡萄糖 五乙醣葡萄糖 澱粉 纖維	
棉花藥 乙醣纖維 絲光棉 羊皮紙	
膽固醇的反應	117
咪喃甲醯與吡咯的反應	117
吡咯	117
芳香族	119
苯	119
苯乙炔	121
苯的熱分解	121
苯的硝基衍生物	123
硝基苯	128
間位二硝基苯	123
苯的磺酸化	124
苯基硝基甲烷的試驗	124
苯的鹵素衍生物	125
二氯化碘苯	125
二氯化碘苯	125
氯化及碘化二苯碘	125
硝基苯胺及苯基羥胺	127
二硝基二苯胺	127
苯基羥胺的試驗	127
亞硝基苯	127

苯胺	128
二硝基甲苯	131
苯胺的試驗	131
二苯胺	132
苯氨基甲酸乙酯	133
重氮化合物	134
重氮硫酸鹽	134
重氮鹽溶液的試驗(Griess 反應)	135
重氮過氯酸鹽	136
氧化偶氮苯	136
氨基四氮二烯伍圈的重氮鹽	137
偶氮苯	137
偶氮染料	139
苯胺磺酸的重氮化	139
染料的製備	139
染色	140
β -萘酚與重氮化對 <i>p</i> -硝基苯胺所成的染料	141
與 β -萘酚的配合	141
染料直接構成在棉布上	142
榴紅	143
萘酚 AS	143
猩紅 G	144
櫻草黃	144
偶氮化合物經還原而分裂	144
順與反的重氮酸鹽	145
對位偶氮基偶氮苯	146
亞硝基二甲苯胺的製備及分裂	147
Liebermann 的亞硝基反應	148
由亞硝基 N-二甲苯胺得甲烯藍	148
硝基苯胺	149
葵黃	150
苯胼	150
二胺	151
甲烯藍的製備	153

苯酚.....	155
硝基苯酚.....	155
三硝基苯酚.....	156
多元酚.....	158
鄰位苯二酚.....	158
間位苯二酚.....	158
對位苯二酚.....	159
苯醌及其試驗.....	160
苯的氧化.....	161
四羥基及二羥基苯醌.....	162
精元.....	162
苯三酚及其發光現象.....	164
丙烯與異丙烯化合物的區別.....	164
合成聚合物.....	166
芳香醛.....	167
苯甲醛.....	167
苯甲醛縮苯肼.....	168
苯甲醛縮氨基脲.....	168
水楊醛.....	138
芳香酮.....	169
Michler 酮(四甲二氨基二苯甲酮).....	169
金黃胺的製備.....	169
間位硝基苯甲醛與苯乙酮的縮合.....	169
羥基酸的製備, Saytzeff 及 Reformatzki 的合成法.....	171
芳香一鹽基酸.....	172
苯甲酸.....	172
氨基酸, 乾酪氨基酸.....	172
羥基酸, 隣羥基本甲酸.....	173
芳香二鹽基酸.....	174
苯二甲酸.....	174
苯二甲酸酐.....	174

酚類	174
螢光黃	175
三鹽基酸	176
三羥基苯甲酸	176
鞣質	176
聯苯衍生物	178
聯苯胺	178
剛果紅的製備	178
三苯甲烷	180
對位硝基三苯甲烷	180
三苯甲醇的鹽	180
品紅, 品紫	180
無色鹼	182
孔雀石綠的胺鹼	182
品紅的染色試驗	183
鹼藍的染色	184
三苯甲基作試驗	184
二苯氮	185
萘	186
萘胺的反應	186
萘酚的反應	186
α -萘酚的合成法	186
α -萘酚的其他反應	186
α -亞硝基- β -萘酚的試驗	188
蒽	189
蒽素	189
蒽醌的還原	190
喹啉黃	190
吡啶類	191
吡藍	191
吡藍的染色	193
吡啶鹽的染色	195
脫氫吡	195

吡啶英藍	196
羧性染料的變染	196
陰丹士林藍	197
有鎳催化的氫化法	198
索引	201
附錄	214
有機物的顏色反應	214

脂 肪 族

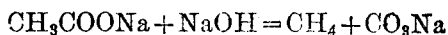
碳 化 氫

甲 烷

(Methane, CH₄)

甲烷的製備

I. 從乙酸鈉製備。



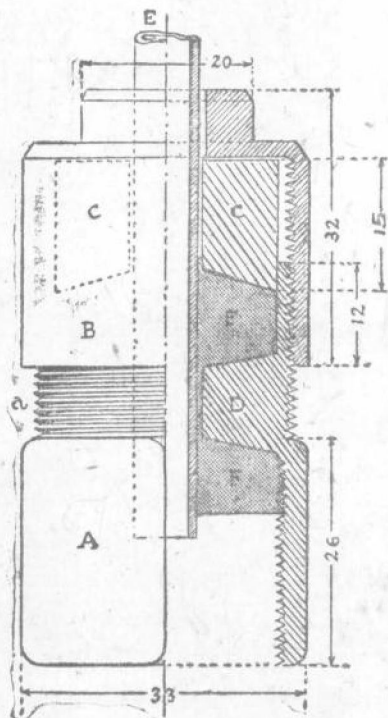
75 g 乙酸鈉, 75 g 石灰鈉

用同量重複熔化的乙酸鈉和石灰鈉在磨鉢中密切研和, 而後裝入燒管熔閉的一端。將燒管在燃燒爐中加熱到開始紅灼。氣體立即發生。證明其不含空氣之後^①, 就將這氣體導入於貯器^②。

所得甲烷氣體, 因挾有細微鈉鹽, 所以燒燃時常略帶黃色。即使氣體通過多個洗瓶仍未能完全除去鈉鹽, 但用木棉裝入 20 cm 長及 2cm

① 將橡皮管一端和燒管聯接, 另一端和一短段的小玻璃管聯接, 將小玻璃管浸在杯中。若上升的氣泡安然燃燒, 便是空氣已被排斥。

② 要按這法製大量甲烷則宜用鍍鐵管 (給氣或給水管) 約 1 m 長及約 3—4 cm 內徑。管內兩端刻成螺旋紋。其後端旋入螺旋活塞, 以備去塞時可以洗除管中污穢, 必需時更用火棉線密封。其前端用銅製之封帽旋在上面, 依照填料面的辦法, 用石綿封閉, 使玻璃管插入而不漏氣 (見第一圖)。



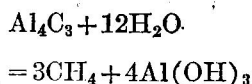
第一圖 填料函

- A = 下半部旋於管上，
 B = 上半部旋於螺絲 a，
 C = 圓錐形壓力環，
 D = 軸環，
 E = 玻璃管，
 F = 石棉板。

寬的玻璃管中作為濾器可以除去。

這管可以妥為保存作為其他乾餾，如石炭(煤氣)、木材(醋酸或木醇)、及乙酸鈣(丙酮)等的用途。

II. 從碳化鋁^①製備。



因碳化鋁容易得到而價也便宜，所以這方法比較第一法便利。用容積 $1\frac{1}{2}$ L 圓底燒瓶，配置兩孔的塞，其一孔插漏斗管到瓶底，其他一孔插一枝出氣管。瓶裏裝 70 g 粉狀的碳化鋁，注少許水在上面。將瓶放在石棉板上用鐵架的鐵夾夾住。於是加熱到反應開始；若反應太強烈，則從漏斗管注入冷水使其緩和。這樣可以製大量的甲烷，但其中不免含有少許磷化氫。

上述數量的碳化鋁至少可以製成 24 L 的甲烷。

用甲烷作試驗

1. 甲烷的燃燒。將由小玻璃管流出的甲烷氣點燃：甲烷燃時有微弱

① Moissan, Compt. rend. 119, 16 (1894).

的黃色光焰。

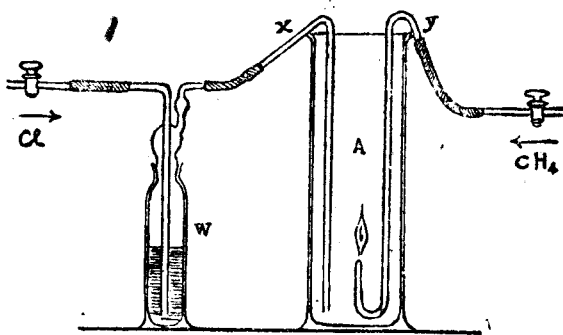
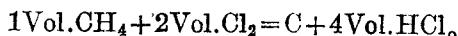
2. 和氧氣所成的爆炸。要使氧氣和甲烷氣的混和物爆炸須極準確量定 1 容積的甲烷和 10 容積的空氣混和，所以不如用 1 容積甲烷和 2 容積氧氣混和而爆炸較為簡單。



用兩試管約 25 cm 長， $2-2\frac{1}{2}$ 吋淨徑，或更好是約 5—7 cm 寬及約 25—30 cm 長的玻筒，用色筆將其分為三部分，其口緣須經磨琢而可以用粗面玻璃封閉的。在水槽中先將 2 容積氧氣而後將 1 容積甲烷，引入玻璃筒中，稍待些時使兩氣體從容擴散，或將玻片所蓋之圓筒多次旋轉而促其擴散，於是移火近水槽，於圓筒從水中取出之一頃刻急速以筒口近火。暴發時有呼嘯之爆炸聲。——這種試驗可以毫無危險。

3. 甲烷不維持燃燒。用較大的立式圓筒裝入甲烷，蓋好玻片，放在驗台上。於揭開玻片時將插在彎折的銅線上已燃燒的蠟燭沉下。甲烷在筒的上部燃燒而筒裏的燭焰則熄滅。甲烷燃燒之後將銀液傾於筒中，立即可有強盛的混濁物出現。

4. 甲烷在氯氣中的燃燒：



第二圖 甲烷在氯氣中燃燒

試驗布置如第二圖：

將氯氣導經 x 管到高約 40 cm、寬約 10 cm 之立式圓筒 A 中 (W 是裝有硫酸的洗瓶，若氯氣從鋼筒中來則無須有洗瓶)，另將甲烷貯器的橡皮管和一個小玻管 y 連接如圖所示。玻筒已充滿氯氣之後稍斷氯氣氣流而將已燃且有 2—3 cm 高火焰的甲烷氣導管放入筒中；於是氣體燃燒而生紅黃色的火焰，同時有煙霧及煤屑與鹽酸氣發生，於是又將強盛之氯氣氣流導入。火焰的高度可以放大到 10 cm。(最穩妥的氯氣發生器是鋼筒，否則 Kipp 發生器亦可用。)

5. 用電花使甲烷分解。

用 Hofmann 式量氣管，其一端有鉑絲封入的，於汞缸上裝入 30 ccm 純甲烷，於汞所在地位作一個記號。兩鉑尖用銅絲連接於一個小感應器上 (1 cm 長之電花已足用)；電花一經開始則氣體容積立即擴大，尋常於 45 分鐘內已達到兩倍： $\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{H}_2$ 。兩鉑尖中間常有一個炭屑所成的橋，輕敲就散去。

乙 烷

(Ethane, C_2H_6)

電解乙酸鈉^①的乙烷製備法

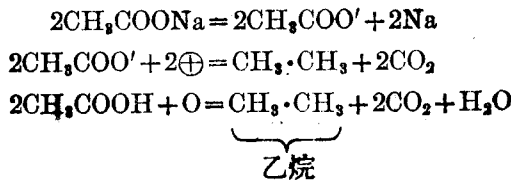
假如這種電解不是要收集氫氣的，那末所用的儀器就較為簡單。用一個電池的黏土筒，其直徑約 4—5 cm，用軟木或橡皮塞封閉，將一條簡單的鉑絲穿過木塞，作為陽極，使其可以達到高度的電流密度。另將一枝垂直的小玻管穿過木塞，管的上部吹成球形 (因溶液常生強盛的泡沫)；於球形的上端將玻管彎折，用橡皮管將其和洗瓶連接，洗瓶中裝有氫氧化鋇的飽和冷溶液，這洗瓶另和第二個貯有濃聚氫氧化鈉液的洗

① Kolbe, Ann. d. Chem. u. Pharm. 69, 257 (1849).

瓶相銜接。但所有玻管只須略浸於液中，務必使筒中的壓力儘量減小。最後將氣體導到水盆而將其收集於一個立式玻筒中，或更好是用容積 100 至 200 ccm 的小滴液漏斗，作氣體收集器。先將滴液漏斗用水裝滿，使其口向下而倒置於水盆（可以用一玻盆或磁盆）。於裝滿氣體之後將漏斗的球形部分壓在水中，而小心開其活塞。氣體被水壓出，可以安然在漏斗管的尖端點燃。黏土筒豎於一個較大的玻杯或玻璃所製的電池中，杯內亦貯有飽和的乙酸钠冷溶液。加幾滴乙酸使溶液酸性化。

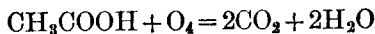
作為陰極的是一個銅板所成的圓筒，圍繞於黏土筒外面。電流在 8 Volt 時分解就開始，但電壓以 10—15 Volt 為合式，否則分解太慢。其陰極的電流密度至少須每方 dm 是 100 Amp。陽極室內溫度的升高亦須避免，不得超 20°（但講台試驗不必有冷凝）。裝滿一個滴液漏斗，其容積是 200 ccm，其電流為 10 Amp 時需 10 分鐘的時間，若電流是 12 Amp，則每秒鐘可以得到 1,000 至 1,200 ccm 的乙烷。

電解的方程式如下：

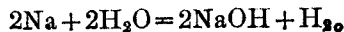


二三兩方程式在陽極上進行，其間有 1 容積乙烷和 2 容積碳酸氣的混和物發生（碳酸氣被氫氧化鋇所收回）。

此外，其氧氣的消耗如下列的方程式所表示：



陰極上鈉的變化像尋常的方式，和水成氫氧化鈉和氫：



試驗開始之前要檢查電線是否和兩極相連時可用電極試紙（用濾紙略浸硫酸鈉及酚酞則於負極上生紅色；或用食鹽液所浸的石蕊紙則於正極上生紅色）。

石油(Petroleum)

用石油作試驗

1. 石油的蒸餾。

用圓底燒瓶，其容積為 1 L 的，裝入 $\frac{1}{2}$ L 美國石油。通過燒瓶的木塞插一個小蒸餾柱 (Dephlegmator)，蒸餾柱中裝溫度計。蒸餾柱的出口和斜傾的冷凝器聯接。放燒瓶在銅絲網上加熱，或更好在一個 Labo 氏漏斗上加熱。用數個圓錐形小瓶作為蒸餾物的接受器，瓶上各貼有標，記紙記好各部分蒸餾物的沸點。

按照工業上的分餾溫度作如下的蒸餾：

50 至 60°	.....	Petroleum ether	石油醚
60 至 90°	.....	Petroleum-benzine	輕油
90 至 120°	.....	Ligroin	揮發油，中油
120 至 150°	.....	Wash-oil	洗濯油
150 至 300°	.....	Kerosene	燈油

2. 石油之燃燒。

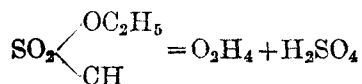
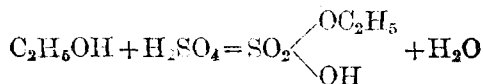
在瓷盆上放一個裝滿石油的試管。將已燃的火柴浸入液中則火立即息滅。如將瓷盆放在水浴或銅絲網上小心加熱到 30°，其所發生的氣體有已燃的火柴接近時立即燃燒。

乙 烯
(Ethylene, C_2H_4)

乙烯的製備。

I. 從乙醇製備。

70 ccm 乙醇, 225 ccm 粗製濃硫酸



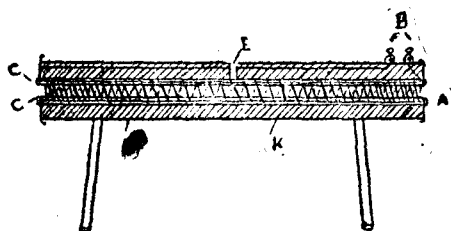
約 $2\frac{1}{2}$ L 容積的圓底燒瓶放在銅絲網或 Babo 漏斗上, 瓶中的四分之一裝乾沙, 將 70 ccm 乙醇傾入, 而後小心使 225 ccm 粗製濃硫酸流入。要避免過度發熱時可將燒瓶放在水管的龍頭下面(可以照需要的情形於講演之前準備)。於是用木塞封閉燒瓶, 木塞有兩孔, 於其一孔插入導氣管, 於另一孔則插入滴液漏斗。裝置完畢就開始加熱(瓶中的沙可以儘量防止泡沫), 於檢查發生的氣體不含空氣之後, 將氣體收集在蓄氣筒內。隨後再從滴液漏斗慢慢加入 200 ccm 乙醇和 300 g 硫酸的混和液, 使反應的進展平勻而活躍。因為這樣所得的氣體常含不少的硫酸(一部分硫酸因為能將少許乙醇氧化而被還原), 所以須將其通過兩個裝有氫氧化鈉濃液(30%)的洗瓶。這種試驗用濃磷酸比用濃硫酸更宜。

300 g 糖漿狀的商業磷酸放在瓷盆中, 隨時攪拌而慢慢加熱到 220° 於其未冷時傾入燒瓶中, 所用的燒瓶容積只須 1 L, 又在瓶塞上須另有一孔容納溫度計, 因為乙醇加入須在 210 到 220° 之間。這樣所製的乙烯比較用硫酸所製的純淨, 因為由硫酸所製的乙烯含甚多一氧化碳^①。

① 見 Gattermann-Wieland 第 21 版, 1028, 第 97 頁。

II. 藉催化作用的乙烯製備法。

這法用一個銅管(第三圖)。銅管 *A* 長 60 cm, 內徑 25—30 mm, 壁厚 2 mm, 用鉻鎳線纏繞, 纏繞之處厚約 1 mm, 線之自身用石棉絕緣; 因為要使從管的中間到兩端不至有強烈的溫度低落, 所以纏繞於兩端的線稍密; 共計纏繞 80 匝已是足夠。纏繞的位置再用粗石棉線 *C* 緊紮。鉻鎳線的兩端在夾子 *B* 上夾住, 夾子也用織物絕緣。這纏繞的管又放在內徑約 12 cm 的鐵套筒 *D* 中, 兩筒中間用矽藻土 *K* 充實。套筒的兩頭用鉛鐵片封閉, 片上留兩孔容納銅管, 這樣則銅管伸出套筒之外約幾個 mm。在套筒的中段插入一個小銅管 *E*, 使其達到石棉線纏繞的位置, 以容納溫度計。所得的度數當然只是相對的溫度。要知道管內原有的溫度時須將溫度計試探管內各部分, 並將溫度和安倍計上所有之數據同記於表上; 要有正確的溫度調整時須利用這種儀器。最準確的設備(但這裏非所必需)是用適當的熱電偶(上面有銀合金絲及電流計的)。用 150 V 的交流電就需要 3 到 4 安倍以達到管內的正確溫度, 像上面的試驗所需的溫度約為 400°。全部燃燒爐應放在四個支柱上面。

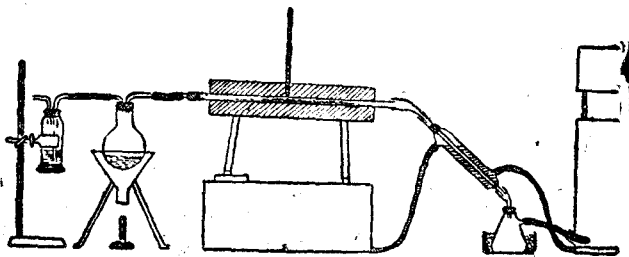


第三圖 電爐

銅管中再放一個闊徑的玻璃管, 其兩端伸出爐旁約 10 cm。管中鋪置乾燥氧化鋁。氧化鋁的製法如下: 將商品硫酸鋁, 照所需的數量用熱水溶解, 濾後, 趁其還熱時用 20% 的碳酸鈉液使其沉澱。沉澱物於濾

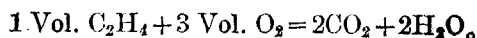
後用熱水長時間洗濯而後放在 110° 的乾燥箱中使其乾燥；乾燥後裝入管中，輕敲玻璃管，使管內多留餘地。玻璃管的一端和一個 750 cc 的燒瓶相聯接，燒瓶另放在一個水浴上。（見第四圖）。燒瓶中裝 250 cc 酒精（勿忘防沸石），燒瓶瓶塞的第二孔插有安全管，管和另一個瓶相接，瓶中的汞約 2 cm 高，這安全管即通到汞的下面。電爐的一端稍為傾斜，玻璃管之一端用一個曲套管和冷凝器銜接，冷凝器的一端插入一個空瓶（吸收瓶）中。由空瓶旁的枝管接一個橡皮管，通到一個貯氣筒。

演講之前將電爐燒熱，試驗時慢慢地將酒精加熱。酒精的蒸發氣經過電爐，因為催化作用被分解為水和乙烯。水及小部分未變化的酒精在瓶中凝縮，瓶的周圍用冰凝冷，乙烯慢慢地發生而升入貯氣筒中。若電爐的溫度正確，酒精的沸騰不太猛，則全部酒精可以分解，演講時可以得到充分數量的乙烯。



第四圖 催化作用的乙烯製備法
用乙烯作試驗

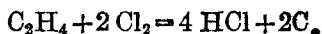
1. 乙烯的燃燒。燒時有發光及弱煙的火燄。
2. 以氧氣使其爆炸。



試驗方法可以如同甲烷的暴炸，但用 Arendt 所述之本生燈更好。一個燈孔銲接一塊小銅片將其封閉，另一個燈孔銲接一段厚壁小銅管，小銅管在燈的內部向上彎折。於是由貯氣筒導出乙烯經氣管而燃燒，其

火燄約高 8—10 cm。其小銅管則用橡皮管與一氧氣鋼筒聯接^①。活塞一開就有爆炸混和物構成，爆炸時有巨響。火燄不得高逾 10 cm，以免損壞本生燈。

3. 乙烯在氯氣中燃燒。



試驗方法和上面甲烷的試驗相同。

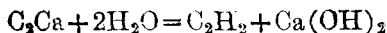
4. 乙烯通過灼熱管的分解。用不易熔化的玻管，長約 20 至 30 cm，內徑約 0.8 至 1 cm，其中部吹成球形，兩端略為伸延，固定於鐵架上。管的一端接橡皮管以通於貯氣筒。慢慢將乙烯氣體導出經過玻管，在其另一端點燃。在球形部分先用本生燈火燄，隨後用水線吹射器的火燄加熱（預先備妥）。不久就有紅熱的炭分出而積在球形的內部，冷後成為黑鏡（於是可將玻管傳觀）。管的後端有少許煤膏分出。

乙 炔

(Acetylene, C_2H_2)

乙炔的製備

近代製備乙炔還只有利用碳化鈣的方法^②：



從前的試驗室製法是利用苛性鉀醇液對於二溴乙烯的作用，今日已不在考慮之列。

避免製備乙炔的危險可用 Kipp- 儀器，像 Heumann-Kühling 書中第 327 及 546 頁所敘述的。所應該特別小心的是儀器球形部份的玻

① 若未備有鋼筒而用貯氣筒，則須在筒的上部貯足量的水，將活塞完全開放，使氣氣受相當的壓力而進到燈管中。

② Ber. 25, Ref. 268, 850 (1892); Ber. 27, Ref. 238, 297 (1894).

壁須用石綿紙襯托，以免強烈受熱。加於碳化鈣的不用水而用飽和的食鹽溶液，因為用純水恐怕反應過於猛烈。5 L 的小貯氣筒可以在短時間內裝畢。要試驗氣體中有無空氣混入可以參閱甲烷的試驗。

要迅速製備幾個 L 的乙炔時可以用厚壁的 Erlenmeyer 吸瓶，瓶中裝 300 cc 食鹽溶液，瓶頸用木塞封閉。用粗鐵線穿過木塞，其下端懸一個鐵絲網所製的圓筒，筒約 10 cm 長 2 至 3 cm 寬，其中放碎塊的碳化鈣。隨同圓筒浸入液中的深淺而反應有快慢。所發生的氣體可以由接在吸瓶支管的橡皮管導入貯氣筒中。

用乙炔作試驗

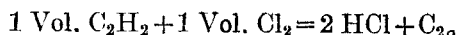
1. 乙炔的燃燒。將乙炔通到玻管的尖端燃燒則發生強盛有煙的火燄。要防止其發煙並使火燄光亮，則氣體須受相當壓力從細微的孔口導出。多半燃燒乙炔的燈都是照這原理而構造。在鑄銅或更好則在滑石上穿兩細孔，使氣體由兩孔出而匯合一處燃燒則生光亮的火燄，其光力勝過 Auer 式燈，而且光線富有中等的屈折性。若貯氣筒上部的貯水器中有足量的水，使氣體經強大的壓力而外流，則試驗更覺得滿意。

2. 乙炔與氧氣混合的爆炸。



作此試驗時用上述試驗乙炔爆炸的燈。惟火燄高度不得超過 3 到 5 cm，因其爆炸比較乙炔爆炸更強，乙炔比乙炔更易分解，有使燈炸壞的危險。

3. 乙炔在氯氣中的燃燒。



這種試驗也可以按照上述的甲烷及乙炔試驗法實行。下述方法也很好：用一個 30 cm 高的燒杯或玻筒，其中貯氯氣飽和的水。投入幾小塊碳化鈣，同時導入氯氣氣流。所成乙炔一部在水中，一部分在水上燃

燒，同時水中聚有煙團。要使氣體繼續燃燒時須不斷導入強盛的氯氣氣流。

4. 乙炔比乙烯容易分解。燃燒時分解溫度甚低，是 780° 。若要加以證明，可以用 40 cm 長的燃燒管，由貯氣筒導出乙炔，在管的其他一端燃燒。管的兩端略為拉長。管的中間用一個 Teclu- 燈加熱。這裏逐漸有細炭及煙末積聚，不久即灼熱而且竟開始燃燒。細察其現象有如下述：假如燃燒管已燒到相當的溫度則見其內部有灼熱的球構成，而向氣流相對的方向滾轉一小段的路，熄滅，而幾秒鐘後重新構成。若使講堂黑暗則這種現象更容易覺察。乙炔於構成時吸熱甚多，可見其所含的能量甚大，而這熱能於分解之一頃刻又被解放。

5. 固態乙炔。在試管中懸一塊大小適合的白鐵片，於液態空氣冷凝之下用導管導入乾燥的乙炔。乙炔凝結成白塊，可以藉白鐵片將其抽出而燃燒。這固態乙炔燃時有光亮而強發煙的火燄。這試驗需時約五分鐘。

6. 乙炔化銅 (C_2Cu_2) 的製備及其爆炸。預製無色的硫酸亞銅氨液^①如下：於 250 cc 水中溶解 5 g 硫酸銅，加入 20 cc 20% 氨液。在另一瓶中溶解 15 g 脛胺的鹽酸化物，也用 250 cc 水。演講時將兩溶液傾併而搖動，得完全無色的溶液，同時有氮氣小氣泡發生。這種溶液可以作下述試驗的用途。封妥放在暗中可以保存幾日不變。

(a) 用 20 cm 高的玻璃筒或高脚杯盛這種溶液到了一半。經過一個深達筒底的玻管導入乙炔，不久就有容積甚大、褐紅色的沉澱物出現。立刻將沉澱物吸出先用水而後用酒精洗濯（吮吸瓶及濾器預先備妥），放在真空乾燥器中乾燥。於第二次演講時就可以演示其爆炸，但於演講前一日製成更好，因為製備之後就可以接連試驗其爆炸。試驗時用

① Ber, 32, 2697: (1899).

一個銅或鐵製的小坩堝，放 1 g 乙炔化銅在坩堝裏，坩堝下面用小火加熱。不久就爆炸而生巨大聲響。

100 g 硫酸銅及 30 g 食鹽溶解於 300 cc 水中，加熱。導入亞硫酸到全部氯化亞銅沉澱為止。

(SO₂ 可以從一貯氣筒中取出或更切實的辦法是用硫酸滴入酸性亞硫酸鈉而製備)。

所成的白鹽在濾斗上用水沖洗，最後用酒精及醚洗滌，成品有黃色。將其放在 Erlenmeyer 瓶中，加入 400 cc 濃氨液 (24°Bé)，於是氯化亞銅完全溶解。導入乙炔，即刻有褐紅色的乙炔化銅析出。放在濾斗上吮吸，先用水而後用酒精及醚洗滌。在乾燥器中乾燥。這種成品可以保存三個月而不損失其爆炸性。

須加以注意的是市上的氯化亞銅所製成乙炔化銅，烈性較大，感覺性較靈，在乾燥的狀況下用勺子磨擦也能爆炸。

試驗前製品須謹慎乾燥，多次放在真空乾燥器中。

(b) 在一塊玻片上放一小堆乙炔化銅，用預先有硝酸濕潤的玻棒 (硝酸比重 1.4) 觸動，這鹽就突燃，藍燄，生巨響。但這藍色火燄只在晚上或黑暗的講堂中可以覺察。這試驗也可以有如下佈置：在一個燒杯中放少許尋常硝酸，用小勺投入少許乙炔化銅。這化合物立即燃燒而生藍色火燄。^①

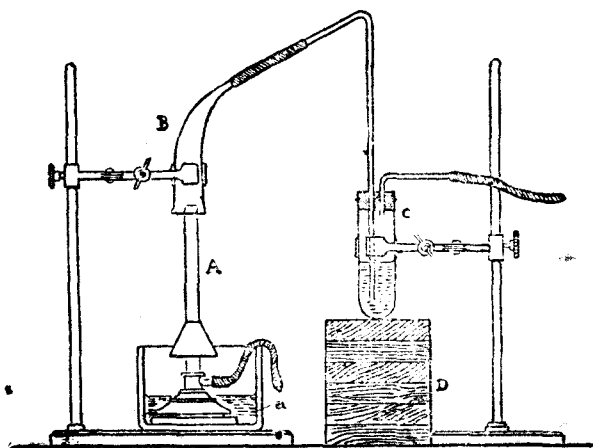
(c) 乙炔和氯或溴所生的爆炸。用配有滴液漏斗及導管的小瓶，由濃鹽酸和高錳酸鉀所發生的氯氣引到一小堆的乙炔化銅上面。乙炔化銅立即爆炸。

另放少許乙炔化銅在瓷皿上，再將瓷皿放在玻杯中。用滴瓶將少許溴液滴在其上面，立即爆炸。

① 此試驗係由 E. Linder (Basel) 所發現。反應如何尙未有公式足以解釋。

7. 檢定煤氣(輝照氣)中乙炔的存在。在洗瓶中放幾 cc 亞銅溶液,使導氣管浸入液中。於是導入煤氣,若有乙炔存在則溶液呈紅色,漸而深紅,有乙炔化銅沉澱。

8. 檢定由本生燈燃燒反縮所成的氣體中有乙炔存在^①。最好用 Teclu-式燈,因其善於反縮(不燃於管端而燃於底部)。將其上端的火燄吹滅,而使其底部氣體出口有小火燄燃燒(第五圖)。



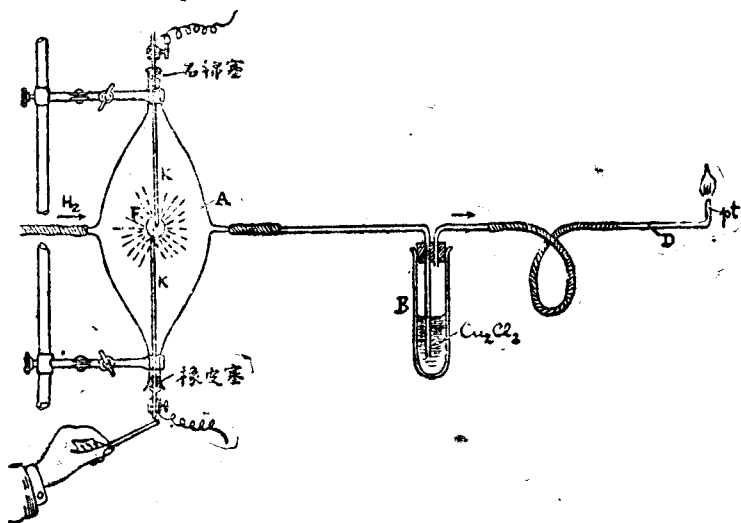
第五圖 本生燈火燄反縮時有乙炔存在

- A = Teclu-式燈
 B = 口徑約 4 cm 寬的曲套管
 C = 小洗瓶(硫酸亞銅氨溶液)
 D = 墊木
 a = 水

9. 從碳和氫作乙炔的原素綜合 (Berthelot 的古典試驗)^②。用橢圓形的玻器,兩尖端的內徑約 1.6 到 1.8 cm,腹部有兩小管,供氣體

① Blochmann, Ann. 173, 179 (1874).

② Berthelot, Ann. Chim. Phys. (4) 13, 143; III, 67; 65, 亦見 Lepsius, Ber. 2, 1638 (1890).



第六圖 乙炔的電弧綜合

出入，其內徑約 5 到 7 mm。腹部的直徑約 12 cm，兩尖端相距長約 20 cm。玻器的兩尖端通入碳極 K ，上部極熱用石棉塞而不用橡皮塞。下部可以用橡皮塞。上下部的塞須完密不漏氣。兩極之兩端斜對，距離約 5 mm，外部的兩端各接上電線。要避免危險，氫氣氣流須甚強，所以必須用鋼筒的氫氣。氫氣由橡皮管導入玻器中，外流的氫氣通過洗瓶，瓶中貯有氨液所溶解的亞銅鹽（見上述的試驗），瓶的出口接橡皮管，管的其他一端另接小玻管或具有鉑尖 pt 的金屬管。先將氫氣導入全部儀器中；若全部儀器裝滿氫氣（應作試驗檢定），則此氣體即在鉑尖燃燒，氣流須加調節，使所成之火燄約 10 cm 高。佈置完畢後由助教通以電流，慢慢由 10 到 11 Amp，6 到 8 Amp。儘可夠用。於是用一粗長的桿推下部的碳極和上部碳極接近而成電弧，再使下部碳極退回，使電弧愈大愈好而不中斷（用黑鏡保護眼睛）。不久之後，銅液就着色，起先是紅色，漸而暗色，幾分鐘後就有強盛的乙炔化銅沉澱，同時氫

氣的火燄呈黃色。既見有顯明的乙炔化銅構成，就將試驗停止，否則全部儀器有太熱的危險。若銅液預加幾滴亞拉伯膠液則使紅色更顯明，而沉澱物成爲膠態乙炔化銅。助教於試驗時，其手須不離制電器，可以於試驗不完滿時立即將電流制止。全部儀器任其在徐緩的氫氣氣流中冷卻。

輝照氣(煤氣)
(Illuminating-gas)

煤氣的製備^①

所用的蒸餾器如同製備甲烷及丙酮等所用的鐵管，放在燃燒爐上。由此先通一枝玻璃管到炭膏分離器。分離器是用約 1 cm 內徑的玻璃管彎折而成兩三個 S 或 U 形，其高約 20 到 25 cm。玻璃管放在貯有冷水的盆裏。和這分離器相連的是一個洗濯器，用小乾燥塔做成最爲適宜。塔中裝浮石或焦炭屑；塔下的孔用兩口的木塞封閉，一口是氣體導入處，一口裝有向下垂直的活塞，以卸去澆淋殘水。塔的上端一口也用兩孔木塞封閉，一孔插導氣管，其他一孔插滴液漏斗，慢慢地引水澆在浮石上面。於是將氣體導入乾燥器中，乾燥器就用尋常的乾燥器；氣體由下部進去上部出來。乾燥器中放一兩層的鐵絲網，網上放有氫氧化鐵(研碎的青鐵礦)和石灰及木屑的混合物。氣體由此入貯氣筒。可以用無底的大玻璃瓶懸在蓄水池上面作爲貯器筒。

鐵管(蒸餾器)中裝磨碎的煙煤。將燃燒爐用小火燄慢慢加熱，否則氣流太猛時挾帶太多的煤膏。燃燒爐的燈每隔兩個或三個點燃則火力已是足夠。約十分鐘後儀器各部都有氣體充滿(試驗其有否空氣混入)

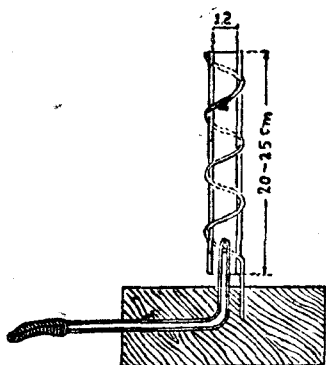
① 關於煤氣之製備有不少之敘述。Heumann-Kübling, 552 頁; Arendt, 756 頁等。

於是可以將其導入貯氣筒。約 25 到 30 分鐘後貯氣筒中可以裝約 8 L 的氣體。由貯氣筒再引一枝管到空中。若略施壓力於貯氣筒，就可以由這管導出氣體而加以燃燒。

用煤氣作試驗

1. 本生燈。演示本生燈的原則及其火燄的反縮有 Piccard 所敘述的玻璃模型最為適用(第七圖)。

在木頭上穿一孔，使折成直角的玻璃管可以通過，管頭略為拉長(木頭穿孔使玻璃管可以由側面裝入)。木頭之上再插螺旋形粗銅線，使另一玻璃管，長 20 到 25 cm，內徑 1.2 cm 的，可以在這銅絲裏上下移動。從鑲入木頭



第七圖 演示本生燈火燄反縮的儀器

的玻管導入煤氣。先將垂直的玻管向下移動，使其豎在木頭上面，然後在玻管上端將氣體燃燒。於是慢慢將玻管向上移動。吸入空氣愈多則火燄愈失其光力，不久就得到本生燈的青色火燄。再將玻管向上移動則火燄的圓錐形內部呈顯明的青綠色，其中有不燃燒的氣體，火燄開始發聲，最終達到相當的空氣與煤氣混和的爆炸數量，火燄反縮而在內部的小管尖端上燃燒。

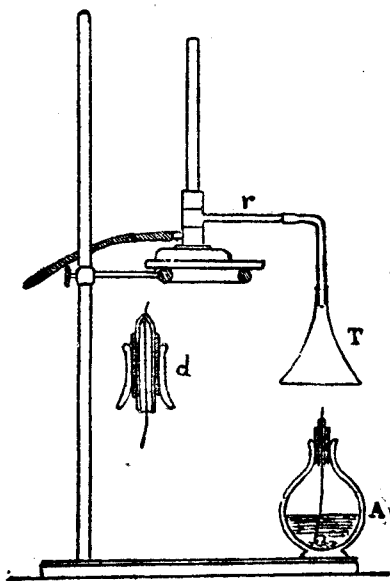
2. 煤氣的爆炸。下述試驗更能顯示本生燈火燄反縮的原因：用 Wolf 式的三口瓶，其容量是 1 到 $1\frac{1}{2}$ L，如能用 5 L 容積的更好。瓶的外端一口用木塞插入正角形彎折的玻璃管，其一頭深達瓶底。外端的第二瓶口用木塞封閉。中心的瓶口插入 50 cm 長、內徑 8 到 10 mm 的玻璃管，管的一頭深入木塞下面。從第一口將煤氣導入瓶中，到全部裝滿，煤氣可以在中口管上面一頭燃燒為止。於是一手關閉氣筒活塞，一手

開第三口的木塞。煤氣繼續燃燒，但因為不斷吸入空氣，所以火燄顏色漸淡。於成為爆炸混和物之頃刻間，中口管管頂的火燄有特別的綠玉色小尖頭，隨爆炸波的速度，起始較慢，逐漸加速，將玻管向下吸引，到最後發出叫號的聲響將瓶裏的氣體爆炸。無色的燃燒氣體從開放之瓶口逃出。

3. 無光的本生燈火燄加碳立即發光。

試驗如第八圖：漏斗下面酒精燈中有苯燃燒，使本生燈有發光的火燄。

4. 本生燈無光火燄中有溫度較低的未燃氣體，不難用一塊硬紙皮放入火燄中，貼近燈口，取出紙片，可以看見上面印有火燄的形像。



第八圖 煤氣之加碳

r = 小銅管銲接於本生燈的側孔。

T = 倒插的漏斗。

A = 酒精燈內裝苯，以為加碳之用。

d = 酒精燈燈頭，表示燈芯的裝置。

碳化氫的鹵素衍生物

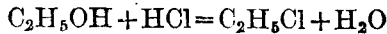
(Halogen-derivatives of hydrocarbons)

一鹵化合物

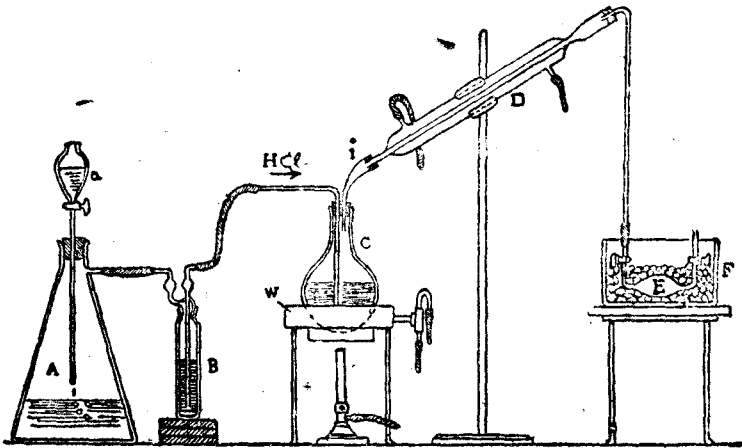
(Monohalogen compounds)

一氯乙烷, 乙氯

(Monochloro-ethane, Chlor-ethyl, C_2H_5Cl)



一氯乙烷的製備: 250 g 乙醇, 100 g 氯化鋅。



第九圖 一氯乙烷的製備

試驗的佈置如第九圖所示:

A 是鹽酸氣發生器, 其中貯有食鹽和濃鹽酸所成的糊狀物。

a 是漏斗, 濃硫酸由此滴下。

B = 洗瓶, 其中貯有硫酸, 以吸收鹽酸氣中所含的水。

C = 1 L 燒瓶, 其中貯有乙醇 200 g 及氯化鋅 100 g。

W=水浴。

i=彎折套管,其細端插入燒瓶木塞的一孔。

D=Liebig 冷凝器,使冷凝的酒精回流。

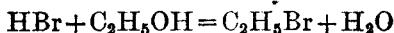
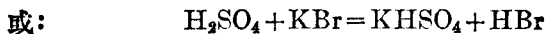
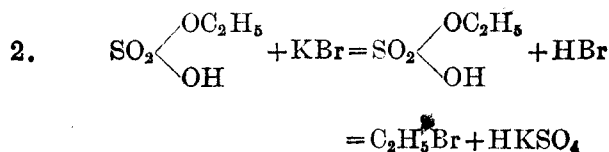
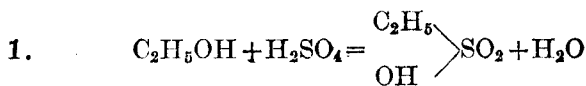
E=Hofmann 受器,以接受一氯乙烷。

F=冷盆,其中貯有冰和食鹽或石鹽所成的冷凝劑。

演講前幾小時就將鹽酸氣導入乙醇,演講開始時將水浴加熱。節制冷凝器中的水流,使冷凝器中的溫度不超過 20°, 冷凝器中裝有溫度計(圖中省去),開始時任水流不動,至 20° 時開始使其流動。乙醇蒸餾自己凝縮,而一氯乙烷則流到 Hofmann 貯器而液化。這是無色而易於流動的物體。沸點 +12.2° 水浴加熱後半小時內可以製多量的一氯乙烷。

一溴乙烷, 乙溴

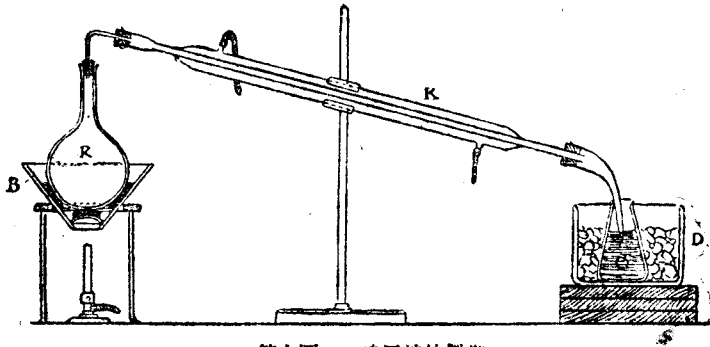
(Monobrom-ethane, C_2H_5Br)



一溴乙烷的製備^①

50 g 乙醇, 110 g 濃硫酸, 50 g 溴化鉀, 60 g 水
試驗的佈置如第十圖。

① Ber. 24, Ref. 105 (1891); DRP. 52982.



第十圖 一溴甲烷的製備

$R = 1\text{ L}$ 圓底燒瓶，放在 Babo 漏斗或沙浴上，瓶中裝 110 g 濃硫酸。

$K =$ 冷凝器，利用曲玻管和燒瓶相接。

$C =$ Erlenmeyer 瓶，容積約 $\frac{1}{2}\text{ L}$ ，承受由冷凝器流經其下端套管的產物。

$D =$ 冰盆，將 C 放在盆中。

迅速，無須冷卻，將 50 g 乙醇加於濃硫酸，混和物冷卻時立即慢慢地加入 50 g 水，將瓶浸冷水中使其冷卻。於是再加入 50 g 溴化鉀（這一切都可以在演講前預備）。小心加熱後瓶中逐漸有強烈的乙溴泡沫，不久蒸餾而成爲沉重無色的油下沉在貯器 C 的底部。隨時將冰盆的木墊逐漸移去，使套管的尖頭只略浸在水中。

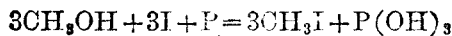
游子反應與時間反應的區別

玻筒中裝稀釋的食鹽溶液，加少許硝酸銀水溶液：立即有氯化銀 (AgCl)，沉澱。在另一大小相同的玻筒中裝幾個 g 的乙溴溶解於酒精中的溶液，加硝酸銀的酒精溶液。起先這混和物完全清澈，經若干分鐘後纔開始渾濁，若於燒瓶中加熱則其反應加速。（要製純乙溴時，先用硝酸銀的酒精溶液試驗，假如立即反應就須先用濃聚的碳酸鈉水溶液加入

搖蕩，再用分液漏斗分出，在氯化鈣上乾燥後立即蒸餾。

一碘甲烷，甲碘

(Mono-iodo-methane, CH_3I)



一碘甲烷的製備

15 g 甲醇，2 g 紅磷，20 g 碘

用約 100 cc 容積的燒瓶和冷凝器聯接，裝入 15 g 甲醇及 2 g 紅磷(用一小塊黃磷可以促其反應，但須小心)，逐漸加入 20 g 碘，將溶液加頗強的熱。於是跟着加熱二小時，用迴流冷凝器，在第二次演講時將所成的甲碘蒸餾。所成的產物是一種液體，比水重。

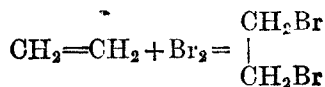
試驗碘的反應。在一個試驗管中放幾滴甲碘，加入(小心)幾滴比重 1.52 的硝酸。於是有猛烈的反應發生。小心加熱。先有褐色的二氧化氮逃出，隨後有紫色的碘蒸氣，而試驗管中有晶狀的碘塗佈管壁(傳觀)。

二鹵化合物

(Dihalogen compounds)

二溴化乙烯

(Ethylene bromide, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$)



二溴乙烯的製備：

10 cc 溴

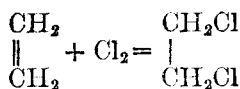
用較大的厚壁試驗管，用兩孔木塞封閉，裝入 10 cc 溴。木塞的一孔插入小玻管，達於試驗管的底部，導入頗強速的乙烯氣流。最好由貯氣筒，像上面製備乙烯所述的，取出乙烯。木塞的另一孔插入彎折成正

角的小玻管，以導去未用的乙烯，使其通過裝有氫氧化鈉溶液的洗瓶，以收回其所帶去的溴蒸氣。

試驗時應該將試管放在高的位置，使人容易看見。在明朗的天氣中，所用數量的溴不久就褪色。若在不適宜的光線下則上述的溴液數量須減少，使這試驗可以在恰好的時間終止。或在演講之前就導入乙烯，使先有一部分的溴已經化合而褪色的現象在演講時還可以看得見。

二氯乙烯

(Ethylene chloride, $C_2H_4Cl_2$)



二氯乙烯的製備

亦稱為“荷蘭化學家之油”。

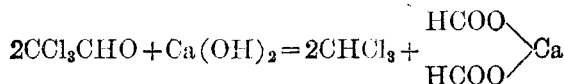
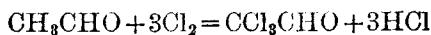
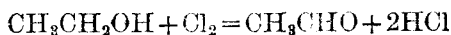
用約 8 L 容積的圓底燒瓶，其木塞具三孔。一孔插小玻管達瓶底，以導入乙烯（從貯氣筒來），另一孔插同樣的小玻管，以導入氯氣，第三孔插玻管僅通到木塞的下面，以導去未用的氣體（排氣櫃）。促進加成產物的構成則用刀頭抽少許的鐵粉加入。在散射的光中約一小時可以構成足量的二氯乙烯，成黃色的幕層從瓶的內壁流下。這試驗宜於演講之前開始。冬天或陰天則這加成反應宜於用弧燈，其電流 12 到 15 Amp，燈光射在瓶上以促成反應。但光的照射須待瓶中裝滿乙烯，空氣完全排斥之後，不然就有乙烯空氣混和物爆炸的危險。

三鹵化合物

(Trihalogen compounds)

三氯(代)甲烷，氯醚

(Chloroform, CHCl_3)

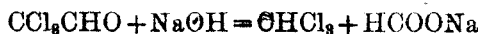


三氯甲烷的製備^①:

550 g 氯化鈣, 1,100 g 水, 30 g 乙醇

1. 用 2 L 容積的圓底燒瓶, 裝入 550 g 新鮮氯化鈣和 1,100 g 水的調合物 (可以在演講前準備)。試驗時加入 30 g 乙醇, 用兩孔木塞封閉。一孔插入溫度計, 其尖端深入調合物, 其所刻度數露在木塞上面。其他一孔插曲折的小玻管, 和向下斜傾的冷凝器相聯接。燒瓶放在鐵絲網或 Babo- 漏斗上加熱 (小心, 加熱過速則反應太猛)。約 50 到 80° 時反應開始。於是停止加熱。長時間維持原溫度。於是三氯甲烷和水蒸餾而出。三氯甲烷成沉重的油沉在貯器底部。因為反應之間有時有氯氣發生, 所以用吸瓶作為貯氣瓶, 瓶塞的一孔插曲折的玻管和冷凝器聯接。其他一孔另插一玻管, 接橡皮管, 通到排氣櫥, 或再接於裝有氫氧化鈉液的洗瓶。

2. 由三氯乙醛製備三氯甲烷:

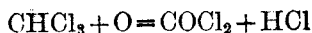


一個玻杯中裝約 20 g 三氯乙醛, 傾入 30% 的氫氧化鈉濃溶液, 或由一份氫氧化鉀與一份水所成的溶液。不久就有劇烈的反應。固態 (晶形) 的三氯乙醛水化物成為液態的三氯甲烷, 因為反應的溫度甚高又成為蒸氣逃出。

用三氯甲烷作試驗

① Ann. Chem. Pharm. 23, 444 (1838).

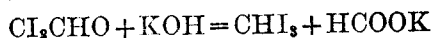
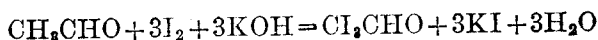
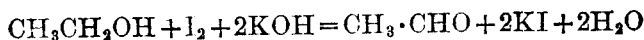
1. 三氯甲烷蒸氣被氣體火燄分解。用約 2 L 容積的玻璃杯，傾入少許三氯甲烷。杯中放一枝彎折的小玻璃管，其下端向上彎折。由這玻璃管導入煤氣，在其下端向上彎折的管口點燃。於是使火燄在杯中燃燒。不久就有強烈的羧基二氯（光氣）臭味和鹽酸氣，可以同時覺察。因此這試驗最好在演講終了時舉行：



2. 三氯甲烷氧化而成羧基二氯[●]也可以如下試驗：試驗管中放幾滴到 $\frac{1}{2}$ cc 的三氯甲烷，將等量重鉻酸鉀濃溶液傾入，加幾滴濃硫酸，加熱。立即有羧基二氯的臭味可以覺察（傳觀）。

三碘（代）甲烷

(Iodoform, CHI_3)



三碘甲烷的製備[●]

80 g 水，12 g 碳酸鉀，16 g 乙醇，16 g 碘。

1. 250 cc 容積的燒瓶中裝 80 g 水，12 g 純碳酸鉀及 16 g 乙醇。放在已加熱的水浴上；等到預先放在溶液中的溫度計指示 70° 的溫度時，就將 16 g 的碘勻分幾次加入，每次搖動到碘的紅色消滅為止。不久就有結晶的三碘甲烷分出，最終佈滿全部燒瓶。

2. 三碘甲烷的電解製備法：

200 g 水，20 g 碳酸鈉，20 g 碘化鉀，50 cc 乙醇[●]。

儀器是球形，容積約 200 cc，上面有兩個垂直的管，兩塊鉑片所

① Ber. 2, 546 (1868); Ber. 26, 1991 (1893).

② Ber. 13, 1002 (1880); Ann. d. Chem. 22, 225 (1868).

③ Abott, Chem. Centralbl. 1903, I, p. 918.



成的電極浸入其中。儀器中裝 200 g 水，20 g 碳酸鈉(乾)和 25 g 碘化鉀及 50 cc 乙醇的溶液。全部儀器放在貯水的玻璃杯中，玻璃杯放在三腳架的鐵絲網上。有溫度計浸入水中。杯中的溫度維持在 70° 。所用的電流約為 10 Volt。電流通過時就有紅色的碘流下，越到下面就又消滅。三碘甲烷的特殊氣味就可以察覺。約經一小時後球的底部有多量的三碘甲烷積聚，成為淺黃色的細粉分出。電解碘化鉀溶液時碘從陽極分出，同時有鹼金屬和乙醇存在，因此就成為三碘甲烷。

醇 類

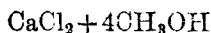
(Alcohols)

甲 醇

[Methyl alcohol, CH_3OH (Methanol)]

用甲醇作試驗

1. 甲醇燃燒時有弱光的火燄。
2. 甲醇與氯化鈣的結合：



於約 $\frac{1}{2}$ L 容積之燒瓶中置 150 g 甲醇，慢慢加入 100 g 細末的氯化鈣(預先備好封在瓶中)，劇烈搖動。大部氯化鈣溶解，其餘則加熱而藉迴流冷凝器全部溶解(水鍋及迴流冷凝器預先備妥)。冷後氯化鈣溶液成爲美麗的白色葉形晶體。

乙 醇

(Ethylalcohol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

用乙醇作試驗

1. 乙醇的燃燒性。燃燒時有弱光的火燄。
2. 水份的檢驗。含水醇若用氯醚、苯或石(蠟)油加入而搖盪則成渾濁液體。不含水的就不然，仍是清澈。

投入少許鈣屑，若不是純酒精就有劇烈的反應。

這種試驗最好在小燒瓶或試管中實行。

3. 醇與水泥和的收縮及加熱。在一個下端封閉的玻璃管，其內徑約 $1\frac{1}{2}$ cm，其容積分成 100 cc 的，裝入 48 cc 水，慢慢而且小心地，

傾入 52 cc 純酒精，在可能範圍內避免其與水混和。於是用拇指封閉上端的管口，用力搖盪，使其所含的液體物完全混和，再將玻管放在貯有冷水的玻筒中，使混和物的溫度仍回到室溫。混和前後都已將其容積用紅蠟筆畫出，可以見到混和之後原有的 100 cc 容積縮為 96.3 cc，其收縮是原容積的 3.7%。

4. 收縮時發熱頗多，可以證明如下：

1 L 容積的狹小玻杯中浸一個大號的演示溫度計（酒精溫度計，其下端有一大球的，無須有刻度）；杯中另放一條攪動用的玻璃棒，棒的下端彎成一個圓圈。將 240 g，其溫度等於室溫的水傾入杯中。觀察第二個，也放在杯中的尋常溫度計，將其溫度記在黑板上。於是加入 260 g，其溫度亦等於室溫的乙醇，強烈攪動。

演示溫度計中的酒精跳躍而上（其原有位置用紙作記號，使其易見），演講終了時讀出升高的溫度約為 7 到 8°。

要顯示這種試驗的溫度增高最好用 J. Schroeder 所敘述的驗溫器（Thermoscop）〔見 *Zeitschrift für Apparatenkunde*, Bd. I, 427 (1906)〕。

5. 乙醇鈉 (C_2H_5ONa) 的製備。在一個 $\frac{1}{2}$ L 容積，和迴流冷凝器相接的燒瓶中裝入 150 cc 乙醇。切 10 g 金屬鈉成粗塊，保存於煤油中備用。試驗開始時將三分一的鈉用濾紙吸去所附着的液體後投入乙醇中。不久就有劇烈的反應，乙醇有沸騰的狀態，所以須有冷凝器裝在瓶上。沸騰稍止就將第二部分的三分一投入。反應終止就須加熱，所以預先將燒瓶放在水鍋上面。反應終止後用木塞將瓶封閉，木塞上面有一孔，插入向下彎折的玻管，和向下傾斜的冷凝器聯接，這樣可以將剩餘的乙醇蒸餾。將瓶妥為封閉，第二次演講時就可以將結晶的乙醇鈉傳觀（乙醇的蒸餾可以在演講時省去）。

醇的定性及定量檢定法

1. 定性：(a)用三碘甲烷的檢定法。用平底、容積約 $\frac{1}{4}$ L 的燒瓶，裝 100 cc 水，加入幾 cc 醇，再加入少許氫氧化鈉溶液，最終加入少許碘末，將瓶放在預熱到 70° 的水鍋上若干時。不久就有強烈的三碘甲烷氣味發生(傳觀)。冷卻的溶液靜置後漸有三碘甲烷結晶而出。

(b)檢定酒中的醇。容積約 $\frac{1}{2}$ L 的圓底燒瓶裝酒到一半。瓶用木塞封閉，穿過木塞插一略寬的玻璃管，管端向上逐漸狹小，長約 70 cc。在鐵絲網上將瓶加熱至酒煮沸為止。酒精氣一達到管端就可以點燃，燃燒時有寬大可見的火燄，經過若干時而後熄滅。

II. 精確的定量檢定法可以如下實行：容積 1 L 的圓瓶放在鐵絲網上，裝入恰好 $\frac{1}{2}$ L 的紅酒，瓶中放少許沸石(用未燒的小磁片)。瓶用簡單穿孔的木塞封閉，插入彎折的玻璃管和向下傾斜的冷凝器聯接。於是將酒蒸餾，餾去其一半，用 $\frac{1}{2}$ L 容積的量瓶作蒸餾貯器。蒸餾終止時將水加入量瓶，到量瓶劃有記號的位置。經幾次強烈的搖動之後將其傾入玻璃筒中，用比重計定其比重。利用比重表(例如 Chemikerkalender 中所載)計算酒中醇的含量若干%。

發酵的試驗

在演講發酵前 10 到 12 日，夏天則一星期前作如下的準備：

1. 酒的預製。在一個瓶中裝所謂無酒精(Alcohol-free)的酒，加入少許酵母後將其封閉。封閉用木塞，穿一孔，插入本生活門(Bunsen-valve)。本生活門是用一段小玻璃管，其一端插入木塞，一端接一段黑橡皮管，橡皮管的其他一端銜接一段短玻璃桿。在玻璃管及玻璃桿之間，橡皮

管中空的位置，用快刀沿着直向切成一個 1 到 2 cm 長的裂縫，使空氣不能進去，而瓶中氣體可以洩出。

2. 由糖製醇。在 2 L 容積的瓶中裝 1,250 cc 含有 150 g 紅糖或白糖塊(每 L 120 g)之水溶液。加入 65 cc 的營養鹽液，鹽液的製法如下：在 1 L 水中溶解 20 g 硝酸鉀，10 g 氯化鎂，10 g 硝酸鈣，10 g 磷酸鉀(糖液中常加這種營養鹽液)。於是再加入新鮮的啤酒釀母。瓶口用木棉封閉。

3. 由洋薯製醇。700 g 馬鈴薯煮成泥，裝入 2 L 容積的圓瓶中，到一半。再在研鉢中將一把麥芽穀粒搗碎，加少許水，加入薯泥中調和。於是在 50 到 60° 的溫度下使其消化 $\frac{1}{2}$ 到 1 小時，不斷攪動，可以用攪動機(其溫度須由懸在其中的溫度計上看到)。

因麥芽中有化醣酶〔或稱為糖化酵素(Diastase)〕，所以薯漿變成麥芽糖及糊精(Dextrin)。於是使其冷到 10—15°，加入少許純淨的啤酒釀母。將瓶再用一個棉塞封閉。

於是作發酵演講時可以演示無酒精的酒所成的消毒(無菌)葡萄汁可以變成酒。

上述試驗 2 與 3 的瓶用蒸餾設備蒸餾，瓶上插一個二球分餾柱和向下傾斜的冷凝器聯接(這種儀器可以如第十圖佈置)。但蒸餾馬鈴薯所成的酒精時最好用水蒸汽(其佈置如第二十七圖)，因為不用水蒸汽的直接蒸餾可以使堅硬的殘渣結在瓶底而使瓶炸裂^①。

蒸餾約 50 cc 的產物，前一情形所得的是燒酒(Rum)，後一情形所得的是薯酒精，其中含豐富的雜醇油(Fusel oil)。

其他試驗

① 分餾柱閉塞時可以生小爆炸 Zeitsch. f. d. physik. u. chem. Unterr. 1914, p. 138.

1. 發酵時氣體的發生。兩個上端封閉的厚壁玻管，長 60 cm，內徑 2 cm，裝汞，倒放在汞缸中，封閉的一端向上，用鐵架夾住。在一個磁臼中用少許新鮮的啤酒釀母及營養鹽液和 20% 的糖溶液研磨，用移液管取幾 cc 的混和物裝入貯汞的一個玻管中。混和物立即上升到管中高的位置。

移液管如第十一圖，是 20 cm 長的玻管，中間是球形，一端是彎折的尖頭，其他一端接一段橡皮管。這樣可以將混和物吹入管中，而無須將空氣送進去。



第十一圖 移液管

其餘的混和物加少許昇汞(氯化汞)溶液，而將這毒化(殺菌)的混和物幾 cc 送入其他一個貯汞的玻管中。

待到明日第一管的汞全部被發酵所發生之碳酸氣所排斥。而第二管則不然，因為混和物受昇汞殺菌的作用而不發酵，所以沒有氣體發生。

要證明管中所生全部是碳酸氣時可以用坩堝鑷子夾一段長 2 cm 的桿形苛性鉀，用水蘸濕後，伸入貯汞的管中。於是管中的汞又立刻上升，因為碳酸氣被苛性鉀所吸收，所以玻管全部不久又被汞所裝滿。

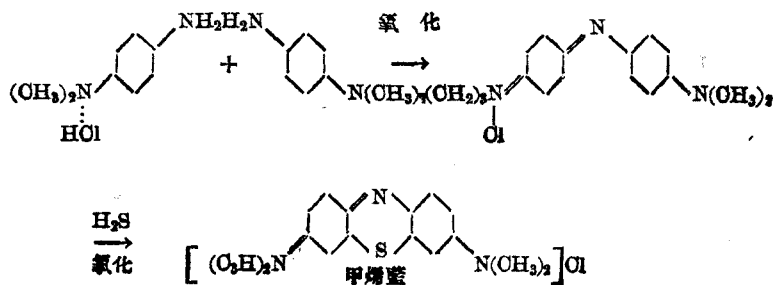
2. 要用其他方法證明碳酸氣時可以用一個約 1 L 容積的瓶，其一半裝入糖液，加少許釀母及營養鹽液。瓶用木塞封閉，木塞有孔，插入兩段彎折成正角的玻管。玻管外部較長的一端浸入寬大的試管，管的一半貯有過濾澄清的氯化鋇的飽和冷溶液。將瓶放在暖熱處，不久就開始發酵，而氯化鋇溶液中就有強盛的碳酸鋇沉澱。

發酵醱液使甲烯藍①褪色

兩個容積各 1 L 的 Erlenmeyer 瓶,各裝 300 cc 水,同用純淨的甲烯藍溶液加入,使其呈深藍色。另一瓶中投入 5 g 糖,少許營養鹽液,再加一湯匙的新鮮釀母。將瓶放在暖熱處,最後又一次加入 2 g 糖。有色溶液起先是綠藍,漸而淺綠,最後到無色,要看溫度如何,其時間是 12 到 24 小時;將其他一瓶未變色之有色溶液放在邊旁作為比較。甲烯藍是氫的接受者,還原成無色的甲烯藍(Leucomethylene blue)。

一部分褪色的溶液用摺疊濾紙過濾,濾入寬綽的玻璃筒中。於是加入幾 cc 重鉻酸鉀溶液與硫酸的混和物,因此無色甲烯藍又再氧化,不久又回復其藍色。用過氧化氫作氧化劑更好。

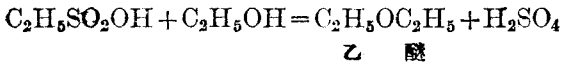
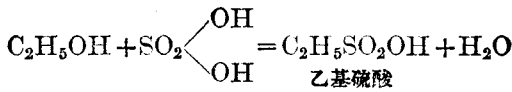
① 甲烯藍是硫氮圓染料,對於生物體具有染色的作用,其製備有 Lauth, Bernthsen(Caro 改良)及 Kehrman 三法。Lauth 的綜合反應如下:



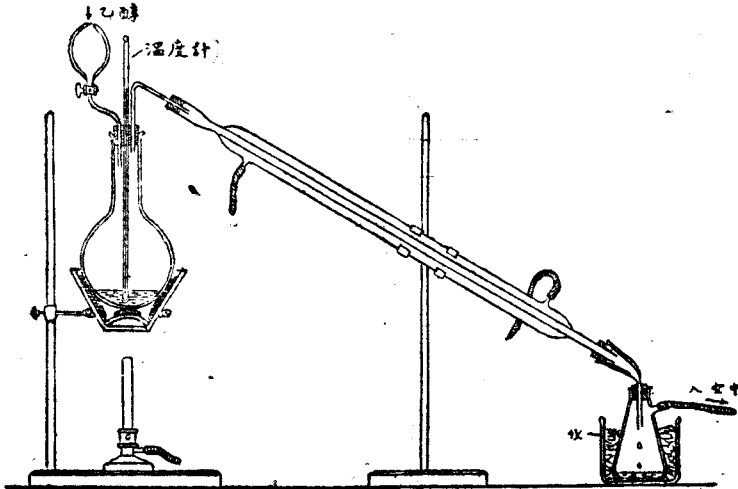
醚

(Ether, $C_2H_5OC_2H_5$)

乙醚的製備



60 g 濃硫酸, 40 g 90% 乙醇, 160 g 90% 乙醇



第十二圖 乙醚的製備

試驗的佈置如第十二圖。用約 250 cc 容積的燒瓶，裝入 60 g 粗硫酸和 40 g 乙醇的混和物放在鐵絲網或 Babo 漏斗上加熱。到 140° 瓶中液體向接受器餾出時再加入其他部分乙醇。溫度維持在 140 到

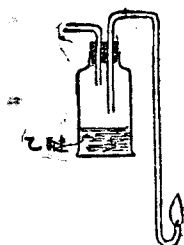
145° 之間。傾入四倍原有的醇量，即 160 g 後，停止蒸餾。蒸餾物有兩層，除上層的乙醚外還含有水、酒精及亞硫酸^①。

用乙醚作試驗

1. 乙醚蒸氣重於空氣。在一個高脚三腳架或鐵架圈上放一塊石棉板，將乙醚倒在上面，使其蒸發。於是從下面將火燄引近，距離遠遠，乙醚的蒸發氣就已經燃燒，因為乙醚蒸發氣重於空氣，所以向下流動，火燄稍近就燃燒。

2. 下述試驗演示乙醚蒸氣的沉重更為美觀：

一枝長 70 cm、內徑 3 到 4 mm、下端折成正角的玻管固定在鐵架上，上端用橡皮管和一個漏斗的下端相接，漏斗上放飽浸乙醚的棉絮或海絨。乙醚不要太多，以免其滴下。不久就可以將玻管下端的乙醚蒸氣燃燒。要避免棉絮被燃燒時可以將漏斗的下端插入石棉板，而後用橡皮管連接。



第十三圖

乙醚蒸氣之虹吸

乙醚火燄燃燒甚久，因為乙醚向下蒸發之故。

若不用乙醚而用乙醇則引火其下不會燃燒。更為顯明的有如下之試驗：見第十三圖，瓶中貯乙醚，虹吸管插入瓶中之一端恰好在乙醚的上面。乙醚蒸氣就像液體一樣受虹吸作用，而可於管的其他一端燃燒。這小火燄可以燃燒若干小時，一直到了一切乙醚蒸氣被吸出為止。

3. 利用乙醚蒸氣可以解釋 Davy 安全燈之原則：

用細密銅絲網製成一個圓筒，筒的下部有白鐵片製成的圓套，套在本生燈燈管上。於是圓筒密切罩着本生燈的外部。本生燈用小火燄燃燒。

^① 依照上述方程式，乙醚的構成是一種連續式的方法：理論上似乎定量的硫酸，只須加入乙醇就可以製任意數量的乙醚，實際上則硫酸作用漸形削弱，因為一部分還原而成亞硫酸。

後，在銅燃網所製的圓筒筒頂上滴幾點乙醚，這樣有所謂 Leydenfrost 的現象發生。乙醚在銅絲網上迴環跳動而不燃燒，但其達到圓筒內部的蒸氣則被燃燒。

用幾 L 容積的大玻杯放在較大的安全本生燈上，傾入少許乙醚。燈用小火燄燃燒。待杯中全部裝滿乙醚蒸氣後，將已燃點的小 Davy 安全燈沉入杯中。燈的內部先有少許藍色的火燄，而後全部的燈光熄滅。於是再將安全燈取出，在玻杯的上部引火將乙醚蒸氣燃燒，以演示乙醚蒸氣的易燃性質。

4. 乙醚爆炸氣。厚玻璃立式圓筒，高約 20 cm，內徑 4 到 5 cm，用毛巾包裹，而後以繩或鐵線捆扎。裝入 1 cm 高的乙醚，由折成正角，深達筒底的玻管，通入強盛的氧氣氣流。等待乙醚幾乎全部蒸發時，關閉貯氣筒的活門，用一鐵線，長 1 m，其一端夾有酒精所浸的木棉，燃之，引到筒裏。爆炸時有巨大的聲響；若玻筒炸裂則有毛巾包裹可以防其碎片散射。

5. 乙醚蒸發可以得到低溫。在大表皿上傾少許乙醚和幾滴水，吹空氣在其上面（最簡單是吹氣燈燈口向其吹氣）。玻璃上的水不久可以結成冰。

這試驗也可以用大試管，用兩孔的木塞封閉，一孔插入小玻管深達試管底部，一孔插短玻管，管的一端只達到木塞的下面。試管的一半裝乙醚，加幾滴水，用強有力的唧筒吸空氣氣流通入其中。不到幾分鐘後內部及外部都有冰凝結。

6. 氯氣在乙醚蒸氣中的燃燒。若將氯氣導入乙醚蒸氣中，則氯氣着火而繼續燃燒。Liebig 開始研究氯氣對於乙醚的作用，但未深入，所以他在 1832 年^①的著作曾說：“乙醚用氯氣飽和不是在尋常溫度下

① Liebig, Ann. d. Chem. 1, 220 (1832).

所能行，因為每一氯氣泡難免在有加熱作用的乙醚中燃燒……我曾將乙醚的溫度低減到 -10° ，以減少乙醚在氯氣中的燃燒，但終未能完全避免。” Liebig 對這現象不曾從容研究甚為明顯，但看其所述，第一句說氯氣在乙醚中燃燒，而第二句則又說乙醚在氯氣中燃燒。第一次對於氯氣加於乙醚的作用作正確而深切的試驗的化學家是 Lieben^① (1868)。他的著作也說到：“氯氣對於乙醚的作用頗為猛烈，氯氣導入乙醚的頃刻間若不小心可以發火。”由此看來，似乎氯氣對於乙醚作用的現象從來未經人正確觀察，但自他方面說來，此種試驗甚適合於有機演講，因其顯示氣體的燃燒只是一種相對的現象。前面演講碳氫物時曾演示甲烷、乙炔及乙炔在氯氣中的燃燒。現在正可趁這機會來演示氯氣也有在有機物蒸氣中燃燒的可能。

試驗時用厚玻璃圓筒，約 25 到 30 cm 高，5 到 10 cm 的內徑，裝入兩三指高的乙醚而放在鐵皮桶中，桶中預貯熱水（將桶放在煤氣加熱器上）。乙醚輕微沸騰時，就用一枝彎折成正角、內徑約 2 到 3 cm 的玻璃管（曾用濃硫酸洗滌的）導入氯氣，使管距離乙醚約幾 cm。不久之後，氯氣就自己燃燒，——器中愈熱燃燒愈快。其燃燒如須加速，則使氯氣氣流暫時中斷；於是乙醚蒸氣被吸入導管，再導出氣體時更易燃燒。氯氣在乙醚蒸氣中燃燒有橙紅色的火燄；若氣體充分導入，則火燄可以高到 10 cm；其燃燒之久可以一直待到乙醚蒸氣完全消滅時。這時有濃厚的煙由筒中逃出，而且雜有鹽酸氣。將氯氣燄舉起接近筒口，則未分解的乙醚蒸氣燃燒；再將玻璃管沉入筒中，則上部有綠色邊緣的乙醚火燄，下部有氯氣燃燒的紅色火燄。這種試驗毫無危險^②。若等到氯氣自己燃燒的時間過久，則先將乙醚蒸氣燃燒而後將氯氣導管沉入。氯氣

① Lieben, Ann. d. Chem. 146, 181 (1868).

② H. Rupe, Chemiker-Zeitung (1904) 28, No. 8.

立即燃燒。將石綿板蓋上可以使火燄熄滅；再將導管引入，則氯氣自己燃燒。

7. 用乙醚提萃。於一個大的分液漏斗中裝間位苯二酚的水溶液，溶液帶黃色，用乙醚搖盪。乙醚呈黃色，蒸發後在結晶盆上留下間位苯二酚的結晶體。

趁此機會可以裝置少數自動作用的、利用乙醚提萃有機物的儀器。液體用 Hagemann 或其他，固體用 Soxhlet。

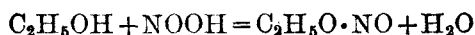
8. 乙醚蒸氣作冷火燄。用約 5 cm 直徑的鐵球，上有小環，可以用鐵線懸在鐵架上。用 Teclu 或吹氣燈將球燒到紅熱。於是將一個顯影盆，盆中放有乙醚浸漬的濾紙，移來貼近球下。球的周圍有藍色冷燄可以看見（講堂下黑幕），或將乙醚從上頭傾在球上也可以。

醇與無機酸所成的酯

(Esters with Inorganic Acids)

亞硝酸乙酯

(Ethyl-nitrite, $C_2H_5NO_2$)



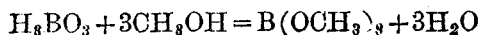
25 g 亞硝酸鈉, 100 cc 水, 10 g 乙醇, ——20 g 濃硫酸,
10 g 乙醇, 150 cc 水^①。

在一個寬綽的燒瓶中裝 25 g. 亞硝酸鈉溶解於 100 cc 水及 10 g 乙醇的溶液。燒瓶一方面和效力大而形式長的冷凝器相接, 冷凝器的其他一端和放在冰盆中的受器銜接。他方面則有虹吸設備 (彎折的玻璃管, 橡皮管及活栓) 及高位置的玻璃杯, 其中含 20 g 濃硫酸、10 g 乙醇及 150 cc 水。當然也可以用較大的數量。這稀釋的硫酸由具有尖端的玻璃管注到亞硝酸鈉上面。這樣所解放的亞硝酸立即和乙醇發生反應而構成亞硝酸乙酯。產物自己繼續蒸餾, 因其反應熱足將所成的亞硝酸乙酯蒸發, 所以無須另外加熱。

用亞硝酸乙酯作試驗: 將亞硝酸乙酯倒在一個結晶皿上, 點燃, 有黯淡, 黃綠色的火燄。

硼酸甲酯

[Methyl-borate, $B(OCH_3)_3$]



10 g 硼酸, 100 cc 甲醇, 100 cc 濃硫酸

① Wallach, Ann. d. Chem. 253, 251 (1889).

1. 約 $\frac{1}{2}$ L 容積的燒瓶裝 10 g 硼酸, 100 cc 甲醇及 10 cc 濃硫酸(小心!) 瓶用木塞封閉, 木塞孔中插一個 70 cm 長、5 到 7 mm 內徑的玻璃管。用鐵架及鐵夾將瓶夾在鐵絲網上, 加熱蒸沸, 其蒸氣可以在管的上端燃燒, 有純綠色的火燄, 若經強烈蒸沸, 可以有 50 cm 長, 有如火炬的火燄。因為這裏有硼酸酐 (B_2O_3) 的強構成, 所以試驗最好在排氣罩中實行。

2. 較簡單而不甚美麗的試驗如下: 在一個寬綽的瓷盆中將一撮的硼酸用甲醇調和成漿, 傾入幾 cc 濃硫酸而將混和物燃燒。這酯燃燒時有綠色火燄。硼酸三烷基酯 (Trialkylester) 是易於揮發而可燃的液體, 火燄呈綠色 (硼酸的分析檢定)。易於水分解。對於醇類易於化成複雜的烷基銻酸 (Alkoxoacids), 和其他有機酸具同一強度, 而且成穩定的鹽:

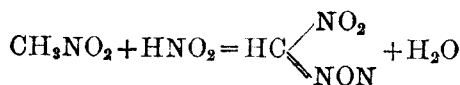


脂肪族硝基化合物^①

(Aliphatic Nitro-compounds)

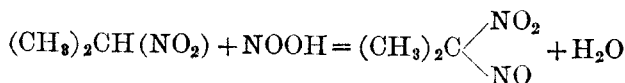
亞硝酸對於硝基甲烷的作用

1. 第一硝基化合物(Primary Nitro-compounds), 硝脞酸的構成(Formation of Nitrolic acid):



在試管中將少許硝基甲烷用氫氧化鈉稀溶液搖盪，加入的數量到足使溶液清澄為止。於是再加入幾滴亞硝酸鈉溶液，最後滴入稀硫酸。暫時呈紅色，但多加入硫酸則紅色消滅。再小心加入氫氧化鈉液，到硝脞酸鈉鹽的美麗紅色停留不變為止。

2. 第二硝基化合物(Secondary Nitro-compounds) 偽硝脞酸之構成(Formation of Pseudo-nitrol):



少許硝基異丙烷^② 如上述試驗處理。加入稀硫酸後呈青綠色而且有白色沉澱物。用乙醚搖盪時，這沉澱物呈明顯的青綠色。

硝基化合物的還原

^① V. Meyer 及其徒, Ann. d. Chem. 171, 1 (1874); 175, 88 (1875); 180, 111 (1875).

^② 硝基異丙烷偽硝脞酸亦可直接由丙酮脞及 N_2O_3 製備之。Ber. d. deutsch. chem. Ges. 21, 503, 1294 (1888); 34, 1911 (1901).

將鋅粒放在試管中，用幾 cc 氫氧化鉀液浸沒，加幾滴硝基甲烷。略加熱就有甲胺的臭味發生。將浸濕的紅色石蕊紙放入其蒸氣中，則變成藍色。

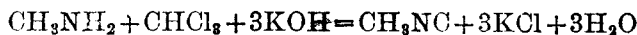
胺

(Amines, R·NH₂)

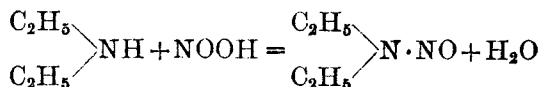
試驗： 1. 甲胺或二乙胺的鹽酸溶液中傾入氫氧化鈉液，加熱，用預先浸濕的石蕊紙指示其蒸氣的鹼性反應。

2. 將工業用的甲胺溶液傾入氯化鐵的稀溶液。溶液貯在玻璃杯中，得到氫氧化鐵沉澱物。

3. 在試管中將幾 cc 甲胺和幾滴三氯甲烷及少許氫氧化鈉的酒精溶液加熱。得到脘(CH₃NC)，臭味強烈，這是第一胺的靈敏反應劑^①。



4. 二乙亞硝酸胺：



在試管或玻璃筒中放入同量的固態二乙胺鹽酸化物(工業產物)及固態亞硝酸鈉，加入稀鹽酸，用玻璃棒不斷攪動。亞硝酸胺逐漸成爲黃油分出，臭味不惡，可用乙醚萃取。

① A. W. Hofmann, Ann. d. Chem. 146, 107 (1868).

烴基鋅

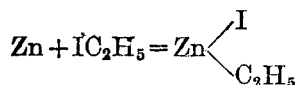
(Zinc alkyl, ZnR_2)

1. 鋅銅偶的製備①:

100 g 鋅粉, 12 g 氧化銅。

100 g 鋅粉和 12 g 粉狀氧化銅強烈搖動而密切混和。取若干混和物裝入燃燒管的一半。在燃燒爐中用小火燄燒到紅熱, 同時導良好乾燥的氫氣通過管中。燃燒物的顏色逐漸明亮而且起泡(若燃燒管一時閉塞, 就抓住其伸出爐外的兩端而小心加以輕敲)。半小時後反應完畢。任其在氫氣氣流中冷卻, 將所得的灰粉末保存在密封的貯器中②。

2. 碘化乙鋅的製備③:



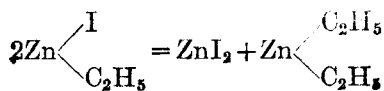
容積約 250 cc 的燒瓶中裝鋅銅偶及乙碘各 50 g; 裝置迴流冷凝器, 冷凝器的上端載有氯化鈣管。於水鍋上加熱到乙碘沸騰為止。若干時後(鋅銅偶越好越快), 尋常經 30 到 40 分鐘反應完畢。反應完畢時不再有乙碘從冷凝器中滴下, 而且瓶中滿浮白煙, 所以不難辨認。於是迅速將冷凝器卸下, 用適合的木塞將瓶封閉, 放在濃硫酸乾燥器中。瓶口用石蠟封閉也很好。冷後在末曾用去之鋅銅偶中有白色葉形的碘化乙鋅結晶(傳觀, 另備一份作為下述試驗的用途)。

3. 二乙鋅的製備:

① Lachmann, Chem. Centralbl. 1897, II, 25.

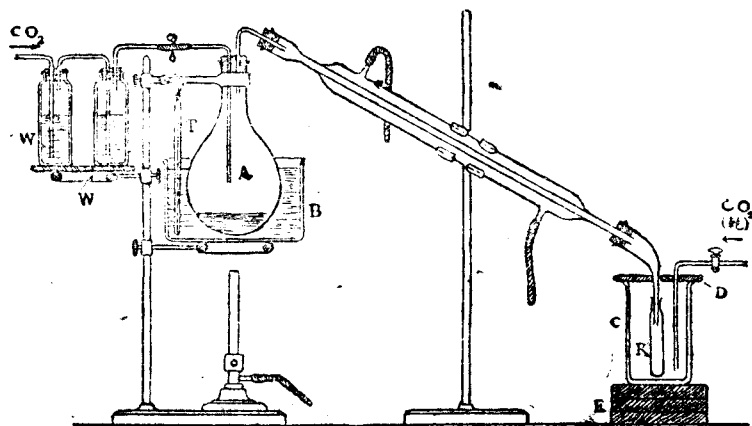
② 這製備當然不在演講時實行。

③ Gladstone 及 Tribe, Journ. Chem. Soc. 35, 569 (1879); Lachmann, Chem. Centralbl. 1897, II, 25; 1900, II, 560.



試驗之佈置如第十四圖：

A瓶貯碘化乙鋅；B是油鍋，上面懸溫度計 T；W 是洗瓶，其中貯濃硫酸，使碳酸氣乾燥；R 是試管，用作接受器；C 是套筒，引入乾燥的碳酸氣；D 是紙板，上面鑿兩孔，以容納套管及導氣，E 是任意高低的墊木。玻上用木塞①。



第十四圖 二乙鋅之製備

燒瓶裝入碘化乙鋅後立即和各部分聯接，並立即導入碳酸氣。經數分鐘，儀器中空氣都已排斥後，將已加熱到 150° 的油鍋移到瓶下，使瓶深深浸沒油中。於是將橡皮管的活門關閉，無須再導入碳酸氣（雖然碳酸氣中不免含有空氣，但卻有利）。同時導入套筒中的碳酸氣則無須停止。油鍋慢慢加熱到 220° ，乙鋅迅速蒸餾到接受器中。

作演講試驗時一次蒸餾就夠了。於是移去木墊，使套筒直接放在臺上（但冷凝器下端套管的口須常伸入套筒中）；跟着就揭開紙板蓋，可以

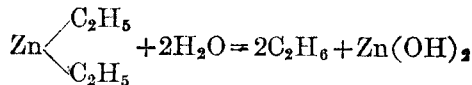
① 用軟木塞！凡作乙鋅試驗時不能用橡皮塞。

取出試管及其中的乙鋅，毫無危險而且不會燃燒。（這時使強盛的碳酸氣氣流通入套筒，開着活門使碳酸氣慢慢通過全部儀器。移去油鍋及燈火。）用木夾夾住試管，將其中的乙鋅傾在瓷盆上。乙鋅立即燃燒，有青綠色，邊緣明顯的特種火燄，同時有白色的氧化鋅煙升起。試驗後仍讓碳酸氣通過全部儀器，到儀器完全冷卻為止。

假如要將二乙鋅裝入玻球中作為下次試驗的用途，則用容積約 2 cc 的長式虹吸管。任貯有乙鋅的試管放在滿貯 CO_2 的套筒中，將一小球用火燄略強加熱，而後將其吸管向下伸入乙鋅中；冷後便有或多或少的乙鋅裝入球中，在球的上部 2 到 3 cm 的位置將虹吸管熔化封閉。

用二乙鋅作試驗

二乙鋅的水分解。



約 200 cc 容積的玻筒，用水裝滿，固定倒放在水盆中；取一個貯有二乙鋅的小球，用左手將吸管引到水中玻筒之下，用普通的鉗子將其折斷，這樣就有乙烷升到筒中。必要時須用幾個小球纔能使筒裝滿乙烷。在水面下用玻片將筒封閉，取出，燃筒中的乙烷。有明亮的火燄。水中有豐富的氫氧化鋅。

鹵化烴基鎂 (Grignard 反應)

碘化甲鎂或溴化乙鎂

(Magnesium methyl iodide, CH_3MgI , or
Magnesium methyl iodide, $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$)

碘化甲鎂的製備

5 g 鎂屑，90 g 乙醚，19 g 甲碘

試驗佈置如第十五圖：

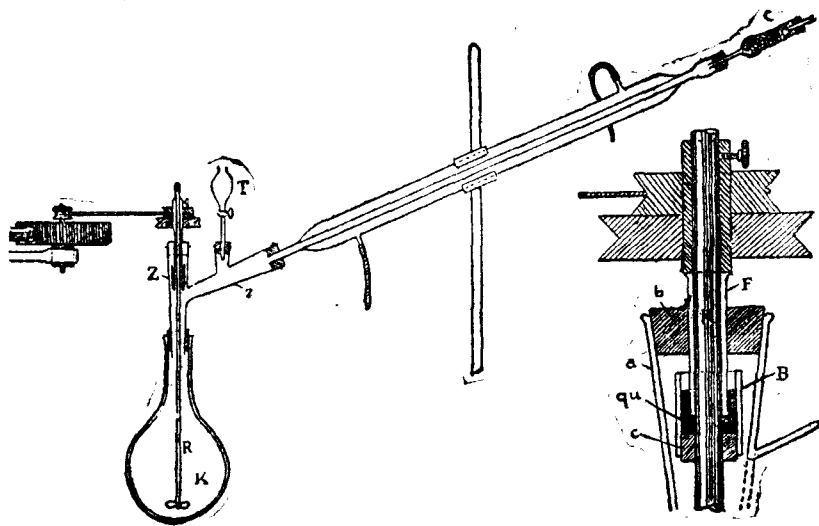
$K = \frac{1}{2}$ L 容積的燒瓶，貯 5 g 鎂及 90 純乙醚^①。

Z = 分枝套管的直幹，插攪動器 B ，用裝汞的填料函向外密封，並用渦輪轉動。

z = 分枝套管和冷凝器聯接的部分。

T = 滴液漏斗，插入分枝套管的支柄，19 g 甲碘，或製碘化乙鎂，則 15 g 廉價乙溴，由此滴入燒瓶。

C = 碘化鈣管，插入冷凝器的其他一端。



第十五圖 Grignard 鹽之製備

填料函

裝汞填料函的各部分：

a = 玻管管壁，

b = 軟木塞，

① 絕對的純乙醚製法如下：用粒狀氯化鈣長時間浸其中以除去其所含的水，用金屬鈉上蒸餾以除去其所含的醇，蒸餾後，將金屬鈉浸在其中以備保存。

F = 套在攪動桿的玻管，固定在木塞上，

B = 較大的玻璃短套管，用木塞 C 緊套在攪動桿上，

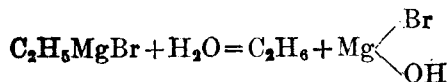
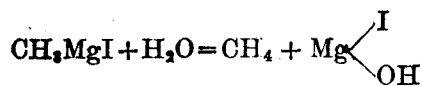
qu = 封閉 F 下端的汞。

攪動輪的金屬軸套的下端在 F 的上端，管口略寬的位置上休止或轉動。

由滴液漏斗注幾滴烴基鹵，等待反應開始。反應開始時，瓶中的液體逐漸渾濁，而且有乙醚的細沫。攪動器慢慢轉動到反應完畢而止。任甲碘或乙溴繼續滴入，這樣則乙醚作不斷的徐緩沸騰。鎂屑逐漸消滅而構成暗色的液體。這液體含有所謂 Grignard 鹽 CH_3MgI ，或 C_2H_5MgBr 。

這種反應容易生挫折，往往長時間不見作用發生，所以在演講前最好使鎂活性化。用一小粒的碘溶解於乙醚中，流注半 cc 烴基鹵；必要時而且加熱，以等待其反應開始。這種準備儘可以在演講前幾日着手。儀器用氯化鈣管封閉而靜置，使第一滴的烴基鹵注入時，保證反應的發生。

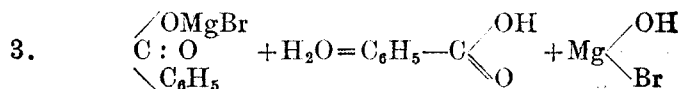
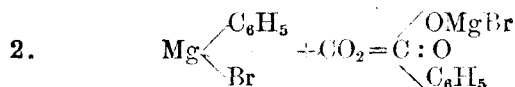
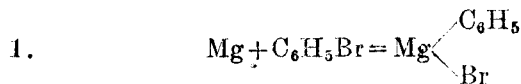
鹵化烴基鎂加水則生猛烈反應：



這種試驗可以就用上述的設備，由滴液漏斗 T 將水注入，乙醚立即劇烈沸騰，冷凝器的一端，用彎折的玻管聯接，將甲烷或乙烷導入貯氣筒。乙醚蒸氣則在迴流冷凝器中凝縮。於是也可以演示導入貯氣筒中的氣體是可燃的甲烷或乙烷。

利用 Grignard 反應作苯甲酸的合成^①

(Synthesis of benzoic acid by means of Grignard's reaction)



溴化苯基鎂的製備：

50 g 乙醚，2.4 g 鎂屑，18 g 溴苯

250 cc 容積燒瓶和迴流冷凝器聯接，冷凝器上端有氯化鈣管(用十五圖的儀器)，裝入 50 g 乙醚及 2.4 g 鎂屑，慢慢注入 18 g 新鮮蒸餾的溴苯。鎂屑預先用礫粒活性化(假如已經演示 Grignard 的反應，那末這溶液就應該在演講前製備)。

溶液裝在略窄的氣體洗瓶中，其出口配有氯化鈣管。將洗瓶放在貯有冰水的玻杯中，慢慢地使乾燥的碳酸氣氣流通過。

溶液立即渾化，有沉重的黃色油沉在瓶底，這是為溴化苯基鎂和碳酸的加成產物。演示後將洗瓶中的產物傾入一個分液漏斗，加入冰水及若干稀硫酸，到最初所成的沉澱物溶解為止。必要時再加入少許乙醚，提去乙醚溶液，將產物傾在大表皿上。苯甲酸不久即結晶而出(當然這試驗也可以在演苯甲酸時演示)。

對於 Grignard 鹽的顏色反應。溴化乙鎂的乙醚溶液可以用於下述的試驗：

① Zelinsky, Ber. 35, 2692 (1902).

試管中裝 1 到 2 cc 上述溶液，加入同量 1% 的 Michler 酮（可以購得，即四甲二氨基二苯甲酮）溶於無水苯中的溶液（溶液的含無須準確，就是尋常青綠色的酮也可以用）。迅速冷凝，滴入幾滴水（小心！反應強烈），到此加成產物分解完畢為止；起先有暫時的深青綠色，最後則乙醚溶液完全無色。

在另一試管撒入鹼性的鎂鹽；將少許冰醋酸加入這溶液，有美麗的青綠色呈現^①。

① Gilman 及 Schulze, Journ. Amer. Chem. Soc. 47, 2002 (1925); Chem. Centralbl. 1925, II, 1781. 上述作家都用溶解於冰醋酸的碘，實在碘不是必需，因為這有名的反應，但只簡單是鎂和酸的作用。

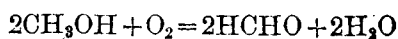
醛

(Aldehydes, R·CHO)

甲 醛

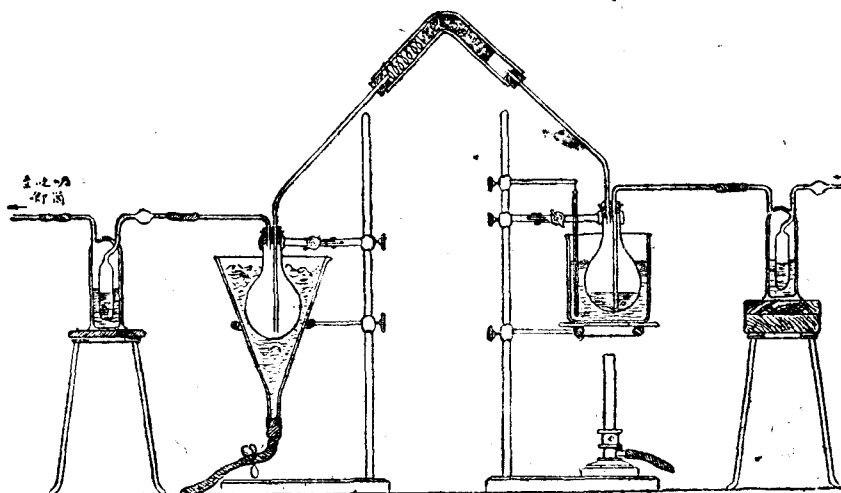
(Formaldehyde, H·CHO)

甲醛的製備①：



100 g 甲醇

試驗佈置如第十六圖。



第十六圖 甲醛的製備

容積約 250 cc 圓底燒瓶，貯 100 cc 甲醇，和約 16 cm 長，中部

① Tollens, Ber. 19, 2133 (1886);

Loew, Journ. f. prakt. Chem. (2) 33, 312 (1886).

折成膝形的燃燒管，用石棉塞（木塞及橡皮塞都不相宜，因為所吸的氣經過熾熱的銅，其熱足以使其毀壞。）相接。管的彎折處放置銅化石綿，約 5 cm 長，預防氣流通過時將銅化石綿吸到管口，所以在銜接冷凝瓶的一頭加裝一段螺旋形的銅絲。銅化石綿的製備是用尋常石棉浸在乙酸銅的濃硫酸溶液中，乾後灼熱，於是氧化銅密佈在石棉的纖維中。

冷凝瓶（圖左）的容積也是約 250 cc 的，浸在冰水中，其左邊一頭和蓄水少許的洗瓶聯接，洗瓶又和強有力的吮吸唧筒通連。

貯甲醇的瓶放在水鍋上（水鍋用玻杯為替代，上面掛有溫度計）加熱約到 40° （水鍋在演講開始前加熱）。試驗時先吸徐緩的空氣氣流通過甲醇而後小心開始用本生燈將銅化石綿加熱。銅化石綿不久就突然灼熱，於是吸強有力的空氣氣流通過儀器，控制氣流，使石棉灼熱不熄，除氣流加強而石棉不再灼熱而須由外部加火外，可以將本生燈停止（圖右濃硫酸洗瓶也不是絕對必需）。

加熱的燒瓶中空氣氣流和甲醇蒸氣混和。這種混和物經銅化石綿的催化作用而大部分氧化成甲醛和水，反應時有熱解放，足使氣流導入方面的石棉微弱灼熱而無須自外加熱。若灼熱微弱，就多半因為空氣氣流太弱而須加強。

試驗時將一部分講堂遮閉，使石棉灼熱易於觀察。

冷凝瓶中有大部分甲醛凝縮，此外還有水和未變的甲醇；洗瓶中的水也吸收少許甲醛。將這溶液傾在小表皿上，放在乾燥器的濃硫酸上，成為聚甲醛分出^①。

用甲醛作試驗

甲醛，和多數醛相同，是強有力的還原劑，收受氧氣而成甲酸。

1. 硝酸銀氨溶液的還原。 $\frac{1}{10}$ 當量硝酸銀溶液裝入容積約 200 cc

① 這 Ullmann 試驗，是 Levy-Bistrzycki 所述而 H. Rupe 加以改善的。

燒瓶中，小心加入氨液，到所成沉澱完全溶解為止。於是加少許（3至5滴）商品40% 甲醛液，在小火燄上小心加熱，無須將瓶震盪。不久就開始有銀鏡構成，立即停止加熱。——銀鏡應即均勻塗佈在瓶壁內部。

2. Fehling 試液^①的還原。在一個玻璃杯中傾入新製的試液（預製硫酸銅及鹼性的酒石酸鉀鈉溶液於是按需要的數量配合），加入幾 cc 甲醛溶液，在鐵絲網上加熱。溶液起始呈綠色，隨後呈黃色（CuOH），最後有紅色物（Cu₂O）分出^②。

3. 極稀品紅（Fuchsin）水溶液和幾滴酸性亞硫酸鈉溶液強烈搖盪到無色而止，加少許甲醛液（演講時製備的），任其在杯中靜置，不久這品紅溶液就恢復其原色。

適用而耐久的品紅亞硫酸液製備法^③

4 g “純”品紅溶解於 800 g 熱水中，加 5.4 g 偏重亞硫酸鉀（Potassium metabisulfite），最後加入 100 cc n·HCl，用水裝滿 1 L。但其色還是紅的，用獸炭加入過濾，溶液就褪色可用。

4. 用間位苯二酚檢定甲醛。新製的苯二酚無色水溶液，由 0.5 g 苯二酚溶解於 $\frac{1}{2}$ L 水所成，傾入玻璃筒中，加幾 cc 甲醛液（演講時所製），於是用下端可以深達筒底的滴液漏斗，注幾 cc 濃硫酸於溶液下面，立即有紅色周圍的界線出現^④（微到 $\frac{5}{100}$ mg 甲醛時應該仍舊可見）。

5. 用 Angeli-Rimini 試液檢定醛基。約 $\frac{1}{2}$ g，或更少的對位甲苯磺

① Fehling 試液：A. 17.3 g 晶狀硫酸銅溶解於 $\frac{1}{2}$ L 水，B. 86.5 g 晶狀酒石酸鉀鈉及 30 g 苛性鈉溶解於 $\frac{1}{2}$ L 水，兩者分別保存，用時將其等量配合。

② 這試驗因甲醛易揮發，不知用乙醛。

③ J. Pritzker 及 R. Jungkumz, Zeitsch. f. Unters. d. Lebensmittel, 52, 199 (1926).

④ Chemiker Zeintug 1921, 997 頁。

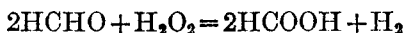
酰肼脲酸 (*p*-toluyl sulfohydroxamic acid) ① 在玻筒中加相當數量的醇 ②, 再加幾 cc 甲醛液及數量約相等的 2*n*· 氫氧化鈉。短時靜置後加稀硫酸, 到剛果試紙呈藍色為止, 於是注入幾滴氯化鐵。溶液立即呈青紅色。

6. 甲醛及過氧化鈉 ③。在大表皿上傾注甲醛, 用長匙拋投少許過氧化鈉在其上面(小心!)。轟響及發火。多數醛有這反應, 但不都是這樣(例如庚醛及桂皮醛就不然), 酮基也沒有這反應。

7. 在大表皿或結晶皿上將加氨的甲醛液蒸發。蒸後所剩下的是白色的六次甲基四胺 ($(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ (Urotropin))。

這 Urotropin 的構成亦可以演示如下: 在玻筒中裝碳酸銨的飽和冷溶液, 傾入甲醛。強盛的泡沫發生, CO_2 逃出。

過氧化氫對於甲醛的反應, 氫的構成 ④



約半 L 容積的圓底燒瓶有兩孔的塞, 瓶塞的一孔插滴液漏斗, 另一孔插導氣管。瓶中裝 30 cc 甲醛溶液。由滴液漏斗迅速加入 20 cc 的 30% 過氧化氫液。在鐵絲網上加熱。反應開始時; 立即將本生燈移去。瓶中的混和物強烈沸騰, 而且生泡沫。所生的氫氣由導管出, 試其燃燒性後, 導入小貯氣筒中。於是可從貯氣筒中取出氫氣而加以檢定(無色火燄及爆炸氣等)。

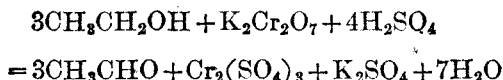
① 製法: Piloty, Ber. 29, 1559 (1896); Gattermann-Wieland, 1927, 172 頁。

② 甲醛及乙醇雖免沒有這反應, 作精密檢定時於用異丙醇 (Kahlbaum-Sobering) 作溶劑, 於品紅亞硫酸液之反應尤為適用。

③ H. E. Ribeaud, (Luzern) 所提出。

④ Bach 及 Generoso, 55, Ber. 55, 3560 (1922); Wieland, Ann. 431, 301 (1923).

乙 醛

(Acetaldehyde, CH_3CHO)乙醛的製備^①

100 g 重鉻酸鉀, 300 cc 水, 125 cc 乙醇, 140 g 濃硫酸

$\frac{1}{2}$ L 容積燒瓶, 瓶塞具兩孔, 放在水鍋上, 裝入 100 g 重鉻酸鉀溶於 300 cc 水的溶液。另外預製 100g = 125 cc 的醇和 140 g 濃硫酸的混和物, 將硫酸小心傾入醇中而加以搖轉。瓶塞的一孔插 200 cc 容積的滴液漏斗, 另一孔插一枝彎折的套管, 管口和冷凝器下行的一頭聯接, 由冷凝器上面一頭再接一枝垂直的玻璃管通於冰水浸沒的 Hofmann 貯器中, 如第九圖。

由滴液漏斗慢慢滴下已冷的醇和硫酸的混和液, 調節其流入的速度, 使反應安定而不過猛。醇的被氧化可以由溶液呈綠色(鉻鹽的構成)見到。若反應退縮則將水鍋小心加熱。冷凝器的一條橡皮管和水頭相接, 其排水的橡皮管則卸在漏斗上, 漏斗的尖端上用棉花插入溫度計。先注水於冷凝器, 滿後將水門關閉, 等待器中的冷水被上升的乙醛、乙醇及二氧基乙烷(Acetal)等蒸氣混和物所溫暖。於是再開水門, 調節水流, 使流去的水常有 30° 的溫度^②。這樣使高沸點的蒸氣凝縮而流回到瓶中, 同時則沸點 21° 的乙醛流到 Hofmann 貯器中。要得到豐

^① Liebig 及 Doebereiner, Ann. Chem. Phar. 14, 133 (1836); Kékulé 及 Zincke, Ann. d. Chem. 162, 141 (1872).

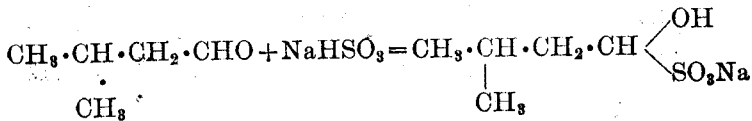
^② 更好是用一個圓頭漏斗, 折斷斗管, 斗的下端用木塞封閉, 塞的一孔插玻璃管, 玻璃管上接橡皮管通到水槽, 塞的其他一孔插溫度計, 溫度計的球部和玻璃管伸入漏斗的部分高度相同。

富數量的乙醛時自應及時開始試驗，但無論如何演講前半小時就應該着手。

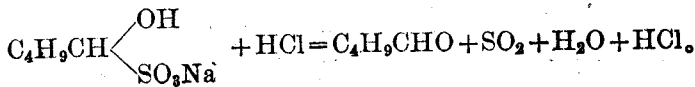
要得到十分純淨的乙醛，則利用商品的三聚乙醛，用 100 g 加一滴純硫酸，在 150 cc 容積的燒瓶中，放在水鍋上蒸餾，蒸餾溫度是 75 到 80°。用強效率的冷凝器，貯器放在冰水中。

用乙醛作試驗

1. 乙醛的燃燒。傾少許乙醛在小皿上點燃，得到黯淡的黃色火燄。
2. 銀鏡的構成及 Fehling 溶液的還原和甲醛相同。
3. 演示酸性亞硫酸鈉化合物的構成，最好用商品的甲基丁醛(異戊醛)(或商品二甲基一烯辛醛(雄刈萱醛 Citronellal)) 和一半容積的新鮮濃聚的重亞硫酸鈉溶液震盪，不久就有濃厚的白色酸性亞硫酸鈉化合物沉澱：



此化合物加酸加熱又立即崩解：

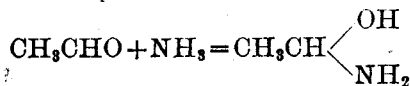


4. 用亞硝基鐵氰二鈉(Sodium-nitroprusside $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]\text{Na}_2$) 及氫化吡啶(Piperidine) 檢定乙醛。淡紅色極稀的亞硝基亞鐵氰化鈉水溶液和幾滴乙醛混和，加 1 或 2 滴氫化吡啶(玻筒)。立即有深藍色呈現。

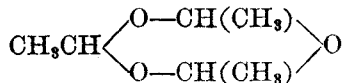
5. 醛樹脂。在試管中將 1 cc 乙醛和幾 cc 苛性鉀濃液加熱。溶液立即呈黃色，有褐色黏狀的樹脂分出。冷後樹脂即固結。

6. 醛氣。在小燒瓶中預備乙醛的乙醚溶液，經過粗導管導入石灰

鈉所乾燥的氨氣^①。不多時就有無色葉形的醛氨結晶體分出：



乙醛變為三聚乙醛



在玻筒放入幾 cc 新製的純淨乙醛，用移液管小心加入幾滴濃硫酸。立即有劇烈的反應發生，筒中有一部物質噴出。

三氯乙醛

(Chloral, CCl_3CHO)

由三氯乙醛水化物製三氯乙醛

容積 200 cc 的分餾瓶約一半裝滿 40 g 固態三氯乙醛水化物，加 15 cc 濃硫酸，用小火燄加熱。瓶和冷凝器相接，使三氯乙醛的蒸氣完全凝縮。用小玻璃杯作接受器。蒸餾完畢後可以演示：噴射幾滴水在液態三氯乙醛上，這物質又立即變為固態的水化物。噴入的水不要太多。

一切甲醛所生的反應都可以求之於三氯乙醛。

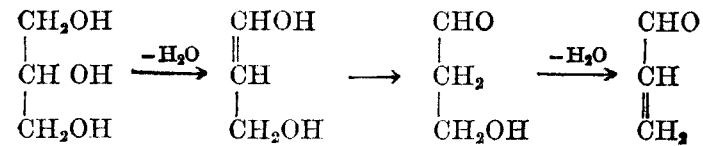
三氯乙醛和三氯乙醛水化物對於品紅亞硫酸溶液態度不同。加新鮮蒸餾的三氯乙醛於無色的品紅亞硫酸溶液，立即有深青紅色呈現。較陳舊的製品亦能夠有這反應，但其色不甚強。至於三氯乙醛水化物則放置幾小時不生反應。

① 如未備有貯氣鋼筒，則用燒瓶放在鐵絲網上，裝氨液徐徐加熱。瓶用木塞封閉，塞的一孔插導氣管，管和貯滿石灰鈣的乾燥塔聯接，使氣體通過乾燥塔而導出。

不飽和醛

丙烯醛

(Acrolein, $\text{CH}_2 : \text{CH} \cdot \text{CHO}$)



丙烯醛的製備

在試管中將無水甘油和少許重硫酸鉀加熱後傳觀。丙烯醛的特別臭味不難辨認(敗脂醛)。

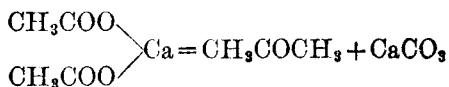
酮

(Ketones)

丙 酮

(Acetone, CH_3COCH_3)

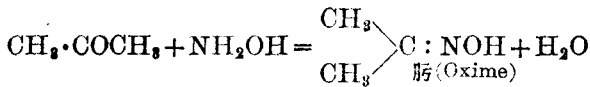
丙酮之製備：



利用前述製備甲烷的鐵管，裝入乾燥乙酸鈣；貫穿鐵管填料函之玻璃管和向下傾斜之冷凝器聯接；用容積 200 cc 的小燒瓶作接受器。將鐵管放在燃燒爐中，小心加熱。燃小火燄 5 分鐘後即開始有含水的粗丙酮蒸餾而出。這蒸餾物就可以用於下述試驗。

用丙酮作試驗

1. 丙酮的燃燒性。傾少許丙酮於小皿上點燃。其火燄明亮。
2. 丙酮的酸性亞硫酸化合物。容積 200 cc 燒瓶的一半裝純丙酮，加 10 到 15 cc 新鮮酸性亞硫酸鈉濃溶液，用木塞封閉而強烈搖盪。不久即有白色葉狀酸性亞硫酸鹽化合物出現。此時還可以再加少許酸性亞硫酸鈉溶液。有足量的物體構成後迅速在吮吸漏斗上將其吮乾，演示其對於水的溶解性及用濃硝酸鉀溶液（幾乎飽和）搖盪後，又分解而成丙酮。
3. 用亞硝基亞鐵氰化鈉 (Sodium nitroprusside) 檢定丙酮。將極稀的淡紅色硝基鐵氰鈉溶液加少許丙酮及幾滴苛性鈉液。呈深紅色。醫院中檢定酮尿就是用少量，5 到 15 cc 的試品蒸餾後，如上試驗。
4. 肝的構成：

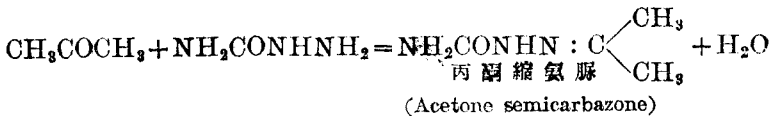


將脞胺鹽酸化物溶液和當量的 10 % 碳酸鈉溶液混和，加丙酮，放置待第二日演講時應用。丙酮的臭味消失；用乙醚提取，則於發揮後有白色眩目的脞結晶^①。

下面的演講試驗更為適用●：

14 g 脞胺鹽酸化物溶解於 20 cc 水，另用 8 g 苛性鈉溶解於 15 cc 水（兩種溶液於演講前備妥）。試驗時傾脞胺溶液於玻杯或 100 cc 容積的燒瓶中，注入 12 g 丙酮，再慢慢攪拌而加入苛性鈉溶液。液體自行發熱，漸有清澈無色的脞油層分出。冷後則此物結為美麗晶體。若有任何原因，使其難於分出，或分出的不多，就再加入少許粉狀碳酸鉀。

5. 縮氨脲的構成^②：



4 g 氨脲鹽酸化物^③溶於 15 cc 水（燒瓶或錐形瓶，其容積是 100 cc。）加入 4 cc 丙酮，繼即一面搖盪一面投入 4 g 固態乙酸鉀（預先秤定封於試管中）。搖盪時立即有白色結晶糊狀物分出。

溶解對溴或對硝基苯脞^④於足量的冰醋酸，於溶液清澄不變時小

① V. Meyer, Ber. 15, 1324 (1883).

② Ber. 39, 876 (1906); 又見 Ullmann, org.-chem. Praktikum.

③ Thiele 及 Stange. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 27, 92 (1894).

④ 商品。

⑤ 商品。

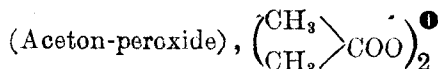
心加水，隨即加少許丙酮，不久即有苯胺結晶而出(也用苯胼試驗)。

用羥胺作試驗

一方面溶 6.9 g 羥胺鹽酸化物，另一方面溶 6.3 g 純乾碳酸鈉於各 50 cc 水，合併其溶液(碳酸氣發生)。試驗如下：

1. 於小燒瓶內少許溶液和 Fehling 液加熱。氮氣發生。
2. 氯化汞的還原。傾上述溶液於容積 200 cc 的玻璃杯，加 25 cc 飽和的氯化汞冷溶液及幾滴氫氧化鈉溶液，在鐵絲網上加熱。液體不久就即渾濁，由於一氯化汞分出，開始生泡沫(氮氣)，先白，後灰，終於黑色，還原到金屬汞出現。

過氧化丙酮



每 10 cc 乙酮和 30% 過氧化氫及濃鹽酸好好冷凝(冰水)，放在玻筒中搖盪而混和。過氧化乙酮立即分出。吮吸而使其乾燥，先用濾紙而後放在乾燥器的氯化鈣上。須令其完全乾燥。

約 1 g 過氧化物放在白鐵片上，其所在的位置用本生燈加熱。過氧化物熔化而轟炸，有尖銳的聲音。

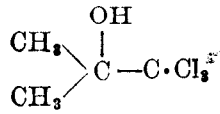
由丙酮及隣硝基苯甲醛製錠見錠藍章。

三氯甲烷化丙酮

(三氯第三丁醇)

[Aceton-chloroform (Trichlortertiary-butyl alcohol)]

① 這公式可能寫成雙分子及環狀的。



容積 100 cc 的圓錐形瓶中貯丙酮及三氯甲烷各 25 g，放在冰盆中輕徐搖盪，勻分幾次加入 5 g 粉狀氫氧化鉀（預先製妥封貯在試管中），濃厚無色的油逐漸分出，短時間放在冰中即凝結成白色晶狀，味如樟腦的物塊。

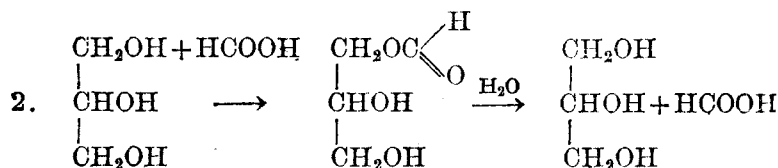
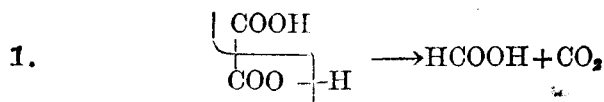
飽和酸

(Saturated acids)

甲 酸

(Formic acid, HCOOH)

甲酸之製備①：



70 g 去水甘油(丙三醇), 3×80 g 結晶草酸(乙二酸)

在容積 700 cc 的蒸餾甌中裝入 80 g 尋常晶狀草酸及 70 g 去水甘油。

甘油去水是將甘油傾於磁皿放在鐵絲網上, 用溫度計輕徐攪動加熱到溫度升到 170°。

在甌頸, 用木塞插入溫度計達混合物中。甌和下傾的短冷凝器聯接, 冷凝器的一頭和 250 cc 容積, 作為受器的圓錐瓶銜接。將甌放在鐵絲網上加熱, 其溫度可以升到 115°。

反應在 75° 開始, 有碳酸氣發生, 到 90° 反應更強。最初蒸餾而出

① Berthelot, Ann. Chem. Pharm. 98, 139 (1856).

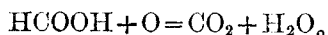
的是甚稀的甲酸。經若干時後碳酸氣的發生漸弱，任其略冷，由甌頸再加入 80 cc 的晶狀草酸，於是加熱到 110—115°，這時有較多而較濃的甲酸蒸餾。第三次蒸餾又加 80 g 草酸，恰在演講時實行，因為這時所蒸餾的甲酸甚強，足供下述大多數試驗之用。

蒸餾宜於在演講前早時開始，因為試驗需時甚久。

從三氯甲烷構成甲酸鉀。半試管的三氯甲烷裝入玻筒中，加兩倍數量的苛性鉀甲醇溶液(1:2)。混和物立即呈渾濁狀態，幾秒或有時半分到一分鐘，便有爆發反應(小心!)

用甲酸作試驗

甲酸是一種強有力的還原劑，易於接受氧素而解放二氧化碳：



1. 硝酸銀氨液的還原。像試驗甲醛時所用的溶液。加入甲酸，特別於微弱加熱，或溶液酸性時，迅速有黑色的銀分出，尋常沒有銀鏡構成。

2. 氧化汞的還原。用商品 85% 的甲酸約 15 到 20 cc，在玻杯中用同量的水稀釋，加入一小匙氧化汞，在鐵絲網上加熱。氧化汞尋常先溶解而成甲酸鹽，但不久就有灰色的金屬汞分出，同時有活躍的碳酸氣發生。

3. 氯化汞的還原。溶解幾 g 甲酸鉀在玻杯中，加少許飽和的氯化汞液。在鐵絲網上加熱，起先溶液渾濁，生微細分佈的一氯化汞(Hg_2Cl_2)，蒸餾較久，若有足量的甲酸鹽存在時，則又逐漸變化而分出金屬汞(注意碳酸氣的發生)。

4. 甲酸被鉻酸氧化。在量杯中放入 10 g 純三氧化鉻，傾入全試管的商品甲酸。不久有強烈的反應開始，甲酸逐漸沸騰，有白色蒸氣衝出而鉻酸被還原，成綠色的氧化鉻。

5. 甲酸被高錳酸鉀氧化。200 cc 容積的玻杯貯 10 cc 商品甲酸

及 40 cc 的 25% 硫酸，放在三腳架的鐵絲網上，加熱到沸騰，逐漸加入 4% 的高錳酸鉀溶液。有甚強的泡沫，由於碳酸氣的發生，高錳酸鉀溶液因而褪色。

乙 酸

(Acetic acid, CH_3COOH)。

蒸餾木材的乙酸製備法。

試驗佈置如第十七圖：

A = 燃燒爐。

B = 鐵管(見甲烷)，中裝毛櫟、櫟木或橡木的木屑，放在燃燒爐上。

C = 兩頸的受器，一頸和導管聯接，一頸則通於冷凝器，以承受木炭膏等。

K = 冷凝器，其一頭和接受器相連，一頭通於 W。

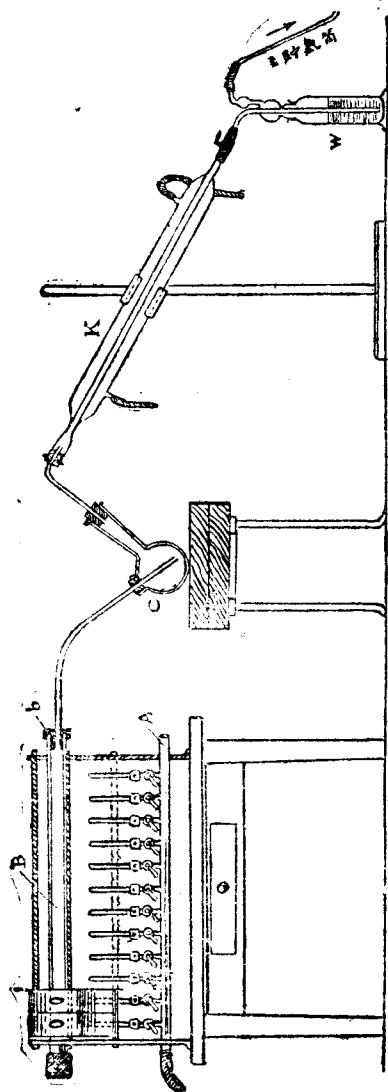
W = 空的氣體洗瓶(用 Woulf 兩頸瓶也可以)，由洗瓶再用橡皮管接一枝向下彎折的玻管通到小貯氣筒。

加熱時要緩慢而小心(從左邊起將每隔兩個或三個的燈頭點燃)，否則蒸餾太快。在第一接受器內有甚多木炭膏及醋酸(乙酸)集聚。第二接受器中則除乙酸外還有丙酮及甲醇集聚。

蒸餾物的酸性反應可以用石蕊紙演示。蒸餾所成而集於貯氣筒的氣體燃燒時有微弱的火燄，可以“加炭”以使其明亮。導氣體經過貯有酒精與少許苯混和的洗瓶，這樣則氣體燃燒時有明亮的火燄。

用乙酸作試驗

1. 一瓶純乙酸置於冰中。乙酸結為一羣無色。大塊而閃耀的葉狀結晶體，其熔點是 $+17^\circ$ 。



第十七圖 木材蒸餾

2. 乙酸蒸氣的燃燒性。在試管中將冰醋酸加熱到沸騰，用另一本生燈將其蒸氣燃燒。有微弱的藍色火簇。

3. 乙酸鐵的分解。在玻杯中將少許乙酸鈉溶液和氯化鐵混和，加熱到沸騰。由最初深紅色的溶液中不久就有容積甚大，像鐵鏽的褐色鹼性乙酸鐵分解而出。

丁 酸

(Butyric acid, C_3H_7COOH)

熔封管(熔化爐的管)裝正丁酸鈣的飽和冷溶液而加以熔封。

另備異丁酸鈣的水溶液，加熱到 80° 後仍清澈不變的，趁其熱時裝入第二個熔封管，同樣將其熔封。冷卻時異丁酸鈣結晶而出。

演講時將兩管放在大玻杯中，杯在三腳架上，杯中的水加熱到 70 至 80° 。異丁酸鈣溶解而不易溶解的正丁酸鹽則析出。最適宜的溫度是 76° 。試驗需時約十五分鐘。

肥皂與蠟燭

脂肪鹼化最好用豬脂，其中含有甘油和三倍十六碳羧酸所成的酯，可以在鹼化之後成為純十六碳酸。

在放置於水鍋上的瓷皿中熔化 150 g 豬脂，加 50 g 苛性鉀溶於 60 g 水中的溶液而時常加以攪動。1 到 $\frac{1}{2}$ 小時後鹼化完畢。鹼化應該在演講之前開始。鹼化後一面攪動一面加水到溶液澄清為止，約需 600 cc 水，假如不夠還可以略多。

將溶液分為兩半，各裝於容積約 1 L 的大玻杯，於是杯中除甘油外含有十六酸鉀。

一個杯中傾入 75 cc 還是熱着的 25% 鹽酸，以使十六酸分出。

因其熔點低，所以十六酸在熔化的狀態下成爲黃色的油浮在液體的表面，冷卻後成爲結晶餅。

其他一半用來製造肥皂。在其杯中加 $\frac{1}{2}$ l 飽和的食鹽液溶液。肥皂(十六酸鈉)最初成爲油分出，冷後凝固。可以從熱食鹽液中重行熔化而加以精製，加葵花精 (Heliotropin) 使其有香味，於是得黃白色的皂餅，因爲易溶解之十六酸鉀經加入氯化鈉而變爲不易溶解於鹽液中的十六酸鈉，是爲基本肥皂 (Kern seife)。

Faraday 的蠟燭試驗

這種試驗可以演示燭燄中間黑暗部分有未燃的氣體存在。尋常蠟燭太小，不適用；因此，用紙筒^①將熔化的蠟傾入其中自製一條直徑 3 到 4 cm 的蠟燭，用一束棉線作燭芯。引一枝折成正角而上端略尖的玻管到燭燄內部的黑暗部分，在管的相當部位將其固定在鐵座臺上，將其外流的氣體燃燒，有明亮的小火燄。

較完備之試驗方法是先收集未燃的氣體，其佈置如第十八圖^②：

A = Mariotte 兩頸瓶，吮吸兼收集器，

T = 滴液漏斗，插入瓶的一頸，其下端深達瓶底，

Q = 活門，夾住橡皮管，管的一端接於瓶的另一頸所插的正角形玻管，其他一端則和另一插入 B 的正角形玻管相接，

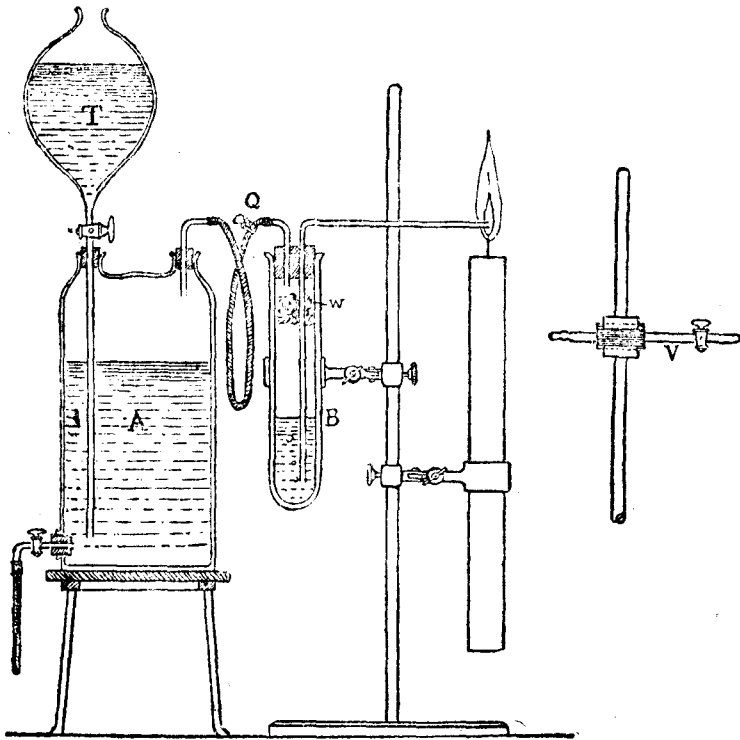
B = 大試管所成的洗瓶，由這洗瓶再用玻管和另一洗瓶相接(圖中省去)，第一洗瓶貯水，第二洗瓶貯亞銅鹽液(見乙炔銅的製備)，

W = 第一洗瓶中水上的棉絮，以拘留氣體的塵屑，

V = 移去第一、二兩洗瓶時代入的活塞玻管，管的兩端不可以像

① 用油紙製成圓筒，下端以木板或紙板封閉之，燭芯之下端固定於木板或紙板，上端懸於鐵架。

② 按照 Rüdorff-Liipke，但多所改善。



第十八圖 蠟燭氣體之收集

圖中所示那麼尖細。

由第二洗瓶引一枝硬玻管或金屬或陶土管達到火燄內部（所用之蠟燭如前）。達火燄內部之管不可以太細，其內徑約 3 到 4 mm。

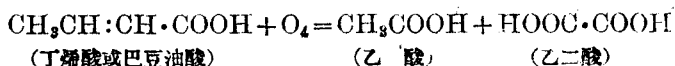
用水將 A 裝滿，開放 A 下部的活塞，使水慢慢流去，其速度是每 L 需時 25 分鐘。水流太快則吸入空氣太多。這樣可以將燄中的氣體吸到瓶內。但氣體內含有遇冷而凝固的物質，易使導管閉塞，所以須先使氣體在 5 cm 高的水層上凝縮，又恐怕氣體中一部分在這時化為灰塵，亦易封堵導管，所以在洗瓶水層上面又放着棉絮。

在裝有亞銅鹽溶液的洗瓶中不久就有乙炔銅沉澱，可知未燃的氣體中含有乙炔。

若已流去相當數量的水，就將活門 Q 關閉，移去兩洗瓶，用內徑約 5 到 7 mm 而具有活塞的玻管替代。管所通過的木塞可以夾住。於是將玻管的活塞關閉，將活門 Q 開放。由滴液漏斗注水入瓶。於是開玻管的活塞(小心!)將流出的氣體點燃。燃時有不甚明亮的藍色火燄。氣體中含甚多同時被吸入的空氣。

不飽和酸

飽和及未飽和酸對於高錳酸鉀的態度差別。高錳酸鉀於不飽和酸的雙鍵所在的位置發生氧化作用：



兩個玻璃杯，容積各 $\frac{1}{4}$ L，各貯同量的純乙酸及丁烯酸(或用苯基丙烯酸——即桂皮酸)幾 dg，用同量之水稀釋，再將碳酸鈉液加入，使呈微弱鹼性(石蕊紙!)。每杯都用幾滴 4% 高錳酸鉀溶液注入。高錳酸鉀溶液不因乙酸^①而褪色，溶液仍為紅色，但丁烯酸則使其褪色而有氧化錳分出，在這杯中還可以繼續注入高錳酸鉀溶液到其紅色不消失為止。

① 乙酸(冰醋酸)須先經試驗，看其對於高錳酸鉀液穩定與否，若不穩定就須先用固體高錳酸鉀蒸餾。

酸的衍生物

(Derivatives of acids)

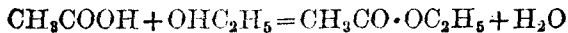
酸 酯

(Acid-esters)

乙酸乙酯

(Ethyl acetate, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$)

乙酸乙酯的製備:



30 g 冰醋酸, 30 g 乙醇

1. $\frac{1}{2}$ L 容積燒瓶中裝 30 g 冰醋酸及 30 g 乙醇, 導入用濃硫酸乾燥的鹽酸氣(見第九圖), 並用冰水冷凝。等待混和物經鹽酸氣飽和後靜置以備演講時應用。屆時傾混和物於分液漏斗中, 漏斗的一半裝有冰水, 可以演示酸酯如何在水上成一層液層。將酯從水溶液中分出, 用碳酸鈉液洗濯而後傳觀。除乙酸乙酯外也可以照這樣製備苯甲酸乙酯。

65 g 乙醇, 130 cc 濃硫酸, 100 g 無水乙酸鈉

2. $\frac{3}{4}$ L 容積燒瓶裝 65 cc 90% 乙醇, 在冷凝的狀況下小心加入 130 cc 濃硫酸。在這冷凝的混和物(演講前製妥)中逐漸加入 100 g 粉狀無水(熔化後)的乙酸鈉, 同時用冰水冷凝。因為反應頗猛烈, 所以也可以將濃硫酸和乙醇的混和物用滴液漏斗慢慢流注於乙酸鈉上面。將瓶放在鐵絲網或 Babo 漏斗上加熱, 瓶口用木塞封閉, 木塞的孔插膝形玻管和斜傾的冷凝器聯接。用 $\frac{1}{2}$ L 容積的圓錐瓶, 裝水一半, 作為接受

器。加熱時用小火燄；瓶中混和物不久即開始作有規則的沸騰，20分鐘後約有 30 cc 乙酸乙酯蒸餾而出，在水上成一清澈的液層。接受器中的產物用碳酸鈉液搖盪，以除去其所挾帶的乙酸，於是可以將瓶傳觀。這試驗的優點就在乎可以在演講時舉行。

酰 鹵

(Acyl halides)

乙酰氯

(Acetyl chloride, CH_3COCl)

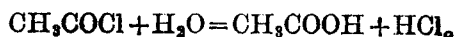


30 g 冰醋酸，50 g 五氯化磷

250 cc 容積的圓錐瓶或平底燒瓶中裝 30 g 冰醋酸，在排氣櫥中分幾次用匙加入 50 g 五氯化磷。猛烈反應，有強盛的氯氣發生。這粗製的乙酰氯可以用於，例如，製造乙酸乙酯：小心傾入乙醇，而後將其傾於冰上，用乙醚提取，用碳酸鈉液洗濯，在碳化鈣上乾燥，再蒸餾而除去乙醚。

乙酰氯水分解也可以在演講時試驗。

在玻璃杯中貯 100 cc 水，加入約 20 cc 乙酰氯(商品)。乙酰氯最初成爲沉重的油滴沉在杯底，但不久就有猛烈的反應發生，水泡騰起而成乙酸與鹽酸：



酸 酐

(Acid anhydrides)

1. 乙(酸)酐經水分解及其連帶的溫度增高也可以作試驗演示。

在一個玻筒中放置一枝演示溫度計(見乙醇試驗),用鐵架縛住,另放一枝尋常溫度計,這樣在演講終止時可以讀得溫度的差數。傾入 200 cc 水,使演示溫度計的球形部分完全浸沒,記下水的溫度。加 60 g 乙醇,用尋常溫度計攪動。在 20 分鐘的時間內溫度升高 10 到 12°。乙醇試驗中所述的精細驗溫器也適用於這試驗。

2. 乙醚化合物的構成。演示乙醇對於胺的乙醚化作用之迅速而強烈,可用苯胺乙醚化如下:

5 cc 苯胺和 15 cc 水在大試管中用力震盪,加入 5 cc 乙醇,用木塞將管封閉,再用毛巾將管包裹,強烈震盪若干時。

混和物自行發熱甚強,突然間試管中物質凝固成乙醚苯胺的白色閃光結晶糊。當然這試驗也可以在演講苯胺時舉行。

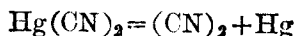
氰化合物

(Cyan-compounds)

氰

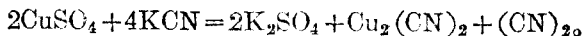
[Cyanogen, $(CN)_2$]

氰之製備：



45 g. 氰化汞

一頭熔封的燃燒着裝 25 g 氰化汞，在燃燒爐或列燈上加熱。不久就有氰氣發生。燃燒管的另一頭用塞封閉，塞孔插玻璃管通到小貯氣筒，筒中貯飽和食鹽液。最好用 45 g 氰化汞，使演講前貯氣筒中已收集小量的氰氣，25 g 氰化汞可以製成約 3 L 氰氣。氰氣雖然溶解於鹽液中不及於淨水中容易，但已足使鹽液不久就呈暗色。燃燒管的前端較冷部分聚有灰色小點的汞，而氰化物所在的位置還有黑色閃光的薄層附着於管壁，這是聚氰。要得到多量的氰氣則利用硫酸銅與氰化鈉或氰化鉀^①的反應：



還有 Kemp^② 法，甚為適用，用氯化汞和亞鐵氰化鉀燃燒。

氰的性質

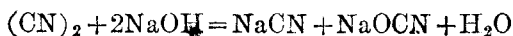
1. 氰氣燃燒有特種火燄。從貯氣筒中導出氣體燃燒，但導管管口須措淨，因為若有食鹽附着其上則火燄必呈黃色。在可能範圍內使氰氣之火燄闊大，於是可以演示其青綠或鋼青色的外圍，而內心則是純紫

① Abegg, Handb. d. anorg. Chem. III, 2 221.

② Ann. 48, 150 (1898); 又 Langenbeck, Ann. 469, 21 (1928).

色的。

2. 氰與苦味酸。溶解 1g 苦味酸(2, 4, 6 三硝代苯酚)於稀釋的氫氧化鈉液,分溶液成兩部分(最好用大試管或玻璃筒盛貯)。一部分由貯氣筒導入氫氣,溶液不久就呈深紅色,反應如下:



構成物質有氰化鈉及氰酸鈉。但氰化鈉與苦味酸成深紅色的異紫酸(Isopurpuric acid)。於是可以演示兩試管中液體顏色的差別。

氫氰酸

(Hydrogen cyanide, ① HCN)

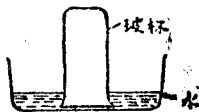
氫氰酸的檢定

1. 用一小塊氰化鉀製成普藍。於氰化鉀溶液中加入硫酸亞鐵,再加入氯化鐵及鹽酸。

2. 氫氰酸變為硫氰化銨。試管中放微量的氰化鉀,加幾滴稀硫酸;另在濾紙上注幾滴黃色硫化銨溶液,持近管口,將管小心加熱。氫氰酸蒸氣接觸紙上黃點所在的位置使其變為白色。要完全驅除剩餘的硫化銨,則將小濾紙放在大表皿的凸面或白鐵片上,下面用微火加熱。點跡完全變為白色之後,用玻棒注幾滴氯化鐵在其上面;有硫氰化鐵的紅色點跡現出。

檢定氫氰酸時也可以使其蒸氣在水封閉的情況下對於試劑發生作用,如第十九圖所示。

用苦味酸檢定。濾紙用苦味酸的弱鹼性液浸濕而後乾燥,成淡黃色紙條。將這紙條放在氫氰酸



第十九圖
氫氰酸的檢定

① 演講時無須演示其製法,但可以演示其製備儀器及佈置之照相。將小塊氰化鉀放在小皿上傳觀以辨其氣味。

蒸氣中(用上述儀器), 5 到 10 分鐘後紙條呈深褐紅色。

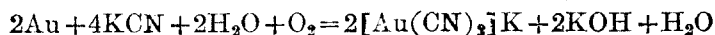
用**乙酸聯苯胺-硫酸銅**(Benzidin- \bar{v} acetate-coppersulfate)檢定。濾紙條先浸於 0.25% 的硫酸銅溶液, 而後浸於 0.25% 的乙酸聯苯胺溶液中。放在**氫氰酸**蒸氣中。紙條立即呈深藍色。反應甚靈!

氰化鹼金屬溶解錫鹽

在玻璃杯或玻璃筒中將少許硝酸銀加於稀釋氯化鈉溶液, 再加**氰化鈉**或**氰化鉀**液。分出的氯化銀迅速完全溶解。構成**氰化銀鉀**的複鹽([Ag(CN)₂]K)。

金的溶解於氰化鹼金屬中

玻璃杯中放一片純金箔, 加 1 到 2% 的**氰化鈉**或**氰化鉀**溶液, 導液氧或氧氣通過液中, 因為按方程式:



需要氧氣。金的完全溶解頗快, 尤其加入少許**苯甲醯過氧化物**時。於是將一條**鋅片**放在溶液中, 金就附着在鋅片上, 成爲黑色, 或也常爲金紅色的薄層, 磨擦後即呈明顯的金色。

氰 酸

(Cyanic acid, HCNO)

氰酸鉀的製備



20 g 氰化鉀, 80 g 氧化鉛

寬綽的坩堝中放着 20 g 氰化鉀, 在 Teclu- 燈或吹燈上熔化。勻分幾次慢慢加入 80 g 氧化鉛, 隨加隨攪, 於是將其傾入鐵盆。熔化的鉛隨即凝固, 其表面就有一層**氰酸鉀**的殼掩蓋。這**氰酸鹽**可以用水提取, 加入**硫酸鈹**而成**尿素**。

硫氰化合物

有水裝滿的玻璃杯中傾入幾 cc 硫氰化鉀，再加幾滴氯化鐵溶液。其紅色物質可用乙醚搖盪，乙醚亦因此呈紅色。

硫氰化亞汞 = 法老蛇

[Mercurio-thiocyanide = Pharaoh's snake, $(\text{CNS})_2\text{Hg}$]

33 g 硝酸汞，19.4 g 硫氰化鉀

33 g 硝酸汞溶解於足量的水，加 19.4 g 硫氰化鉀的濃溶液。吸去濃厚的白色沉澱物，洗濯而後乾燥。這乾燥物質和少許珂羅棉（珂羅棉溶於醇醚的溶液，見下珂羅棉章）攪拌而成條狀物，長 3 到 3 cm，粗約幾 mm。在空氣中乾燥，用薄錫箔包捲。再用鐵鉗夾其一段在火燄中燃燒，將這熱灼的硫氰化合物放在瓷板上。於是有硫化汞所成的蛇形物出現。這種試驗也可以用亞汞鹽做成。

演示硫氰化銅的構成用硫酸銅溶液加入硫氰鹽。

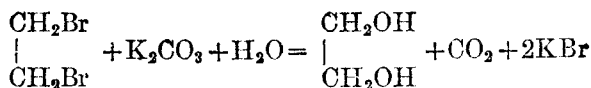
痰唾中硫氰化銅的檢定。抹痰唾在濾紙紙條上，將其放在瓷皿中，在水鍋上蒸乾，而後用稀釋氯化鐵液沾濕。於是有硫氰化鐵的紅點出現^①。

用亞鈷鹽檢定硫氰化鈹。玻筒中貯極稀的亞鈷鹽溶液，加入幾 cc 硫氰化鈹溶液。最初呈微弱的青紅色，隨後用 1 成戊醇和 2 成乙醚所成的混和物搖盪，就有美麗的深藍色出現。反應甚靈！

① 痰唾中之硫氰化鈉含量隨人的個性而有不同，而分明見於色的深淺。又其含量似乎隨年齡的增加而減少。

二價化合物

乙二醇

(Glycol, $\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$)乙二醇的製備^①:

94 g 溴化乙烯, 69 g 碳酸鉀, 500 g 水

演示碳酸鉀對於溴化乙烯的作用有碳酸氣的發生。裝有迴流冷凝器的燒瓶中貯 94 g 溴化乙烯及 69 g 碳酸鉀及 $\frac{1}{2}$ L 水, 放在鐵絲網上蒸餾。冷凝器上端用玻管垂下和洗瓶聯接, 洗瓶中貯濾清的氫氧化鋇溶液。不久就有碳酸鋇分出。

① Ann. d. Ohnm. 192, 250 (1878); 亦見 Ber. 29, Ref. 287 (1895).

醇 酸

2-羥丙酸

(乳 酸)

(Lactic acid, $\text{CH}_3\text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COOH}$)

由酸牛乳製 2-羥丙酸鋅

將 $\frac{1}{2}$ 至 1 L 的牛乳酸化。夏天酸化自然不難，但冬天就不容易使其充分濃厚。因此須在演講前幾日用少許酸菜或一小塊乳酪投入其中，放在溫暖地方促進其變化。演講時先用石蕊紙演示其酸性反應，而後傾入放在鐵絲網及三腳架上的大瓷盆中。用本生燈適當加熱，在不斷的攪動下，加入碳酸鋅，到中和反應為止。時常加少許水稀釋。用摺疊濾紙過濾，濾液流入結晶盆。蒸餾到開始結晶。下次演講時可以演示乳酸鋅（或 2-羥基丙酸鋅）的黃色結晶體（針狀）。

氨基酸

氨基乙酸

(Glycine, $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH}$)

氨基乙酸的反應

商品氨基乙酸在大試管中用水溶解，加幾滴氯化鐵。略加熱，溶液呈美麗的紅色。注入幾滴稀硫酸則其色消失，但再加入少許鹼液則紅色又立即回復。

氨基乙酸的銅鹽： $(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ ①

150 cc 容積之錐形瓶中溶解 2 g 氨基乙酸於 50 cc 水，加 20 g 粉狀氧化銅，在鐵絲網上蒸餾，溶液呈深藍色。用摺疊濾紙濾入略寬之玻盆中，在水鍋上蒸餾到開始結晶。氨基乙酸的銅鹽分出，成天青色的針狀結晶體。

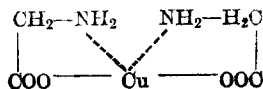
蛋白質的色反應

商品蛋白質用冷水消化，成膠態溶液。

1. Millon 試劑。硝酸汞水溶液加幾滴亞硝酸鈉液及硝酸，因而有游離亞硝酸存在。在試管或燃瓶中加入試劑於蛋白質溶液，立即有白色沉澱，加熱則漸呈紅色。

2. 黃色蛋白反應。蛋白質溶液和尋常的硝酸加熱，呈黃色。於是再

① 氨基乙酸銅的構造式見 Werner, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 5. Aufl., 292 (1923).



加入剩餘量的氨液,蛋白質溶液呈金黃色。

3. 二縮脲反應。於不甚濃聚的蛋白質溶液加一滴硫酸銅溶液: 藍色或更好則紫晶色, 蒸餾則色略強, 用水稀釋更容易辨認。

4. 用磷鎢酸檢定。於蛋白質溶液加磷鎢酸的水溶液, 液體渾濁, 蒸餾則生濃厚的沉澱。

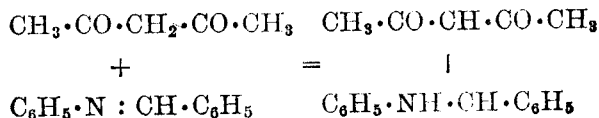
二 酮

(Diketones)

演示 β -二酮的氯化鐵反應，在試管中溶解少許苯甲醯丙酮或乙醯丙酮於乙醇中，加一滴氯化鐵：深青紅色。

乙醯丙酮與苯甲醛縮苯胺的反應

在玻筒中溶解 4 g 苯甲醛基苯胺(見下苯醛章，頁 167)於 2 g 乙醯丙酮^①，加 2 至 3 滴氫化吡啶(商品)。這混和物自行生熱，冷卻後即凝固成無色的針狀結晶體：



(這試驗也可以在演講苯甲醛縮苯胺時實施。)

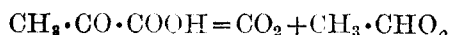
① 製法見 Claisen 及 Erhard, Ber. 22, 100 (1889).

酮 酸
(Ketone-acids)

丙酮酸

(Pyroracemic acid (或 Pyruvic acid), $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$)

丙酮酸有醛的性質，因其有如下方程式的分解傾向：



在大試管中放少許硝酸銀氨液，加丙酮酸(商品，勿太少)。於是，冷慢熱快，有銀分出(沒有銀鏡)。

丁酮酸乙酯(乙醯乙酸乙酯)

(Aceto-acetic ester, $\text{CH}_3\text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$)

丁酮酸乙酯的製備^①：

450 g 乙酸酯，35 g 鈉

容積 1 L，和迴流冷凝器聯接的燒瓶，裝 450 g 預先用氯化鈣蒸餾的乙酸酯。預先將 35 g 鈉切成小片，壓成線狀或粒狀，保存在石油下面。試驗時由石油中將鈉片取出，用吸液紙壓乾，一次加入乙酸酯中。應該就有活躍的反應發生，若反應太猛，則將流水注在瓶的外部使其冷卻。反應稍弱，則在水鍋上加熱到全部的鈉溶解為止。

下次演講就可以演示其冷後所分出的丁酮酸乙酯的鈉化合物。也可將成品塗在黏土板上傳觀。

1. 丁酮酸乙酯的反應：在大的量杯中注幾滴酯，傾入乙醇。加一滴

① Geuther, Jahresb. 1868 323 頁。Wislicenus, Ann. d. Chem. 186, 161, 214.-

氯化鐵就呈青紫色^①。

2. 酯的酸性。大試管中注幾 cc 酯，加稀釋氫氧化鈉液，搖盪到成爲清澄的黃色溶液爲止。一加入無機酸則酯立即又成爲白色油分出。但放置到下次演講時則加酸不再分出。酯在丙酮及碳酸中分解成丁酮酸鈉。

3. 酯中的酮基分解。燒瓶具有迴流冷凝器，冷凝器上端有下垂的玻璃管接於洗瓶。燒瓶貯少許氫氧化鋇溶液，加酯及倍量的 10% 硫酸，在鐵絲網上蒸餾。不久就有碳酸鋇沉澱及碳酸氣的發生（酮基的反應）。

4. 銅鹽的構成。在大試管或燒瓶中將同量的丁酮酸乙酯和乙醇和凝冷的乙酸銅飽和水溶液搖盪，加一滴氨液，再用力搖盪。於是綠白色針狀的銅鹽結晶漿構成。

構成丁酮酸乙酯的機構見於下面各家的解釋：Scheibler 及 Ziegner, Ber. 55, 792; Scheibler 及 Marhenkel, Ann., 458, 1, (1927)。

氯化重氮鹽對於丁酮酸鈉的作用見重氮物反應章。

丁酮酸酯中同體異相平衡的游移

幾 cc 丁酮酸乙酯在燒瓶中用充裕的冰水搖盪。假如酯未全部溶解，則迅速用濕濾紙過濾而濾入 250 cc 容積的高玻璃杯中，放在冰水中凝冷。加入幾滴氯化鐵，則幾秒鐘後慢慢有烯醇式的複鐵鹽呈紅色。注入幾滴溴液，其色完全消失，但經幾秒鐘後又立即開始回復其色，再注入溴液則色又消失，可隨意反覆試驗。烯醇被溴所飽和，但又立即構成新烯醇體，所以酮式與烯醇式之平衡不斷被擾亂而不斷重生^②。

① 參考 Knorr, Ber. 44, 2774 (1911).

② K. H. Meyer, Ber. 44, 2725 (1911).

用溴素作丁酮酸乙酯中烯醇式的滴定①

預備下列的溶液及液體：

1. 用高約 2 cm, 內徑 1 cm, 有磨玻璃塞的小量瓶, 在分析天秤上秤定 1.5 g 丁酮酸乙酯。這樣試品須備妥兩三份。
2. 純淨白色 β -萘酚的 10% 乙醇溶液, 放在冰中,
3. 5% 碘化鉀水溶液, 放在冰中,
4. 250 cc 乙醇, 放在冰中,
5. 硫代硫酸鈉 $n/10$ 溶液, 已知其滴定數值。

在 250 cc 容積的圓錐形瓶中小心放入小的量瓶及其中的試品, 揭開瓶塞, 一起放進去。傾入 25 cc 冰冷的乙醇, 搖轉, 使酯完全溶解於液中。同時於 50 cc 冷醇中滴入溴素, 到成為強度的鮮紅色溶液為止。在冰盆中一面搖盪, 一面迅速將溴溶液傾入酯溶液中, 到明顯的鮮紅色呈現為止。加溴液時可以不必過慮, 而將足量的溴加入, 即使有過剩也沒有什麼妨礙, 因為立即加入冰冷的 β -萘酚溶液, 到液體完全無色為止, 而剩餘的溴被 β -萘酚利用以構成三溴萘酚。於是不斷用冰冷凝而直接加入碘化鉀液到強度的碘色(褐色)呈現時纔停止。立即又由滴管滴入硫代硫酸鈉溶液, 到碘色消失為止作滴定。所得的結果由助教加以計算：

2 原子碘 = 1 分子烯醇式

1 cc $n/10$ 硫代硫酸鈉 = 12.69 mg 碘,

立即又可以再作一次覆核檢定。這種試驗須預先練習, 使試驗在幾分鐘內可以完畢而得數也能滿意, 如果這樣則一次的演講試驗已夠稱正確②。

① K. H. Meyer, Ann. 380, 212, 220 (1911).

② 例如所得的結果為 7.2% 及 7.8% Enol (烯醇); 計算則為 7.4%。

丙酮醛苯腙^①

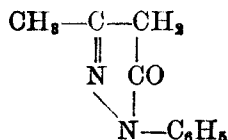
(Pyroracemic-aldehyde-phenyl-hydrazone)



32 g 丁酮酸鉀投入 15 g 氫氧化鉀溶於 560 g 水的鹼液中，溶解後放在冰箱中隔夜。演講時由這丁酮酸鉀溶液中將酮酸解放，隨時好好冷凝，用大玻璃杯貯液體加稀鹽酸，到剛果紙呈藍色為止。隨後立即投入冰塊加以冷凝，並慢慢注入氯化重氮苯溶液。這重氮鹽溶液是由 23 g 新鮮蒸餾苯胺，17 g 亞硝酸鈉（或 123.5 cc *n*/10 溶液），50 g 鹽酸（*d*=1.16）及 150 g 冰，演講前臨時製備，放在冰水中待用。於是投入 100 g 結晶的乙酸鈉，液體呈深紅色，有油狀物質分出，這物質因有強盛的碳酸氣發生，所以在液體表面構成起泡沫的物塊，如果冷凝妥善，原料純淨，這物塊就凝固而成結晶餅。在同一鐘點內還可以將其吸乾，由酒精中重結晶，預備在下次演講時演示。丙酮醛苯腙成爲橙黃色的稜柱體^②。

用苯基甲基吡唑酮作試驗

(Phenyl-methyl-pyrazolone)



苯基甲基吡唑酮^③ 顯示一切烯醇式酮式的反應：易溶解於稀鹼溶

① Japp 及 Klingemann, Ann. 247, 217.

② Bülow, Ber. 45, 3736 (1913) 有關於苯胺偶氮丁酮醯鹽製法的敘述，可以取法。

③ 商品，亦易於製備。

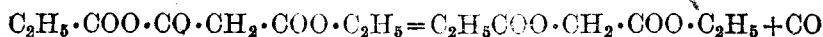
液，加無機酸時由液分出，在醇液中加氯化鐵則呈紅色，多加氯化鐵而蒸餾，有藍色絮狀的吡啶藍分出。

亞硝基祛熱吡啶
(Nitroso-antipyrin)

溶解少許祛熱吡啶^①於稀鹽酸中(試管或玻筒)，加入亞硝酸鈉的稀溶液，溶液呈碧綠色，又有亞硝基祛熱吡啶的綠色沉澱分出。

演示環狀化合物的酮式烯醇式反應(鹼液中的溶解性，氯化鐵反應等)有二縮丁二酸酯^②(Succinylo-succinic ester)，樟腦羧酸^③及其酯(這種酸在醇溶液中加氯化鐵時呈深綠色，足以作為游離β-酮酸較為穩定的有趣例子)及羥基次甲樟腦^④等最為適用。

乙二酸一醯乙酸酯中碳氧氣的解放
(Liberation of CO from oxalacetic ester)



試驗的佈置如第二十圖：

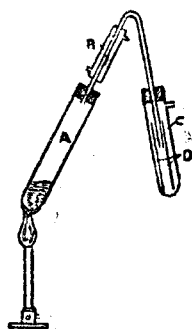
A = 大試管，斜夾於鐵架上，中貯幾 cc 乙二酸一醯乙酸酯^⑤，管口用木塞或橡皮塞封閉，塞孔插彎折玻管，其接近木塞的一段穿入 B，

B = 小冷凝器，接兩橡皮管以通水流，

C = 吸收管，玻管之其他一頭插入其中，管中有 D，

D = 濾紙條，用二氯化鈣溶液浸濕。

將試管小心加熱，管中液體開始蒸沸，一氧化



第二十圖
乙二酸酯之分解

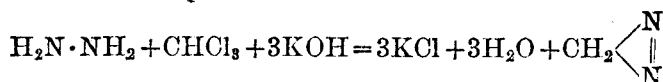
- ① 商品，Antipyrin，由上述的吡啶酮甲基化而成。
- ② 不難製備，見 Ann. 211, 306.
- ③ Campho-carboxylic acid，易於製備，按 Brühl 法，見 Ber. 36, 1305 (1903).
- ④ Oxymethylene-camphor, Bishop, Claisen 及 Simlari, Ann. 281, 306.
- ⑤ 商品，亦易製備，見 Ber. 27, 792.

碳的發生可由鈀液紙呈黑色加以辨認，所成丙二酸酯及未變的酯則回流。

重氮甲烷

(Diazo-methane, $\text{CH}_2 : \text{N} : \text{N}$)

重氮甲烷的製備^①：



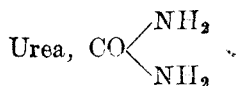
50 g 苛性鉀於 150 cc 純酒精，10 g 聯氨水化物於 50 cc 純酒精，
30 g 三氯甲烷於 50 cc 純酒精

約 1 L 容積而具有側向枝管的燒瓶，用兩孔塞封閉，塞的一孔插滴液漏斗，深達瓶底，其他一孔插導管，通徐緩的氫或氮氣流於全部儀器。枝管和冷凝器聯接。燒瓶中裝苛性鉀和聯氨的酒精溶液，在水鍋上加熱，慢慢由漏斗勻分幾次注入三氯甲烷溶液。反應液體的溫度應約 80°。每次加入三氯甲烷要等其劇烈反應過去時。全部試驗進行時不斷使氫氣或氮氣，經濃硫酸乾燥，通過全部儀器。冷凝器中不久就有重氮甲烷的黃色氣體出現。冷凝器上端有玻璃管向下垂直和洗瓶相接，洗瓶中含乙醚，放在冰中，重氮甲烷就在其中凝縮，而乙醚呈黃色。就可以用這溶液作試驗：紅色碘液褪色，因為有氮氣發生及碘化甲烷 (CH_2I_2) 構成(定量分析法)。或趁其仍有氮氣發生時和苯甲酸的醚溶液混和，於是在小玻璃皿上揮發，有苯甲酸甲酯的香味可以辨認。

① Staudinger, Ber. 45, 501 (911).

碳酸衍生物

脲(尿素)



脲的製備

Wöhler 的尿素化合法不適於演講試驗。

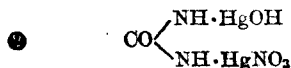
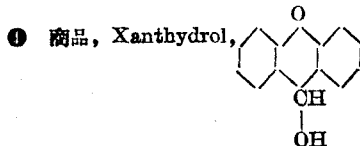
由尿製備尿素。3 到 4 L 尿在瓷盆上蒸到像糖漿濃厚，傾入玻璃杯，放在冰中。演講時加入無色的硝酸(比重 1.4)。不久就有數量豐富的針狀硝酸脲分出。

用脲作試驗

1. 亞硝酸及次溴酸的作用。溶解幾 g 尿素於水中，將其溶液分在兩玻璃筒中。在一個筒中加入亞硝酸鈉液及稀硫酸，立即有強盛的泡沫發生(氮及碳酸氣的構成)。

另一筒中加入幾 cc 次溴酸鈉溶液。也有強盛的氣體發生(氮氣的構成)。

2. 用硝酸汞及對羥基兩苯駢嘧啶^①作定量的檢定。在尿素的水溶液中加硝酸汞溶液，有白色而容積漲大的沉澱^②。

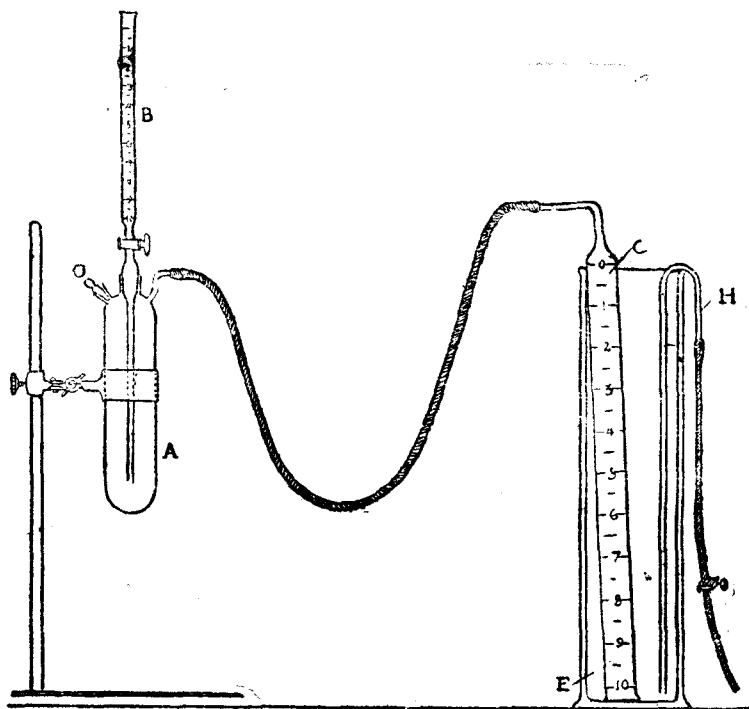


加入對羥基兩苯駢呋喃的醇溶液，也得同樣的結果。

3. 鹼的作用。在燒瓶中將尿素溶液少許和苛性鈉濃溶液一起蒸餾，有氨氣發生(用紅石蕊紙及玻棒上蘸鹽酸試驗)。

4. 尿素所含氮氣的體積分析。不求精確可用 M. de Thierry 的儀器：A 是 30 cm 長的玻筒，側面有口(O)用磨琢玻塞封閉，試品由此口裝入。另一側面有導氣管。筒的中間插入有玻璃活門的滴管。導管有橡皮管和一小刻度的小筒 C 連接，小筒的下端開放，裝水到記號(0°)，放在水筒 E 中。

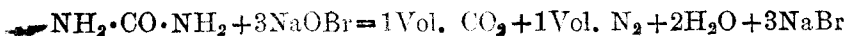
演講前製備次溴酸鈉的鹼性溶液：3 g 碳酸鈉溶解於 20 cc 水中，



第二十一圖 尿素的定量檢定

於搖盪及用冰水凝冷的情況下加入 1 cc 溴，最後再加 8 到 10 cc 苛性鈉濃溶液。這溶液須在演講前新鮮製備並保存在冰中及黑暗場所。

裝上述的溴液於 *A*，慢慢由 *B* 注下 0.2 g 脲溶於 10 cc 水的溶液。這時將筒握在手中多方強烈搖盪。氮氣流入量筒 *C* 而排斥其中的水。要減少儀器中的壓力則小心將量筒舉起或從 *H* 逐漸將水放去。最後用少許水將滴管沖洗，將量筒中的水和外面封堵的水安置在同一高度上，讀得所生氣體的數量。當然應該從這數值減去尿素溶液及沖洗水量的若干 cc，因其於流入筒中時也會排去相當數量的空氣。0.2 g 尿素應在室溫下發生 80 cc 氮氣。這種試驗的尋常差數約為 ± 1 到 3 cc ①。



5. 脲的酵素分解。5% 尿素溶液在燒瓶中加少許研碎的大豆或洋槐子 (*Robinia pseudacacia*)，於 35° 的溫度下靜置在定溫器中 24 小時(加甲苯，一次演講試驗則無須)。因這種植物子中有脲分解酵素存在，所以尿素儘量分解而成氨、碳酸及碳酸銨。演講中可以演示溶液的強鹼性(石蕊紙)，加灰水可以將氨驅出，蒸餾後用滴定法檢定。

硫化碳

(Carbon disulphide, CS₂)

用硫化碳作試驗

1. 硫化碳的易燃。將玻桿在火燄中短時間燃燒，將其引入盛在小皿中的硫化碳，這化合物燃燒，有黯淡的藍色火燄。不要使講堂中有太多的亞硫酸，不久就用石綿板將火燄熄滅。

2. 氧化氮及硫化碳蒸氣混和物的燃燒。按方程式：

① 關於試驗的差數參閱 Chem. Centralbl. 1926, I, 891.

1Vol. CS_2 蒸氣 + 6Vol. $\text{NO} = 1\text{Vol. CO}_2 + 2\text{Vol. SO}_2 + 3\text{Vol. N}_2$
 硫化碳能分裂氧化氮的分子。

用一個較大的玻筒，長約 30 到 40 cm，在水盆中裝入氧化氮^①，最好由貯氣筒導出氣體，應注意盆中的水不要太冷，不致玻筒過份冷凝。玻筒裝滿氣體後，其中已不含水，用毛玻璃封閉，從水中取出。用小噴射瓶注幾 cc 硫化碳於筒中，注入時小心移開玻片。於是用手緊按玻片將玻筒幾次反復傾簸。將筒放在臺上，用左手揭去玻片，右手將縛在一條銅絲下端的小蠟燭引入筒中，有光亮的藍色燄，不轟響。

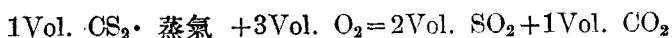
硫化碳和氧化氮混和物之連續燃燒如下方法甚好：

容積 250 cc 燒瓶的三分之一裝硫化碳。瓶口用兩孔的軟木塞封閉(硫化碳能溶解橡皮，所以不可以用橡皮塞!)；塞的一孔插一氣體導入管達到瓶底，其他一孔插氣體導出管。導出管須有約 5 mm 的內徑，並須由不易熔化(Jena)玻璃製成，這管作兩次的正角彎折，其上段和下段都成正角，每段各長 12 到 15 cm。要避免任何爆炸的危險，須在這管接近瓶塞的位置熔接一個活門，防備演示反縮火燄的工作偶有不小時可以立即關閉，更穩妥是在瓶塞另穿一孔以插進一個第三管，將管引到貯有 3 cm 高水銀的瓶中，作為保險門。由貯氣筒或 Kipp 發生器導出氧化氮經硫化碳，而將其蒸氣混和物燃燒。開始時，尤其於暑天，硫化碳還是溫暖，其火燄不大亮，因為硫化碳之剩餘蒸氣還是太多；但經揮發而冷凝，則火燄逐漸明亮，液體的溫度在 10° 時就有強烈而眩目的 20 cm 長火燄。於是慢慢將氧化氮的氣門關閉，這時雖然還有小量氧化氮通過，而火燄則已反縮到導出管內約一段的距離，將在其中熄滅，在管的出口處則另有一火燄繼續燃燒，氣體混和物於是重新着火而

① 氧化氮可用 Kipp 發生器製備，器中放銅片，注入硝酸(1.2)，所生氣體導經濃硫酸洗瓶，如是可得正常不斷的氣流。參考 Heumann-Kühling, 267 頁。

又重新反縮，這種現象可以反復五次至七次到最後火燄完全消滅為止。導入管活門經小心調節後可以使火燄反縮，但這時是在管內，約在出口處 5 cm 之下繼續燃燒。有明亮，2 cm 長的圓錐形火燄，燃燒時而且具有鳴聲；火燄必甚熱，因為不久管就軟化。在管的出口仍有不甚亮的小火燄如前繼續燃燒，大部分是硫化碳的蒸氣。可以將其吹滅而使其所含的硫在冷試管中或冷表皿上凝結^①。再導入較多的氧化氮則火燄向上游動，這內火燄的上下游動也可以多次反覆使其實現。

3. 氧氣在硫化碳蒸氣中的燃燒。

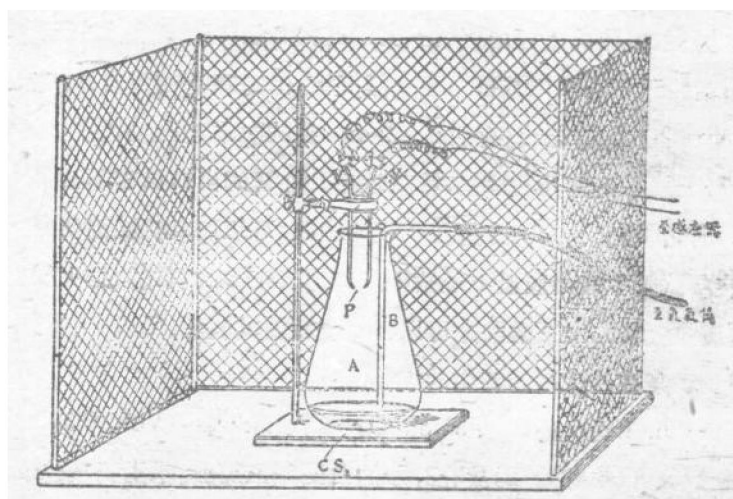


一個玻筒(如試驗 2)放在貯水的白鐵鍋上加熱。水沸騰後熄燈，將裝滿一試管的硫化碳傾在筒中。蒸氣完全充滿筒中時，將其燃燒，用長而彎折的玻管導氧氣伸入筒中。氧氣燃燒，有明亮而美麗的光；開始時火燄還小，逐漸可以使其長到 10 cm。

上面兩種試驗須在排氣櫥下進行。

4. 硫化碳蒸氣及氧氣混和物的爆炸。於容積 $\frac{1}{2}$ L 的圓錐瓶 A 中(如第二十二圖)伸入一燃燒設備，深達瓶口三分之一的位置。這燃燒設備為兩銅線 y，插入木塞中用兩段玻管絕緣(這兩段玻管也可以省去)；最好用火漆固黏在管中。兩銅線的下端相對向內，於其尖端上各焊小段的鉑絲 p。兩線都和一個強有力的感應器連接，感應器位置在稍遠的地點用噴射瓶噴射硫化碳於瓶中，到瓶底有 3 mm 高的液體為止。噴射時須小心，勿使硫化碳沾濕在鉑絲上。另用玻管深達瓶底，導入強盛的氧氣氣流，使硫化碳被其儘量吹攪而瓶中充滿硫化碳蒸氣。玻管折成正角，用橡皮管和貯氣筒或貯氧的鋼筒接連。試驗者迅速躲開，將鋼筒的活門關閉而後用接觸器通過電流(這由助教擔任)。於是有劇烈的

① 此處之硫化碳或分解為硫與一硫化碳：CS+S?



第二十二圖 硫化碳氧氣混合物的爆炸

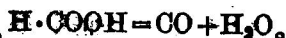
爆炸而玻璃粉碎。要使聽衆不受危險，將瓶放在保護網後面。保護網的底部是厚鐵板上面畫半圓形，插入若干條堅固的鐵桿（半圓形的直徑約 50 cm，鐵桿高 60 cm），周圍蒙細密的鐵線網，上面亦這樣（圖中省去）。

要使試驗圓滿須先在噴射硫化碳之前檢查兩鉑尖的電花，相距約 1 mm 的，是否好好跳動。

一氧化碳

(Carbon monoxide, C=O)

a. 從甲酸製備^①：



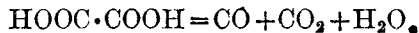
50 g 甲酸(80% 工業品)，50 g 濃硫酸。

250 cc 容積燒瓶，放在鐵絲網上，裝 50 g 濃硫酸。瓶用兩孔的塞

① Rupp, Chemiker-Zeitung 1908, 983 頁。

封閉，一孔插滴液漏斗，其他一孔插導管和貯氣筒連接。滴液漏斗中裝 50 g 甲酸。濃硫酸加熱到 100° 後慢慢將甲酸滴入，滴入速度應當和所擬定的氣流速度相當。硫酸愈稀則氣體發生的繼續性也愈差。於是在瓶下用約 1 cm 高的小火燄加熱，這樣可以順利地利用所有硫酸於分解而達到最後階段。依照上述所用的數量可製 25 L 的氣體。

b. 從乙二酸製備：



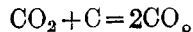
50 g 乙二酸，300 g 濃硫酸

$\frac{3}{4}$ L 容積燒瓶，裝 50 g 乙二酸及 300 g 濃硫酸，在鐵絲網或 Babo 漏斗上加熱。發生的氣體導經兩個貯有苛性鉀濃溶液的洗瓶，以吸收碳酸氣，而收集在用水裝滿的貯氣筒中。開始時硫酸加熱略強，到乙二酸溶解而有穩定的氣流發生時再將火燄改小。

在氣體導進貯氣筒之前，在水上裝一玻杯的氣體而將其燃燒。假如儀器中還有空氣，則燃時有微弱的爆炸，一有純淨的氣體發生，則燃後安然寂滅。

氣體發生完畢時就將洗瓶和燒瓶的聯絡解除。因為氣體有毒性，所以須小心處理，切忌吸入。

c. 二氧化碳被熾炭還原而成一氧化碳：



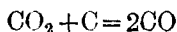
細鐵管比燃燒爐長出 40 cm，其中裝木炭屑。管的兩端用木塞封閉，木塞用石綿紙纏裹以防被燃燒。將管放在燃燒爐上。管的後端木塞插入導管以導入碳酸氣（用 Kipp 氣體發生器）。氣體導入時須通過硫酸洗瓶，並用活門以調節氣流。從管的其他一端流出的氣體則通過一小管，管中放着棉絮以拘留氣流所挾帶的灰塵。燃燒管加熱越強越好。加熱後 10 到 15 分鐘可以開始導入碳酸氣。不久就可以在管的其他一端

證明碳氧氣的發生，燃燒時有藍色小火燄。

若用電爐(Heraeus 式)，則試驗的結果更爲圓滿。將適合於電爐的瓷管裝入試品如上述。於通過 11 至 12 Amp 的電流後(電爐有能耐得 20 Amp 的，加熱越強越好) 10 分鐘就能得到碳氧氣而將其燃燒。調節氣流使藍色的火燄安然燃燒。

從二氧化碳用電弧製備一氧化碳

這試驗可以用乙炔元素綜合所用的儀器(第六圖)。在儀器中先將乾燥的二氧化碳裝滿。二氧化碳是由鋼筒中取出。氣體導入後將氣門關閉，通過 15 Amp 及 72 Volt 的電流，任電弧燃燒 8 到 10 分鐘。按方程式：



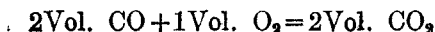
有強大的容積增加。一氧化碳從器中流出，經兩個苛性鈉溶液的洗瓶而導入蓄水的小貯氣筒。氣體能燃燒而後導入。

若流入貯氣筒的氣體不多，可以再導碳酸氣入器中而仍用電弧重覆這試驗，到貯氣筒已收集足量的一氧化碳爲止。於是可以燃燒而辨認其藍色的火燄。這試驗需較長的時間，但助教在演講時可以維持試驗的進行。還有應注意的是——一氧化碳和二氧化碳的混和物須先導經一倒置的空洗瓶，以免苛性鈉溶液升回到電弧的儀器中。

用一氧化碳作試驗

1. 一氧化碳燃燒時有純藍色火燄。要演示燃燒時有二氧化碳構成則將 1 L 容積的燒瓶放在其火燄上約 1 分鐘，使火燄伸入瓶頸中。於是傾清澈的氫氧化鋇溶液於瓶中而加以搖盪，立即有強盛的碳酸鋇沉澱。

一氧化碳與純氧於燃燒時化合而生猛烈的反應：



一個小玻璃筒(見甲烷與氧)用蠟色筆劃分為三等分，在水盆先裝入 1 等分氧，而後裝入二等分一氧化碳。用毛玻璃將瓶封閉，倒轉，於燈火前揭開，氣體混和物爆炸有呼聲。

關於由此而來的氣體容積縮小及其測定可以按照 E. Fischer 法進行，見 Heumann-Kühling, 539 頁。

2. 演示一氧化碳的還原性質，可以用任何金屬的氧化物，使其還原。

最好用紅色氧化鐵(廢鐵)，因為氧化鐵被一氧化碳還原在化鐵爐的進行中是一步重要的化學反應。

球形玻璃管的球中放着氧化鐵細末，由貯氣筒導一氧化碳入管中，在管的其他一端點燃，於是開始將管小心加熱，用 Teclu 燈^①。不久而氧化鐵的紅色成為有黑色部分。將試驗停止，等待球形管在一氧化碳的氣流中冷卻後，將其中的金屬鐵細末搖盪而傾在白瓷盆上。傳觀。磁石可以吸起全部鐵粉。

3. 一氧化碳不支持燃燒。在水盆中用長玻璃筒裝一氧化碳，用毛玻璃封閉，倒轉，用鐵線引入蠟燭，燭滅而一氧化碳在筒口燃燒。

4. 用鈀溶液證明一氧化碳。幾條濾紙紙條用不甚稀釋的氯鈀化鈉(PdCl_4Na_2) 溶液浸濕。趁紙條未乾時將其放在洗瓶中，慢慢導入一氧化碳，在瓶的出口將外流的氣體燃燒。短時間內紙條完全變黑。這法也可以用於檢驗煤氣中所含的一氧化碳，但到紙條變黑時約需 20 分鐘^②。

5. 一氧化碳被亞銅鹽所吸收。於氯化銅的水溶液中導入二氧化硫，到溶液無色為止。用唧筒將其中的白色氯化亞銅迅速吸去，再用亞

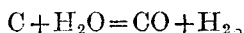
① 還原完成於 700° ，見 Arndt, Tech. Anw. d. phys. Chem. 1907, 50.

② 參閱乙二酸乙酯之 CO 解放。

硫酸水溶液隨後洗濯。在這沉澱物變為綠色之前將其溶解於氨溶液中，20 g 氯化亞銅溶解於 250 cc 氨液。將這溶液裝入 Hempel 氣體量管，由貯氣筒導一氧化碳經三路的活門，調整活門，使氣體可供燃燒，而後扭轉活門，使一氧化碳可以流入量管，左手將一個量管放低，可以將相當數量的氣體，例如 50 cc，吸入吸收量管中。於是調整三路活門，使量管封閉，同時用強固的活鍵將橡皮管完全堵閉。將含有一氧化碳的量管幾次搖盪，使氣體儘量完全被吸收。再將下面橡皮管的活鍵開放，氯化亞銅溶液迅速上升而完全充滿量管中。這種試驗只需幾分鐘時間。

水煤氣的製備

導水蒸汽於熾炭上面，水被炭所分解，而成一氧化碳和氫氣的混和物，是所謂水煤氣：



因為這種變化約在 $1,000^\circ$ 纔能完成^①，所以要作這試驗須用電爐。最好跟隨上面所述的二氧化碳還原試驗進行，因為電爐已經預先發熱。

用同一裝炭屑的瓷管，導水蒸汽通過其中，用上述試驗的玻管及木塞。（關於水蒸汽的發生見下苯胺章。）等到水蒸汽的和緩氣流充滿管中後，將電流慢慢通過，如上述達 11 到 12 Amp。所成的水煤氣不久就可以燃燒，有不甚明亮的火燄。利用或大或小的熱火燄調節水蒸汽的氣流。

水煤氣有甚高的燃燒溫度，其溫度之高是煤氣所不及。

雷 酸

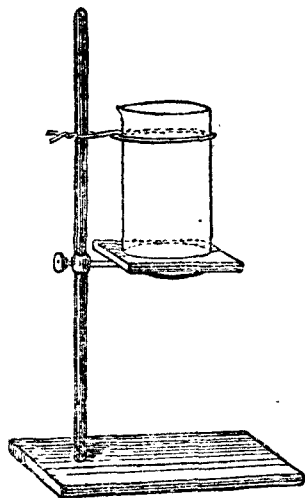
(Fulminic acid, C : NOH)

① 準確言之為 $1,010^\circ$ 。

雷酸汞〔Mercury fulminate, $(C:NO)_2Hg$ 〕的製備^①：

12.5 g 汞，150 g 硝酸(1.4)，135 g 乙醇。

12.5 g 汞溶解於 150 g 硝酸 (比重 1.4)。於小燒瓶中秤定 135 g 乙醇。兩種液體預先加熱達 25 到 30°。容積約 3 L 的大玻杯放在座架鐵圈的木板上，杯的周圍用銅絲環繞而固定在座架上，使不傾翻 (第二十三圖)。將汞液傾入杯中，隨即傾入一半的醇。立即有猛烈的反應。發生大氣泡及濃厚的白煙及強烈的乙醛氣味。待到氣泡漸小，聽到唧唧的聲音時，不多時再將其他一半的醇加入，這樣反應活躍進行而不息。若醇加入太早，則溶液冷卻太強，而反應亦因此甚為遲滯。相反地，若延擱太久，



第二十三圖 雷酸汞的製備

則反應猛烈，足使後來加入乙醇有猛如爆炸的分解。所以試驗者對於這試驗須略加練習，在排氣櫃中進行，櫃孔的燈須滅去，使易燃的氣體不至着火。全部乙醇加入後將其傾在蓄水的 $\frac{1}{2}$ L 玻杯中，雷酸汞成灰色的結晶分出。

用雷酸汞作試驗

上述的雷酸汞製成後在吸水紙上乾燥，可以保存經年而不分解。

1. 經打擊而爆發。將 $\frac{1}{2}$ g 雷酸汞放在鐵砧或一段的雙 T 字形鐵條上，用鐵錘打擊，使其爆炸。雷酸汞須預先用熱水重結晶 (並無危險)，並須純淨而完全白色的，試驗才不至失敗。

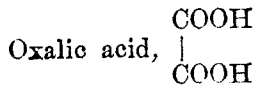
2. 轟炸試驗。一塊杉木，邊緣長 10 至 12 cm，截面 4:4 cm，鑽

① Ber. 19, 993, 1370 (1886).

成一孔，半徑 1 cm，深 6 到 8 cm。孔中放 1 g 雷酸汞，孔口插一條棉花藥線，長 1 到 $\frac{1}{2}$ m。這樣預備的木頭可以像試驗硫化碳時，放在保護網後面，將緩燃的棉花藥引信燃點就可以安然爆炸。木頭炸成碎片。

二價酸

乙二酸



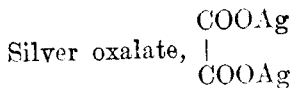
用糖氧化的乙二酸製備

100 g 糖

2 L 容積的燒瓶中裝約 100 g 糖，將尋常的粗製硝酸傾在上面。在鐵絲網上將瓶加熱，有劇烈的反應發生而後移去火燄。有橘色的蒸氣氣流逃出（這試驗當然應在排氣櫥下進行）。混和物放在瓶中，到第二日乙二酸結晶而出。

乙二酸鹽

乙二酸銀



乙二酸銀的爆炸。乙二酸銀是有趣的物質，因為這物質是獨一加熱而爆炸的脂肪酸銀。

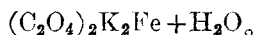
6 g 乙二酸銨及 17 g 硝酸銀各溶解於相當數量的水，於黑暗的場所將兩溶液傾合而加以攪動，靜置一小時，吮吸，隨後並用少許水洗濯。將這感光的銀鹽放在真空乾燥器中，硫酸上面任其乾燥。演講時將 2 到 3 g 的鹽放在小坩堝或白鐵片上面，再將火燄移到下面。鹽就爆炸而有唏噓的聲響，成爲黃色團狀粉末，其中至少一部份是由碳酸銀

所成。

乙二酸鈣不溶解於乙酸中。在玻筒中將乙二酸水溶液傾於乙酸鈣或碳酸鈣的水溶液。乙二酸鈣的白色沉澱不溶解於剩餘的乙酸中。

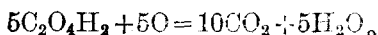
乙二酸鉻鈉。在玻杯中將 26 g 粉狀的乙二酸和 8 g 重鉻酸鈉用玻桿好好調和，一分鐘後生強烈反應，混和物自行發熱到 80°，起泡，烤化成紫色，冷後凝固的物塊^①。

乙二酸的亞鐵鉀鹽[(C₂O₄)₂K₂Fe]。加硫酸亞鐵溶液於乙二酸鉀濃溶液。先有紅色，而後有黃色結晶體分出。其公式是：

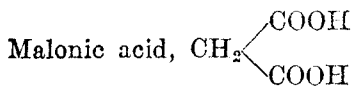


乙二酸被高錳酸鉀及硫酸所分解。1 L 容積的燒瓶用兩孔的塞封閉，塞的一孔插滴液漏斗，另一孔插導管，管的外端接橡皮管通於水盆。將瓶放在鐵絲網上。

瓶中裝 100 cc 濃聚的乙二酸水溶液和同量的 25% 硫酸，用本生燈加熱，慢慢由滴液漏斗注入 4% 的高錳酸鉀溶液（預備 $\frac{1}{2}$ L 這種溶液）。紅色不久就消滅，開始有活潑的碳酸發生。用玻筒收集氣體，傾入氫氧化鉍液作檢定。



丙二酸

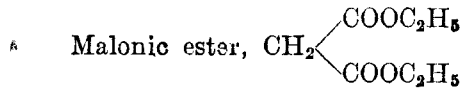


於大試管或有小迴流冷凝器聯接的燒瓶中放 1 g 丙二酸，小心加

① 據 P. Pfeiffer 教授(Bonn)，鹽之公式似為：(Cr(C₂O₄)₂)Na₃。道法是 Basel 從前之 Sandoz 化學廠所創。

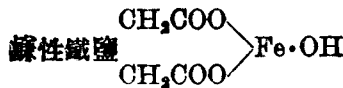
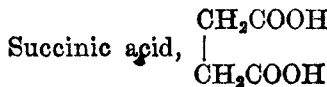
熱使其溶化。不久就有泡沫發生，逃出的氣體由導管（兩段折成正角的玻璃管，插入塞中）導到氫氧化鋇溶液中而證明其是碳酸氣，因其有白色的碳酸鋇沉澱。泡沫停止後可以將冷卻的試管或燒瓶傳觀；於是其中所有的完全是乙酸，其氣味易於辨認。

丙二酸二乙酯



在大試管中放入 5 g 丙二酸二乙酯，加入 1 到 2 塊大小如豆的金屬鈉。在火燄上加熱，不久就開始有很活潑的反應。氫氣發生而鈉逐漸溶解。這反應也可以無須由外面加熱而自行繼續；其酯逐漸渾化，而有白色丙二酸二乙酯的鈉化合物分出。

丁二酸

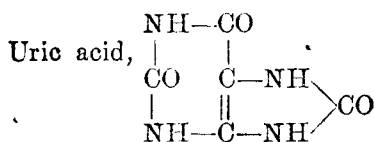


在丁二酸鈉溶液中傾入氯化鐵溶液，其甚不容易溶解的鹽成爲褐色的絮團分出。

嘌呤類

(Purin-group)

尿酸



用尿酸作試驗

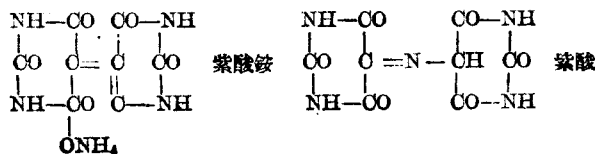
1. 二鉀鹽。少許尿酸和氫氧化鉀稀溶液蒸餾而溶解。於是有易於溶解的二鉀鹽($\text{C}_5\text{H}_2\text{N}_4\text{O}_3\text{K}_2$)構成，冷卻後加入稀硫酸。不久酸就結晶分出。導入碳酸氣，則不容易溶解的一鉀鹽由此鹼性溶液中分出。

2. 由蛇糞中取尿酸。若存有蛇糞^①，則在磨臼上研磨而後用苛性鉀稀液蒸餾，用摺疊濾紙濾入玻杯中，加稀硫酸，將黃色的尿酸分出。

3. 紫酸銨(Murexid)^②的反應。將幾 dg 尿酸放在表皿上，注幾滴硝酸在上面，在水鍋上蒸發。最好將這試驗重複一次，於是所剩下的是紅色的跡點。再將氨液傾在表皿上，就得到美麗的紫色紫酸銨溶液，這是紫酸的銨鹽($\text{C}_8\text{H}_4(\text{NH}_4)\text{N}_5\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$)。這物質有歷史的意義，除

① 大部分含有酸性尿酸銨，用鹼蒸餾則氮脫離。

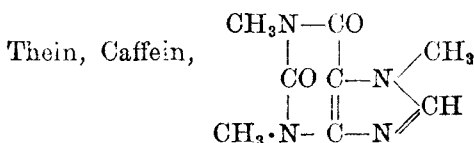
② Liebig 及 Wöhler, Ann. Chem.-Pharm. 26, 254, 267, 319 (1838), 公式如下：



苦酸外，是最古用於工業的人工染料。其創始時期回溯到 1853^①。氫氧化鈉液所成的有更紅的顏色。

紫酸鉍是一種媒染劑，其汞漆最美麗。演講前將絲線一條浸在 1% 的昇汞溶液中若干時，捲出，略加噴洗，將少許紫酸鉍溶液放在小皿中，加微熱並注入幾滴乙酸，再將絲線染色，絲線染成紫紅色。

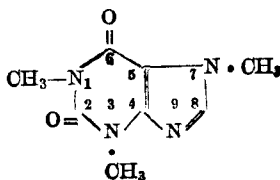
茶精，咖啡鹼，三甲基二氧化嘧啶^②



將一羹匙茶葉放在一大表皿上，用同一大小之表皿蓋好，在石棉板上用微火小心加熱，先有水蒸汽逃出，於是有結晶的茶精在上面之表皿上結成細網，不久就可以傳觀。

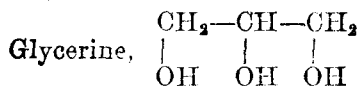
① Nietzki, Chem. d. organ. Farbst. 5. Aufl., 1906, 354 頁。

② 嘧啶類的結構式有兩種寫法，例如，茶精：

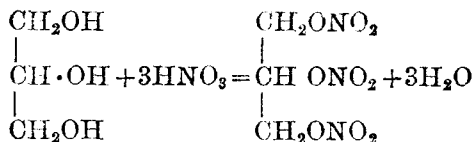


叁價化合物

甘油，丙三醇



硝化甘油的製備^①



先由1成硝酸(1.4)及2成純淨濃硫酸製成300 cc的硝化酸。這混和物貯於用冰及食鹽冷凝的厚玻杯中，杯中放溫度計及玻製攪拌器，杯的上面有固定的滴液漏斗，其中裝20 g甘油。一切佈置和第二十九圖完全相同，但只玻杯必須放在冷凝劑中。將攪拌器轉動，等待溫度降到 -10° 時，慢慢將甘油滴入。應注意的是溫度不要超過 0° ，可以使試驗毫無危險。硝化甘油成爲沉重的油，在杯底分出。任其靜置幾小時而後傾在冰上。

甘油注入後可以同時作爆炸的試驗。

用硝化甘油作試驗。要毫無危險而演示硝化甘油的爆炸作用，則用10至15 cm長的毛細管，像作熔點檢定時所用的，管的中間略爲吹放，使其有較大之腹部。將其一端浸入硝化甘油中，由其他一端吸入少許硝化甘油，恰使其腹部裝滿。毛細管上還須接一段的原有玻管，作爲把持

① 正確稱作甘油三硝酸酯。

及吸入的用途。於是迅速將這小管橫放在本生燈的火燄中(勿在火燄上面)。儘許有時管內的物質射出而不爆炸,但尋常則硝化甘油爆炸而有強大的轟響。這種試驗常有碎片飛射,所以應該在講臺的玻板屏後面進行。眼睛上有保護鏡也可以避免危險。

假如有較大的花園或院子可以利用,則在這等寬敞場所作較大的試驗而沒有危險。最適用的是炸膠(亦稱膠炸藥,由 93% 硝化甘油和 7% 珂羅棉所成)。取毛樺木木頭,長約 25 至 30 cm,直徑 10 到 15 cm,鑽一孔,孔的直徑是 2 cm,深約全木長度的三分之二。孔的全部用木桿將炸膠塞進,上面用引信插入。引信的製備如下:

在 2 到 3 mm 粗的軸桿(鐵線或玻桿等)上纏塗膠之紙,使其成頗厚之紙捲,長約 7 cm。其下端用一團棉花藥封閉,將 10 m 長的棉花藥線下端塞進(藥線較長的一端仍舊捲在一塊木頭上),裝入幾 dg 雷酸汞,上端再用一小團棉花藥塞進,將其封閉。在轟炸實施之前將其小心推入炸膠約 1 cm 深。

這樣所預備的炸彈放在適當地點,小心展開引火線,放在地上(雪天或雨天則展在板上)。用這引火線從來不至於失效。木頭炸成碎片。觀衆在 30 至 40 m 的距離毫無危險。

若備有炸膠可將其像胡桃大小的一塊放在大石綿板或白鐵片上點燃。這爆炸物燃燒毫無危險,有發聲的尖細火燄往返游移在支托物上面。

關於硝化甘油的生理作用,是工作者容易有厲害的頭痛及不舒服;但亦因人的個性而有不同,或對其完全不感覺,或一接觸炸藥及藥筒就有惡現象發生。

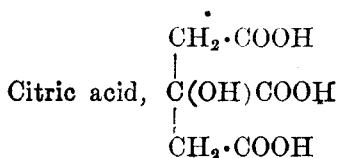
肆價化合物

酒石酸，丁二羧二酸
(Tartaric acid)

在玻璃筒或高玻璃杯中放 10 g (或較多) 研成粉末的酒石，將藍色石蕊溶液傾在上面，溶液立即呈紅色 (= 酸性鹽)。同樣用酒石酸鉀鈉 (Rochelle salt) 作試驗，傾入紅色石蕊液則溶液呈藍色。

吐酒石。演示吐酒石在染色工業方面的用途，用吐酒石和鞣質所製成的綿線^①，用三苯甲烷類的染料如品紅、孔雀石綠、金黃等染色。

檸檬酸，3-羧基戊醇[2]二酸



由檸檬製造檸檬酸的鈣鹽

用兩三個檸檬榨取其汁，用同量的水稀釋，由摺疊濾紙濾入燒瓶或玻璃杯中，於是將氨液加入，恰使其有鹼性(黃色)，再加少許氯化鈣濃溶液煮沸。加熱時有不容易溶解的檸檬酸鈣 $[(\text{C}_6\text{O}_7\text{H}_5)_2\text{Ca}_2 + 4\text{H}_2\text{O}]$ 分出。冷卻時又有一部分溶解於母液中。

① 可由染廠或顏料廠購得。

伍價及多價化合物

碳水化合物

(醣 類)

(Carbohydrates)

葡萄糖(Glucose, $C_6H_{12}O_6$)的試驗

葡萄糖，如同一切脂肪醛，具顯著的還原作用。收取氧氣之後，有酸，如甲酸、乙二酸等，由其構成。

1. Fehling 溶液的還原。 $\frac{1}{2}$ L 容積的燒瓶一半裝 Fehling 溶液，放在鐵絲網上開始加熱，同時用裝滿一試管的 20% 葡萄糖溶液加入。不久就有黃色的氫氧化亞銅及紅色的氧化亞銅分出。

2. Trommer 試驗。在 500 cc 容積的玻璃杯中傾入 200 cc 水，及 1 到 2 cc 苛性鈉濃液及裝滿一試管的 10% 葡萄糖溶液，最後慢慢加入少許硫酸銅溶液。於是有深藍色的液體，但加熱後不久液體就呈黃色，漸而紅色，由於氧化亞銅的分出。

3. Nylander 試劑。10 g 鹼性硝酸鉍溶液及 20 g 酒石酸鉀鈉溶解於 500 cc 的 10% 氫氧化鈉液，任其從未溶解的分開，濾過，妥封而加以保存。試驗時傾 200 cc 熱水於容積 500 cc 的玻璃杯，再加糖溶液及勿過少的試劑。加熱到沸騰，液體先呈黃色，於是褐色，最後則深黑色。

4. 銀鏡的構成。在完全乾淨的燒瓶中傾入 $n/10$ 硝酸銀溶液及必要數量的氨溶液(見上)，幾 cc 葡萄糖溶液，幾滴氫氧化鈉溶液。不管其有或沒有沉澱，就將瓶浸在溫水中。不久就有銀鏡構成。

5. 葡萄糖苯脎。在水鍋上面的玻璃杯中溶解 10 g 葡萄糖於 200 cc

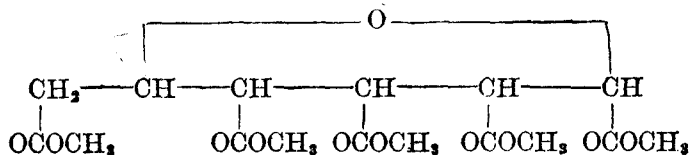
水，加 20 g 苯脒溶解於 40 g 的 50% 乙酸的溶液，加熱。不久就有苯脒，成爲黃色結晶針分出。

用蔗糖 (Sucrose, $C_{12}H_{22}O_{11}$) 作試驗

轉化。容積各 500 cc 的兩個玻璃杯並同放在鐵絲網上，各貯同量的水，到杯的一半，各用兩塊方糖投入。其一加少許鹽酸而加熱至沸騰，再用氫氧化鈉液削弱其酸性而加入 Fehling 溶液。玻璃杯中物質蒸餾時先呈黃色而後紅色，有氧化亞銅分出(轉化蔗糖)。其他未轉化的糖液，加同量的 Fehling 溶液，同樣蒸餾，而藍色不變，但長久蒸餾則逐漸變成綠色。

蔗糖溶液貯存幾個月而其中有霉菌潛伏時，呈明顯的葡萄糖反應，因霉菌有酵素的作用，使式醣深切轉化而將上述的 Fehling 溶液 (Nylander 試劑, Tommer 試驗等同此) 還原，其作用迅速，就像用酸處理一樣。

五乙酰葡萄糖 (Pentacetyl-glucose)



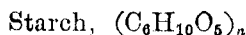
葡萄糖中有五個可以乙酰化的羥基存在可不難演示。用 25 g 葡萄糖和 13 g 乾燥無水的乙酸钠在乳鉢中研磨。這混和物裝入容積 $\frac{1}{2}$ L 的燒瓶中，傾 125 g 乙酸酐在其上面，而後放在水鍋上加熱。全部物體迅速溶解。15 分鐘後將其一小部分傾入水中(試管)，極力搖盪，任其清液靜置，逐漸有美麗的白色針絨狀乙酰基化合物結晶。其大部分再加熱

半小時，靜置到第二日，於是凝固，再加熱使成溶液，而後將其傾入 1 L 的冰水中。先有沉重的油分出，但用玻桿極力攪拌則又變成脆弱的物塊，不久即可吮乾。這種五乙醯葡萄糖——有時還可以在同一的演講時間內——用酒精蒸餾，使其重結晶^①。

有還原作用的式醣

乳糖及麥芽糖和蔗糖不同，用 Fehling 溶液或 Nylanders 試劑等蒸餾不難顯示還原的作用，對於硝酸銀氨液也是這樣。

澱粉



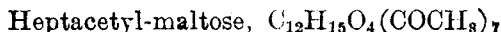
澱粉和碘的反應

貯水的玻杯內加幾 cc 碘化鉀溶液，再加半試管的澱粉漿液^②，而後注入幾滴氯化鐵液。隨溶液濃度的大小，其深藍色的呈現有快慢（這裏當然也可以用碘液，但用碘化鉀溶液更好）。

這藍色溶液少許加熱到 70°，其色又變為不調和的綠褐色，但冷卻後又回復其深藍色。

鋪極細的澱粉在白鐵片或紙板上，由小噴瓶射碘的醇溶液在其上面。藍色呈現。生馬鈴薯切成兩半，其切面用碘液沾濕，立刻青黑色的跡點呈現。

由溶解的澱粉製備七乙醯麥芽糖



3 g “溶解”的陰乾澱粉^③ 在良好的冷凝狀況下逐漸加入貯有 15 cc 乙醯溴的圓錐形小瓶中，在冰中靜置 24 小時，瓶上裝置氯化鈣管。

① E. Fischer, Ber. 49, 584 (1916).

② 一刀尖澱粉用水研磨，並裝成 150 cc 的水，加熱到沸騰，用摺疊濾紙過濾。

③ Zulkowsky, Ber. 13, 1395 (1880); 23, 3295 (1890).

在演講前一日預備。於是將清澈的溶液傾在冰上，而粗製的乙醚溴麥芽糖分出。吸乾，用水洗淨，未乾時，溶解於乙醚中，加碳酸銀搖盪。七乙醚麥芽糖於 30 至 40 分鐘內分出。同碳酸銀一併吸乾，用三氯甲烷蒸去除去剩餘之碳酸銀。三氯甲烷於蒸發後遺留 1.0 g 之七乙醚麥芽糖^①。

澱粉之轉化

一羹匙薯或米之澱粉用冷水研磨，稀釋成 400 cc，在燒瓶中加入 15 滴濃鹽酸後蒸一小時。冷卻後用氫氧化鈉液中和，於是可以演示這種溶液具有葡萄糖的一切反應，例如對於 Fehling 溶液及 Nylander 試劑等。相反地未曾用酸蒸的澱粉漿（像上面所製備的）和 Fehling 溶液加熱時不生還原作用。

麵包的烘製

烘製麵包的化學應該在每次討論澱粉時演示，因大部分學生對於麵包的烘法多是茫然不知。要使學生明瞭其理論最好在演講時親自烘製麵包。試驗所用的生麵可以無須自製，在演講的早上由麵包房送來應用。

作為烘爐的可以利用銅製的大乾燥箱。箱有兩頸，除下面之外，各方面都用石棉板包圍。下面四周圍，環繞箱腳處，砌成磚壁。加熱用大三口燈。箱的一頸有木塞封閉，插溫度計達到箱的中部，其他一頸插玻璃管以導入水蒸汽（水蒸汽的發生見苯胺章）。演講之前將爐加熱到 200°，開始烘製之前不多時將水蒸汽導入。於是迅速打開箱門（其所包圍的石棉板當然要有開閉的設計），將生麵放在玻板或瓷板上推入，最好用 3 到 4 份的小麵包生麵。放上生麵之前須撒少許麵粉在板上。

再閉箱門後，使箱中的溫度迅速重升到 200°，在 35 到 40 分鐘之

① 據 P. Karrer, Helv. 4, 692 (1922).

開溫度逐漸升到 220 到 230°。開始時仍導入少許水蒸汽（在濕空氣中麵包肥脹得更好），但不久就將其停止，在貼近導管上面將橡皮管用活鍵封鎖。尋常在 40 分鐘後烘製的手續已經完畢。出品多半精良，足供普通愛好者的享用。

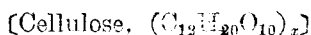
烘製麵包的各部分化學變化如下：

1. 預製的生麵因受所混和的釀母及其酵素的作用（老法用酸麵的作用也相同），其澱粉及澱粉糖慢慢分解成碳酸氣及醇，剛放入烘爐時分解進行尤為劇烈，發生甚多醇蒸氣和碳酸氣，深入麵中使其鬆拋。

2. 在 60° 的溫度下釀母消滅。澱粉漿化，單獨成為可消化的物質。

3. 麵塊漸乾，到 200° 則外部的澱粉變成糊精，粉粒因而聯結，而呈色的麵包殼構成。烘製時間由經驗而知。

纖 維



用纖維作試驗

溶解於 Schweitzer 試劑中。新鮮沉澱的氫氧化銅很容易溶解於氨液中。於是可以演示木棉^①（棉絮）溶解於這種試劑的濃溶液中，冷時搖盪可以溶解，加熱時溶解更快。加酸則纖維又成膠態的物體分出。

纖維崩解成葡萄糖

200 g 商品純淨濃鹽酸貯於 500 cc 容積，用玻塞封閉的玻瓶中。先拔去玻塞而用橡皮塞替代，橡皮塞有兩孔，其一插玻管，以導入鹽酸氣，另一孔插玻管以導出鹽酸氣，和氯化鈣管接連。瓶放在食鹽和冰的冷凝劑上，將乾燥的鹽酸氣導入。待冷液完全飽和後，拔去橡皮塞，將

① 工業上製造人造絲則用絲光棉。

1 g 純淨的脫脂棉投入瓶中，再用玻塞封閉，傾盪幾次，同時仍任玻璃瓶放在冷凝劑中，必要時須重新更換冷凝劑。木棉不久就溶解，先自膠化。任其靜置於冷凝劑中到第二日，將其傾在 1 kg 的碎冰上。這樣所得的完全無色而清澈的液體不難用於演示葡萄糖的反應。將一部分溶液傾入玻杯，注幾滴酚酞而用氫氧化鈉液中和，再加 Fehling 溶液而後加熱；不久就開始有紅色氧化亞銅分出（參閱葡萄糖的試驗）。用 Nylander 試劑，及作 Trommer 試驗等，都有顯著的反應。

400 cc 這種溶液加一滴酚酞用氫氧化鈉液中和，所需約 12 cc 商品濃溶液，加 3 g 苯肼溶解於同量冰醋酸的溶液，在水鍋上加熱（若有白色絮團分出，須先過濾）。溶液呈黃色，不久就開始有細微，絨狀之苯肼結晶針分出，靜置則沉於瓶底，可以過濾。將這沉澱物少許放在表皿上，在顯微鏡下觀察，用弱倍數的放大可以見到清晰的黃色簇團而成爲枝形的葡萄糖苯肼結晶。脛的製備可以由助教進行。

棉花藥的製備

300 cc 由 1 成硝酸 (1.52) 及 2 成純淨濃硫酸所成的硝化混和酸中浸 2 到 3 g 的棉絮 7 分鐘，迅速在水頭下面透澈洗濯而後在水鍋乾燥箱中乾燥。約 30 到 35 分鐘後（由棉絮浸入硝化酸的時間計算），出品完成，可以燃燒。

用棉花藥作試驗

下面所述的前三種試驗演示棉花藥燃燒的迅速現象。

1. 將一團棉花和一團棉花藥互相貼近着燃燒；辨認其燃燒的時間差別。
2. 一小團棉花藥可以在手掌上燃燒而不發生危險。
3. 在玻板或石綿板上鋪少許黑火藥，在黑火藥上面小心放一團棉花藥。棉花藥燃燒而黑火藥不燃，幾乎屢試都靈驗。

4. 演示棉花藥容易溶解於丙酮或乙酸酯，於是可以敘述無煙藥的製造。

5. 轟炸試驗。試驗如硝化甘油，將棉花藥塞在木頭的孔內。用壓縮的濕棉花藥，像早年軍用的棉花藥，但上面接近引信的位置須用一層 2 到 3 cm 的乾棉花藥。引信的製法同前面所述一樣。

珂羅棉(四硝酸酯)

珂羅棉溶解於 3 成乙醚和 1 成乙醇的混和物。將所成的溶液傾在平放的乾淨玻璃板上成薄皮。於是可以敘述人造絲及照相的軟片。

乙醚纖維^①

$\frac{1}{2}$ L 容積的圓錐瓶中貯同量的冰醋酸和乙酸酐的混和物，注幾滴濃硫酸，投入大小如蛋的棉絮，在水鍋上加熱，棉絮迅速溶解。將溶液傾入 1 L 水中，乙醚纖維成脆弱的絮團分出，吸乾，用水洗滌後放在乾燥器或乾燥箱中乾燥。

乾燥的物質於搖盪時易溶解於丙酮或三氯甲烷中。將其傾在玻璃板上，其溶劑在空氣中蒸發得到不透明的，在乾燥器的濃硫酸上蒸發得透明的軟片。

由陰丹士林黃的還原作用證明氧化纖維

試驗用的氧化纖維（更好稱作表面未氧化的纖維^②）的最簡單製法，是在演講前將棉線放在溴液中 1 到 2 小時，開始時須將棉線牽轉，使其沾濕，由液中取出後用水噴洗。演講時將其傾入貯有 10% 氫氧化鈉溶液的玻璃杯中（最好預先加熱）使其恰好淹沒，加入微量的糊狀陰丹士林黃（雙氨基聯萘醌，Flavanthrene，可由 I. G. 染料廠購得）而後

① 這裏不是一種乙醚纖維製法的說明。參考 Gattermann-Wieland 1927, 361 頁。

② “氧化纖維”不是整齊的個體，其與“氫氧化纖維”的差別如何還沒有確定。

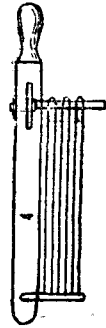
蒸餾。

小量的固態或更好是麵狀的染料在演講前用水研磨，所成的糊在試管中用多量的水搖盪而加以稀釋。試驗時用幾 cc 這種極稀的漿加入，只須有黃色的渾濁液就可以。

在鐵絲網上蒸餾時 1 分鐘內先呈灰綠，而後藍色。再經 1 到 2 分鐘全部液體就成為藍色的還原產物。由液中取出時棉線在空氣中又變成黃色^①。

絲光棉

演講時可以作絲光棉 (Mercerated cotton) 試驗如下述：一種撐張設計(第二十四圖)用有柄的木棒，長 25 到 30 cm，側面插兩短桿，下面一桿固定，而上面一桿可以上下活動，後面用翼式螺旋固定。用這小架上可以撐張棉線(漂白棉線 No. 12 雙線者)。在 1 L 容積 30 cm 高的玻筒中，貯 724 g 氫氧化鈉 (30°Bé) 和 150 g 甘油所成的混和物。將撐張的線浸入其中 $\frac{1}{4}$ 小時，於是取出，仍張在架上，用水透澈洗濯，最後用稀乙酸(50 g 冰醋酸於 1 L 水中)處理。乾燥後棉線有美麗的光彩。絲光化的影響使棉易被許多染料，例如番紅(Safranin)等，所染。



第二十四圖
絲光化之張架

羊皮紙

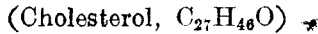
演講時不難迅速製備羊皮紙。將濾紙條略浸在大瓷盆的 1 容積濃

① 棉花用漂白粉漂白或在空氣中用鹼蒸餾或用氧化物處理，都容易變成氧化纖維，其氧化纖維的構成對於實用方面甚有妨礙，因為纖維由此而脆弱。又氧化部分在蒸汽中容易成黑色且易為鹼性染料所染，即無須鞣質存在亦然，但直接染色時其所吸收的又比尋常的棉少。最簡單的檢定是在暗室中用紫外光燈照射；有強烈的螢光。最好的化學檢定法是利用含有醛基或其他還原基的氧化纖維於鹼性物質存在時，將染染料還原，這是作陰丹士林黃試驗時所顯然可辨的。

還有興趣的試驗是承 P. Ruggli 教授(Basel)見告。

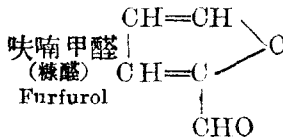
硫酸和 $\frac{1}{2}$ 容積水所成的混和物中，立即取出放在第二磁盆的清水中，最後用水流沖洗，懸而乾燥。

膽酯醇的反應



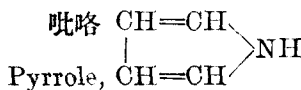
在大試管中溶解幾 dg 膽酯醇 (商品) 於幾 cc 乙酸酐而後加熱。迅速冷卻，有結晶針分出，加兩滴濃硫酸，細察其如下的顏色變化：最初是綠玉色，於是變成鐵青，逐漸呈深暗的青綠色，靜置時成暗綠色。

呋喃甲醛與吡咯的反應



溶解少許苯肼於稀乙酸 (例如 $\frac{1}{2}$ cc 肼於 10 cc 酸)，在試管中加 $\frac{1}{2}$ cc 呋喃甲醛。立即有不易溶解於水的苯肼成白色結晶針分出。另用小量對稱苯三酚溶解於 20% 的鹽酸中。將這溶液加呋喃甲醛蒸餾，於是呈櫻紅色。

溶解一滴苯胺於 10 cc 稀乙酸中，與呋喃甲醛混和，立即有強烈的紅色呈現，不必加熱就有這反應 (由於 α -羥基戊烯二醛二苯胺化物—— α -Oxy-glutaconic-dialdehyd-dianil 的構成)。



將吡咯 (商品) 放在大試管中，用水蒸餾。將一塊濃鹽酸所浸的杉木

片伸入其蒸氣中，木片就現出強烈的紅色。一切吡咯衍生物，無論其是蒸氣或是溶液，都能夠有這顏色反應，例如咔唑 (Carbazol)，但須用其乙酸的溶液，且須加熱(樹脂質的構成)。

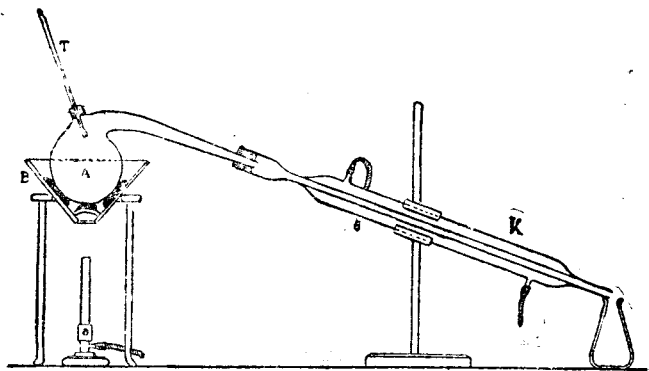
芳香族

苯

(Benzene, C_6H_6)

蒸餾煤炭膏而得苯烴

試驗之佈置如第二十五圖。



第二十五圖 炭膏的蒸餾

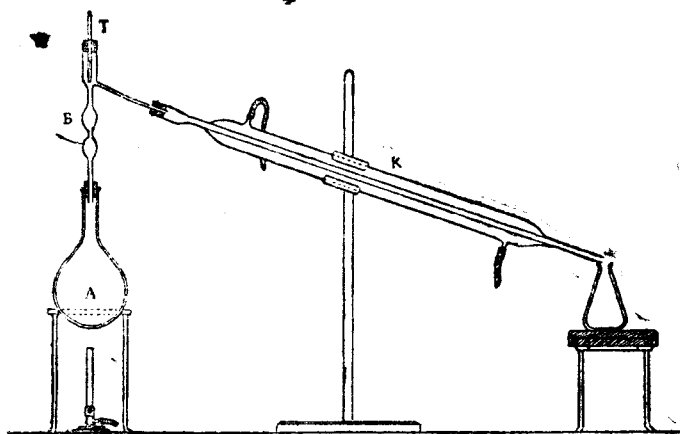
A = 容積 2 L 的曲柄甌，其三分之一裝石炭膏，放在
 B = Babo 漏斗上。

K = 和曲柄相連的冷凝器，

T = 插於甌頸木塞的溫度計。

因煤炭膏含水，蒸餾時震動猛烈，所以有時不用曲柄甌而用銅製燒

瓶 A (第二十六圖) 代替, 瓶塞上插小蒸餾柱 B, 柱上插溫度計 T。柱的支管和冷凝器 K 聯接。



第二十六圖 炭膏的蒸餾

用貼有標記的各圓錐瓶收集分餾所得各部分如下：

部分 1—100° 含有最初蒸餾物及苯，

部分 100—150° 含有甲苯及輕油，

部分 150—210° 含有所謂“中油”^①，

部分 210—270° 含有重油。

用苯作試驗

1. 苯的燃燒。將幾 cc 苯放在淺盆上燃燒。有濃煙的火燄。
2. 苯及硫酸。用工業苯加濃硫酸搖盪，呈深褐到黑色，但用化學上純淨的苯則硫酸仍是無色。
3. 檢定苯中的噁吩。用有磨琢玻塞的小玻筒，其一半裝工業品的苯，加半容積的純淨濃硫酸，將瓶封閉而幾次用力搖盪。隨後用幾粒

① 在這部分內往往有甚多的苯，使冷凝器堵塞；於是改用寬大的玻管代替冷凝器。

α, β -吡啶醌^① (靛藍精, Isatin) 投入, 而再極力搖盪。硫酸先呈黃色, 繼以綠色, 最後則深藍色。最後的色須稍靜置後纔有。

小心將苯傾去並用水小心加入濃硫酸中, 則酸呈紫色。

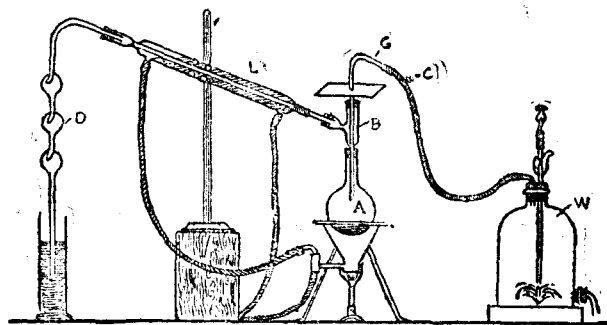
用苯乙炔作試驗

Phenyl acetylene, $C_6H_5 \cdot C \equiv H$

苯乙炔^② 的醇溶液加硝酸銀的氨醇液, 立即有苯乙炔化銀的白色沉澱物分出。

苯的熱分解

第二十七圖: 容積 $1 \frac{1}{2}$ L 燒瓶放在水鍋上, 其中貯 100 cc 苯及幾塊沸石。瓶頸用木塞插分枝套管 B, 其枝管接於冷凝器 L。試驗前套管用木塞封閉。調節水鍋下的火燄, 使苯輕微沸騰而蒸氣升入套管中。向下彎折的玻管 G, 用長橡皮管和水線吹射器 W 連接。預試活門 C 的



第二十七圖 苯的熱分解

① 商品。

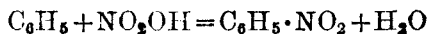
② 製法: Hessler, Amer. Chem. Soc. 44, 425 (1922); Eupe 及 Rinderknecht, Ann. 442, 61 (1925).

最適當位置。試驗時除去套管的木塞，將上升的苯蒸氣燃燒。於是使吹射器動作。小心將穿過石棉板及木塞的 *G* 管插入套管中。石棉板面積約 25 cm^2 ，用以保護試驗者的手不被苯火燄所燙。管口一近燃燒的苯時立即有火燄（“空氣燄”）構成。調節 *C*，使空氣燄長約 1 cm ，於是將管伸入瓶中，約達如圖所示的位置。用木塞將套管封閉。若經預先練習則管口必定有長時燃燒的火燄。冷凝器上端接於球管 *D*，以收集煙、苯及其他蒸餾物。因苯分解時有豐富的乙炔構成，所以球管一端浸在貯有無色亞銅液的玻筒中。不久，當空氣燄在瓶中開始燃燒時，筒中有多量的乙炔化銅分出。

苯的硝基衍生物
(Nitro-derivates of Benzene)

硝基苯
(Nitro-benzene, $C_6H_5 \cdot NO_2$)

硝酸對於苯烴的作用依照試驗的條件而構成一、二或三的硝基化合物：



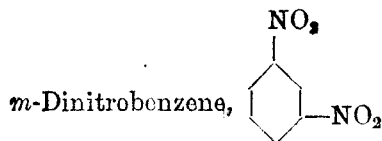
硝基苯的製備：

45 g 硝酸(1.40), 4 g 濃硫酸, 39 g 苯

$\frac{1}{2}$ 容積的燒瓶, 先貯 45 g 硝酸及 42 g 純淨的濃硫酸。將瓶放在冰水盆內, 由滴液漏斗在不斷傾轉之下, 注入 39 g 苯; 只許瓶上有微溫可以覺察。全部的苯都已注入後將瓶放在預熱的沸水水鍋上約 20 分鐘, 將瓶中液體傾入 $\frac{1}{2}$ L 容積的玻璃杯, 杯中放少許冷水及冰塊, 於是用玻璃桿攪轉, 演示硝基苯不是像苯那麼輕, 而是沉重的乳狀液體, 沉滯在杯底。

(其他關於硝基苯的淨製及精製等可以無須在演講時進行)。

間位二硝基苯

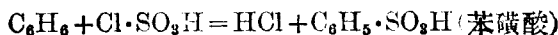


m-二硝基苯的製法: 50 cc 濃硫酸, 50 cc 煙硝酸, 15 cc 苯。

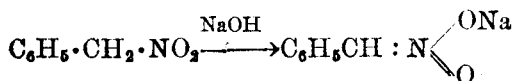
於 50 cc 濃硫酸及 50 cc 煙硝酸(比重 1.52)所成之硝化混和酸內,由滴液漏斗小心滴下 15 cc 苯,無須冷凝,但須好好搖盪。全部苯加入後尚須在水鍋上加熱而隨時搖盪。於是將產物傾入一半貯有碎冰的 $\frac{3}{4}$ L 容積的玻璃杯中。二硝基苯成爲黃色絮團及針狀物分出。

苯的磺酸化(苯磺酸)
(Sulfonation)

$\frac{1}{2}$ L 容積的平底燒瓶,裝 100 g 苯,勻分幾次加入氯磺酸。猛烈反應,鹽酸氣逃出,噹噹有聲(在排氣櫥中進行):



苯基硝基甲烷(Phenylnitromethane)的試驗



在大試管中加熱而溶解少許苯基硝基甲烷^①於苛性鈉液中。放在冰盆中冷凝,小心加稀硫酸,於是有烯醇式(或硝基酸式, aci- 式)的苯基硝基甲烷成白色的硬塊分出。迅速吸乾,塗在陶土板上。溶解於醇,加氯化鐵,立即呈暗紅色,而原有的液體(硝基式)則不然,沒有這顏色反應。保存時則變成油狀物質。

① 製法: W. Wilslicenus 及 Endres, Ber. 35, 1757 (1902).

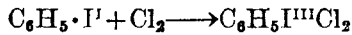
苯的鹵素衍生物

(Halogen-derivates of benzene)

二氯化碘苯^①

(Phenyliodo-chloride, $C_6H_5I^{III}Cl_2$)

由碘苯 (Iodobenzene) 製備二氯化碘苯

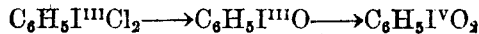


貯氯氣玻筒的內壁周圍用碘苯溶解於三氯甲烷的溶液傾灑，使下注的液體沾濕大部分的玻筒內壁。頃刻間氯與碘苯作加成反應，玻筒內壁遍生二氯化碘苯的結晶體，甚為美觀。

如用微塵化的噴射器於垂直方向將其噴射於貯氯的玻筒中，則試驗的結果更好。

二氧化碘苯，(Iodoxybenzene, $C_6H_5I^V O_2$)

由二氯化碘苯製備二氧化碘苯

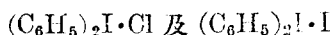


二氧化碘苯用新瀉的漂白粉溶液研磨，在試管或燒瓶加熱。出發物原有的黃色不久就消滅，而白色的二氧化碘苯儘量出現，而且有氯氣發生。將蒸餾的瓶迅速用冰水冷凝，則溶解的二氯化碘苯大部分出，液中充滿白色結晶。

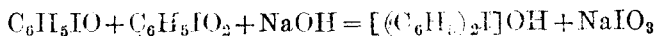
氯化及碘化二苯碘

(Diphenyliodinium-chloride and iodide)

① Willgerodt, Ber. 41, 1097 (1908).



由二氯化碘苯製備氯化及碘化的二苯碘



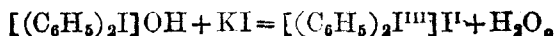
在一半裝滿氫氧化鈉溶液的試管中，用玻璃研磨相當數量的二氯化碘苯，將混和物加熱到固態物質完全消滅而（無機物除外）變成碘苯，氫氧化二苯碘及其鹽酸鹽為止。

若在燒瓶中試驗，則二氯化碘苯須預先在乳鉢中用氫氧化鈉液研磨。

所成的溶液中因為有微細的碘苯小滴而渾濁，將其不斷從同一的濾紙上濾過，到濾過物清澈為止。於是分濾過物作兩部分。

a. 一部加濃鹽酸；立即有強盛的氯化鈉與氯化二苯碘的沉澱物。加水則氯化鈉溶解，所剩的是氯化二苯碘的白色團狀沉澱物。

b. 第二部分加碘化鉀，碘化二苯碘立即分出。搖盪則最初所現的黃色消滅，而幾乎白色的結晶物團結，顯明可見：

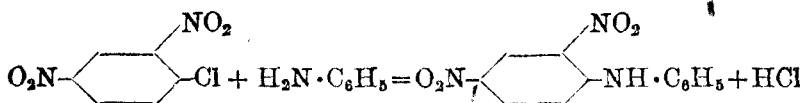


二硝基二苯胺及苯基羥胺

(Dinitro-diphenylamine and phenylhydroxylamine)

由二硝基氯苯及苯胺製備二硝基二苯胺

(Dinitro-diphenylamine from dinitrochlorbenzene)



容積 250 cc 的燒瓶中溶解 20 g 1,2,4- 二硝基氯苯(商品, 價廉) 及 24g 乙酸鉀於 80 cc 乙醇中, 在水鍋上加熱。假如硝基氯苯未全部溶解而但熔化也不妨礙。將瓶從水鍋取下, 傾入 10 g 苯胺, 溶液立即呈深紅色。放在水頭下冷凝, 並時常搖盪。約十分鐘之間瓶中物質就結成磚紅色閃光的針狀二硝基二苯胺。新產品可以在小吮吸器上吸乾。這試驗可在一刻鐘內完畢 (這是苯烴核心內鹵素因有隣對兩立並立的硝基而易於鬆動的一個例子)。

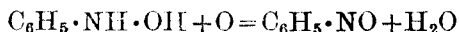
苯基羥胺(Phenylhydroxylamine)①的試驗

苯基羥胺須新鮮製備而保存在乾燥器中; 這物質是強有力的還原劑。Fehling 溶液冷時就立即被其還原, 氧化銀氨液亦是這樣的。試驗用大試管或玻筒, 搖盪其水溶液。大部分的苯基羥胺是用以製備亞硝基苯, 因其甚為適合於演講試驗。

苯基羥胺氧化而成亞硝基苯

(Phenylhydroxylamine into nitrosobenzene)

① 製法: E. Bamberger, A. Wohl. Ber. 27, 1347, 1432 (1890).

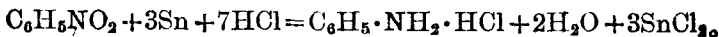


2 L 容積燒瓶，具有兩孔瓶塞及所需要的玻管作為水蒸汽蒸餾用的燒瓶中，溶解 15 g 苯基羟胺於預先用冰冷凝的 60 g 濃硫酸和 300 cc 水所成的混和液中。將瓶放在冰桶中，不斷將液體攪動並傾轉，先加入 600 cc 冰水，而後將 15 g 重鉻酸鈉溶解於 250 cc 水的溶液注入。於是可以演示所得的亞硝基苯成為黃色的絮團分出。將瓶封閉，瓶塞的一孔用玻管接在水蒸汽發生器上面，另一孔用玻管通於冷凝器（參閱第二十八圖），水蒸汽發生器內的水須預先煮沸以免廢時。瓶中有綠色的蒸氣充滿，冷凝器中亦是這樣，不久但成為白色的結晶殼沉滯其中，這是亞硝基苯的異構體。放去冷水而將冷凝器加熱時這結晶殼就再熔化，可以使其流到玻盂中。最後將其溶解於乙醚中，得美麗的綠色溶液。若一切好好準備則試驗所需的時間至多不過十五分鐘。

苯 胺

(Aniline, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)

酸性還原劑將硝基衍生物變成氨基的化合物：



苯胺的製備：45 g 粒錫，

125 g 粗製濃硫酸，25 g 硝基苯。

第二十八圖：

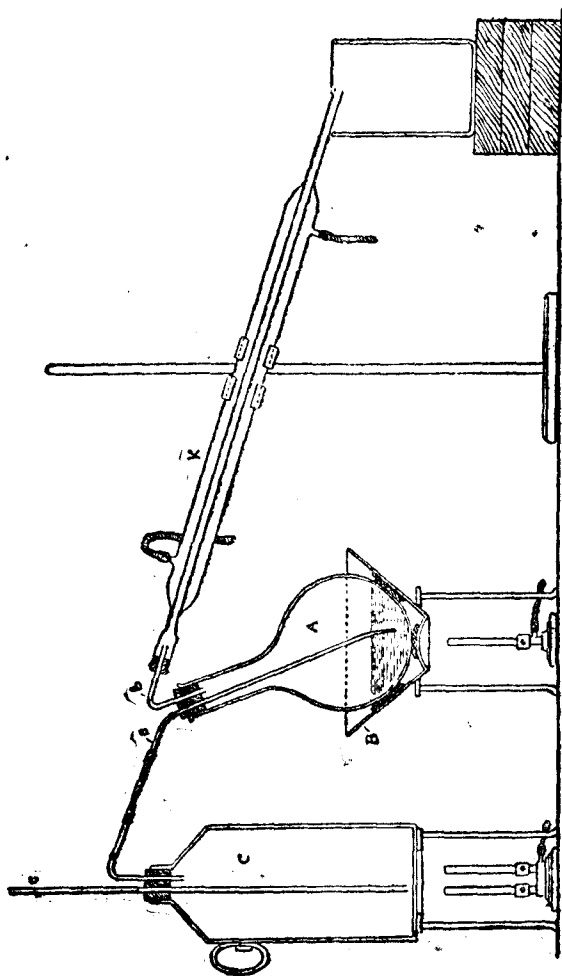
A = $\frac{1}{2}$ L 燒瓶，貯濃硫酸及錫，逐漸加硝基苯。

B = Babo 漏斗。

C = 水蒸汽發生器。

K = 冷凝器。

a = 通於蒸汽發生器的玻管，深達瓶底；



第二十八圖 苯胺的製備

b = 通於冷凝器之玻管，僅達到瓶塞下面；

c = 安全管。

還原進行開始甚緩，逐漸加速，瓶內物質甚熱。全部硝基苯消滅後還須在水鍋上加熱若干時，趁全部混和物未冷時將其傾入 $1\frac{1}{2}$ 到 2 L 容積的燒瓶中，迅速在水線下冷凝。將瓶不斷傾轉，加 30% 苛性鈉濃液，到先前所成的沉澱物又再完全溶解為止。於是用水蒸汽將苯胺驅出（或在下次演講時實行）。要避免液體衝騰則投數塊小鋅片於 A ，將瓶欹斜放在 B 上，並用鐵架固定，而後導入水蒸汽。水蒸汽發生器除鐵罐外也可以用較大的圓瓶，也投入少許鋅片並加幾滴硫酸，使水酸化，因為鋅片上有氫氣發生可以阻其沸騰。冷凝器的水流須暢行。接受器用 1 L 容積的燒瓶或玻筒。

蒸餾時用小火燄，使瓶中的液體容積可以大略保持而不變。

苯胺成爲黃色液滴，沉於接受器底部。

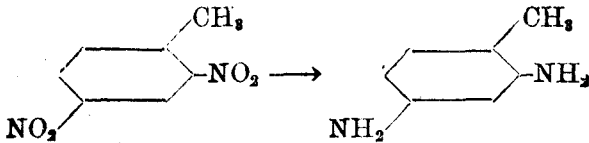
下面所述的苯胺製備和工業的製法較爲相似，在演講時進行比較前面所用之方法更適合。

2 L 容積的三頸瓶放在水鍋上，中頸用木塞或橡皮塞裝置一個速轉的攪動器，汞封閉非所必需，只須攪動器的軸桿（鐵或玻璃）套管塗少許石油脂（Vaseline）已夠密封。第二頸插滴液漏斗；第三頸用彎折的套管和冷凝器联接。溫度計亦不是絕對必需。演講前半小時（勿在演講的前夜）裝 300 g 鐵屑，400 g 水及 45 cc 濃鹽酸在瓶中，使攪動器慢慢轉動，到強盛的氫氣發生逐漸微弱爲止。演講時由滴液漏斗迅速注入 123 g 硝基苯，強烈攪動，使鐵屑活躍飛轉。若瓶內物質過熱，不必着急，反應越烈產量越多。用上述數量的硝基苯不難在 $\frac{3}{4}$ 小時內還原完畢。第二次演講時將瓶內的還原物另裝在 2 L 容積的燒瓶中，用苛性鈉濃溶液鹼性化，然後用水蒸汽將苯胺蒸出。

二硝基甲苯^①的還原

鐵是還原劑及其強有力的作用見於下述試驗：

在小玻盆（厚壁玻璃杯）中放一把鐵屑，使其成 1 到 2 cm 高的厚層，傾 50% 乙酸在上面，攪拌，到成爲稀漿爲止，鐵屑須預先用酒精洗濯去油。於是加 5 g 細末的 1,2,4- 二硝基甲苯，用玻棒攪拌。預先用鐵架懸掛溫度計，溫度計下端伸入盆中。2 分鐘後有顯明而活躍的反應，溫度升到 98°，全部物質開始沸騰，乙酸蒸氣逃出。還原成 1,2,4- 甲苯二胺：



用苯胺作試驗

1. 苯胺蒸氣可以燃燒。在大試管中將幾 cc 苯胺加熱到沸騰，將其蒸氣燃燒；燃燒時有發煙的火燄。

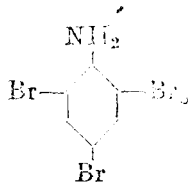
2. 苯胺的鹽。兩個試管或兩個玻璃杯中放入少許苯胺，其一傾入煙鹽酸，其他傾入 50% 硫酸。兩方面有活躍的反應。冷後各有相當的鹽結晶而出。

3. 漂白粉的反應。1 L 容積燒瓶中放幾 cc 苯胺，加 $\frac{1}{2}$ L 水用力搖盪，由濕濾紙上濾入玻璃杯中（1 g 苯胺約需 30 cc 室溫的水溶解）預先製備漂白粉的稀溶液（少許漂白粉用水研磨後過濾）。傾漂白粉溶液^②於苯胺液中，液體呈深紫色。

① 製法：Ber. 21, 433 (1888); 22, 2679. 亦有商品。

② 所用之漂白粉溶液勿太少！見 Nietzki, Ber. 27, 3263 (1894).

4. 苯胺與溴成三溴苯胺, Tribrom-aniline,



在燒瓶中將少許苯胺用水透澈搖盪,使成乳化液體,苯胺的硫酸鹽也可以用。於是加溴或溴水到不再構成沉澱物爲止。有白色的三溴苯胺分出,起先常是油狀,不久就凝固(這試驗應該在排氣櫃中進行)。

硫氰化苯酯(苯基芥子油), Phenylthiocyanate, $C_6H_5 \cdot NCS$, 的試驗。

1. 在大試管,玻筒或小燒瓶中混和 3.3 g 苯胺及 4.3 g 苯基芥子油^①,不久就有顯著的發熱現象。用玻桿磨擦而加以冷凝時全部成爲二苯硫脲(Thiocarbanilide)的結晶塊。

2. 硫脲(Thiocarbamide)的構成。3 g 苯基芥子油溶解於 10 cc 醇及 10 cc 濃氨液,放在小燒瓶中直接在火鉢上蒸煮幾分鐘。冷後有硫脲結晶而出,幾乎全部凝固。

3. 苯基芥子油氧化而成異氰酸苯酯(Phenylisocyanate)。在大試管或小燒瓶中將幾 cc 苯基芥子油和(不要太少)黃色氧化汞一同蒸煮。立即有黑色的硫化汞分出,苯基異氰酸酯的臭味不難辨認。

二苯胺 (Diphenylamine, $C_6H_5 \cdot NH \cdot C_6H_5$)

二苯胺與硝酸的反應

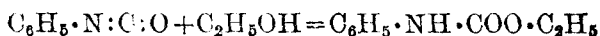
0.5 g 二苯胺溶解於 100 cc 純淨濃硫酸及 20 cc 水的混和物中。將溶液傾入高脚杯中,小心加少許含有幾滴硝酸的水。硫酸溶液上面有深藍色的液層構成。

① 商品。製法: Gattermann-Wieland, 1928, 159 頁。

用橙黃 (Aurantia, Ammonium-salt of hexanitro-diphenylamine) 染色。橙黃(六硝二苯胺銨鹽)水溶液加熱時迅速將羊毛染成橙黃色。

異氰酸苯酯的試驗

苯氨基甲酸乙酯(Phenylurethane)的構成



在試管中將 1 g 異氰酸苯酯^①和 1 cc 乙醇混和,其溫度升高頗多,可以用溫度計演示。略為靜置後將其傾在一個表皿上,任其蒸發,將一粒苯胺羧酸乙酯結晶體移種於油狀的剩餘物上,則全部迅速結晶。

① 製法: Schroeter, Ber. 42, 2339 (1906).

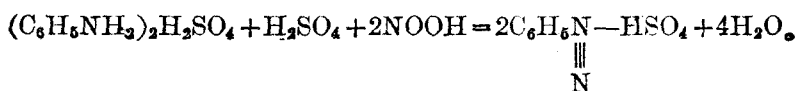
重氮化合物

(Diazo-compounds)

重氮硫酸鹽(Diazonium-sulfate)的製備:

18.6 g 苯胺, 300 g 冰, 39 g 濃硫酸, 100 cc 2*n*-亞硝酸鹽液

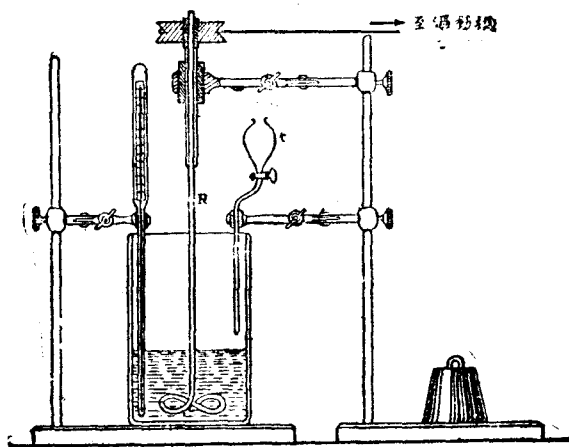
亞硝酸對於第一胺酸性溶液的作用是重氮鹽的構成:



試驗佈置如第二十九圖。

在 1 L 容積的玻璃缸中將固定在鐵架上的溫度計下端伸入; 玻璃缸中設攪動器 *R*, 其上有滴液漏斗 *t*。

玻璃缸中貯 18.6 g ($\frac{1}{5}$ 分子量) 苯胺, 投入 300 g 搗碎的冰(夏天約



第二十九圖 重氮鹽的製備

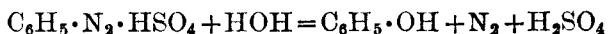
須多加 50 g), 迅速將 39 g 純淨濃硫酸傾在冰上(2 克分子硫酸)。於是溫度降到 -6° 。由滴液漏斗注入 100 cc 下述(見偶氮化合物)的二倍當量亞硝酸鹽溶液, 同時將攪動器轉動, 溶液流注不妨略快, 使重氮化的進行約幾分鐘可以完畢(攪動器不是絕對必需, 也可以用玻棒攪動)。終止時溫度約升 $+1$ 到 2° , 液中還有多量的冰。用這溶液可以作以下的試驗:

用重氮鹽溶液作試驗(Griess 反應)

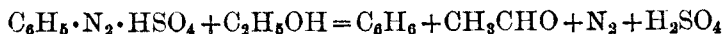
重氮鹽的反應能力甚強; 其幾種主要的變化是 Peter Griess 所發現。

以下 1, 2 兩試驗是在小燒瓶或大試管中進行的。

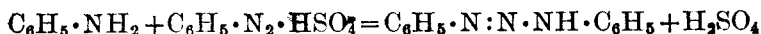
1. 用水蒸餾。有強盛的氮氣發生, 將玻器傳觀, 所成的苯酚氣味可以辨認。



2. 用醇蒸餾。只用少許的醇, 在小燒瓶上裝置小迴流冷凝器, 小心蒸餾, 不要使苯及醛驅出。反應終止時將玻器傳觀, 可以辨別苯與醛的氣味。

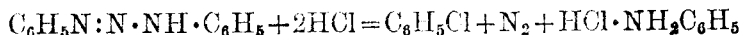


3. 重氮氨基苯(Diazo-aminobenzene)的構成:

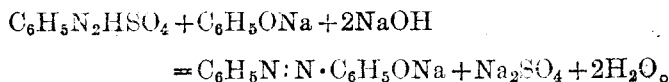


在玻杯中放鹽酸或硫酸化的苯胺溶液, 加入一部分的重氮鹽溶液, 跟着加入飽和的乙酸鈉冷溶液, 到加入不再沉澱為止。有黃色的重氮氨基苯沉澱物分出。

演示重氮氨基化合物的分解, 例如, 用濃鹽酸蒸餾時, 其分解有氮氣發生及鹵苯與胺鹽構成:



4. 與苯酚配合。(簡單氧化偶氮染料的製法):^①



溶解少許苯酚於稀釋的氫氧化鈉液，將溶液和一部分的重氮鹽溶液混和。其反應須常呈鹼性。溶液成深橙紅色。演示其間有染料的構成則加稀硫酸，使溶液呈弱酸性，投少許羊毛加熱。羊毛染成黃色。^②

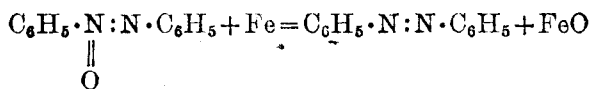
重氮過氯酸鹽

(Diazonium-perchlorate, $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{N}_2\cdot\text{ClO}_4$)

5. 在試管或玻杯中迅速由苯胺、鹽酸、亞硝酸鈉(利用碘化鉀漿紙)，加以冷凝之下，製備重氮氯化物。傾入過氯酸溶液(70%， $d = 1.67$)，迅速有明亮結晶的過氯酸鹽沉澱分出。若重氮鹽溶液甚為濃聚，則用 20% 的過氯酸水溶液也能夠有這沉澱。

由氧化偶氮苯製偶氮苯

(Azobenzene from azoxybenzene)



這裏所用的須十分純淨，尤須十分乾燥的氧化偶氮苯^③，並須保存於乾燥器中一星期之久。在曲頸甌中裝 5 g 氧化偶氮苯和完全乾燥並去油的鐵末所成的混和物(研磨)，將曲頸甌固定在鐵架上，用小火小心

① 於 1858 至 1866 年。參考 Ber. 24, R. 1007 (1891).

② 參考 Grandmougin 及 Freimann, Journ. prakt. Chem. [2], 78, 384 (1908).

③ 易於製備，Ber. 15, 865.

加熱。有黃色蒸氣發生，在甌頸中凝結成紅色液體，將其收集在表皿上，或有凝固的偶氮苯就要將甌頸加熱使其溶化。這樣所得的是固態的紅色產物，已是十分純淨的偶氮苯。

但若氧化偶氮苯不淨而且不乾，則加熱時例必——但毫無危險——爆炸，而全部物體炭化。這試驗也可以用少量試品在試管中進行。

氨基四氮二烯伍圍的重氮鹽
(Diazoniumsalt of aminotetrazol)

其水溶液中的爆炸①

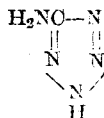
2g 氨基四氮二烯伍圍②， $H_2N \cdot C \cdot N_4H$ ，須十分純淨的，其正確的熔點③是 203° ，與 1g 亞硝酸鈉同時溶解於 20% 的氫氧化鈉溶液。由滴管或滴液漏斗將溶液迅速注入玻璃杯中，杯中貯有 4 cc 煙鹽酸及 15 到 20 g 的冰，使反應終止時液中還有冰塊上浮。約 1 分鐘後(時間常是比這個長)，液中還有少許的冰存在，開始有連續的爆炸。因為玻璃往往被炸毀，所以須將杯放在白瓷盆中。經過一小時以上的靜置後液中的爆炸還在重覆不斷。

由氫化偶氮苯得苯胺及偶氮苯
(Azobenzene and aniline from hydrazobenzene)

在寬大試驗管或長頸小燒瓶中將氫化偶氮苯④直接用火加熱到沸

① Thiele, Ann. 270, 60 (1892).

② 原著所述是 4g，但爆炸常太猛，這試驗亦可用 1g 的試品。公式：



③ 從前可以從 Badische Anilin und Sodafabrik 購取，今已不可能，但可以按照 Thiele 的詳細說明(見原著 43-55 頁)由商品的硝基胍製備。

④ 製法見各種關於有機物製備的書中。

騰，使其蒸氣上餾。於是任其冷卻，用稀鹽酸透澈搖盪，濾入玻璃筒中，用氫氧化鈉稀液鹼性化而後加漂白粉溶液，呈紫色(苯胺的證明)。



偶氮染料

(Azo-dyes)

重氮鹽和胺或酚的化合結果是偶氮染料的構成。這些化合物含有生色(Chromophore)的偶氮基 $-N=N-$ 及成鹽的助色(Auxochrome)基 $N=R_2$ 或 $-OH$ 。其化合(配合)在鹼性或(乙酸化)溶液中完成。

製備亞硝酸鈉溶液,用 142 g 亞硝酸鈉加水成 1 L^①。這溶液是二倍當量: 10 cc 溶液含 1.42 g 亞硝酸鈉(原只 1.38 g!),或 7.04 cc 含 1 g 亞硝酸鈉。

對氨基苯磺酸^②的重氮化

(Diazotization of Sulfanilic acid)

19.5 g 對-氨基-苯磺酸鈉, 100 g 冰, 50 cc 亞硝酸鹽溶液,
16 cc 38% 煙鹽酸, 120 cc 水

19.5 g 對-氨基苯磺酸鈉溶解於 100 cc 水, 加 50 cc 亞硝酸鹽溶液及 100 g 冰; 於攪動之下慢慢使稀鹽酸(由 16 cc 純淨的 38% 煙鹽酸和 20 cc 水所成)流入。溫度不得超過 5°。起先溶液清澄, 不久則重氮氨基苯磺酸成白色的結晶粉分出。這溶液可以在冰箱中保存好些日。

染料的製備

用重氮氨基苯磺酸配合。上面所述的溶液分為四部分。在四個容積

① 這數量是指工業產品之亞硝酸鈉而言, 其分子是用 69 代 71。化學純淨之亞硝酸鈉應是 1 L. 138 g。

② 商品, 不難製備。

各 $\frac{1}{2}$ L 的玻杯中各預備以下的溶液：

- | | |
|---|------------------|
| 1. 幾 g 萘酚磺酸或萘二酚二磺酸 (Na-鹽) | } 溶解於約 20 cc 的水。 |
| (Crocein or Chromotropic acid) | |
| 2. 幾 g 1-氨基-8-羥基-3,6-萘磺酸, (H-acid) | |
| (Na-鹽) | |
| 3. 幾 g 1,4-萘酚磺酸, (Naphtholsulfonic acid) | } |
| (Na-鹽) | |
| 4. 幾 g β -萘酚, Naphthol, 溶解於 NaOH 稀液 | |

良好配合也可以用萘二酚二磺酸^①及萘酚 β -磺酸^② (Schäfer's acid)。

此外另備冷凝的飽和碳酸鈉溶液及乙酸鈉濃溶液。

在各玻杯中各傾入上述四分一的含有沉澱物而經攪動的重氮氨基苯磺酸溶液。前三種起先還未構成染料。其配合在 1. 2. 注入碳酸鈉及 3. 注入乙酸鈉溶液後完成。配合所成的染料各在溶液中呈美麗的色彩。

只有 4. 立即構成偶氮染料, 這是 β -萘酚橙 (橙 II), 這裏因為先有鹼性物存在。但溶液最終須呈鹼性反應。偶氮染料成爲美麗的橙色結晶針分出。必要時還須將冰塊投入, 因溶液的溫度在反應進行時不得超過 +10 到 +12°。所成的染料只能染羊毛與絲。

染 色

在四個瓷盆或 1 L 容積的玻杯中各傾入上述四種溶液的一部分,

① 當然也可以用其他磺酸配合, 但這裏所用的, 即使市面沒有存貨也不難向廠家訂購, 而且照經驗說來是最適合於演講試驗用的。

② 可向顏料廠訂購。

用等量的水稀釋。放各瓷盆在三角架及鐵絲網上，加少許稀硫酸，使溶液成弱酸性。預先備四條羊毛線，放水中，使其浸濕。於是每盆中各投一條羊毛線，慢慢加熱到沸騰，並常用玻桿將羊毛線轉動。染色達最高程度時，取出毛線，沖洗而後捲纏。將各線掛在容易看見的地點，各用紙條標明其所用染料的名稱及公式等。

β -萘酚與重氮化對-硝基苯胺所成的染料

對-硝基重氮鹽氯化物 (*p*-Nitrodiazonium chloride) 的製備

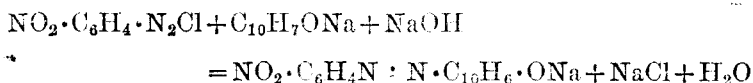
6.9 g 硝基苯胺, 160 g 濃鹽酸, 200 cc 水, 30 cc 2*n* 亞硝酸鹽溶液。

關於對-硝基苯胺重氮化的敘述甚多; 下面所述於演講試驗最適宜, 因其可以迅速得重氮鹽溶液而不含有重氮氨基化合物。

在 250 cc 容積的燒瓶中用 160 g 煙鹽酸傾於 6.9 對-硝基苯胺, 加熱溶解。立即將熱溶液傾入 $\frac{3}{4}$ L 容積, 貯 200 cc 水的玻璃杯中, 用溫度計攪動。

任溶液冷到 25°, 迅速再在不斷的攪動之下, 一次加入 30 cc 二倍當量的亞硝酸鹽溶液。不多時就得到一種清澈的溶液, 但若商品的硝基苯胺不甚純淨, 就也可以渾濁。這重氮鹽溶液可以保存在冰箱中幾星期或竟一個多月。

與 β -萘酚的配合



1. 在 $\frac{1}{2}$ L 容積的燒瓶中溶解 2.4 g β -萘酚於氫氧化鈉稀液中, 加恰好三分之一的上述重氮化硝基苯胺。所用的氫氧化鈉溶液須足夠使溶液於終了時仍是鹼性的。紅色染料成爲膨脹的狀態分出。

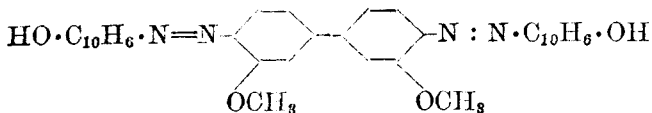
染料直接構成在棉布上

2. 若干條白棉布各約 10 到 15 cm 寬, 50 cm 長, 通過 2% 的純淨 β -萘酚鹼性溶液。展開布條在玻板上用粗玻桿擠去布上的剩餘溶液, 或更好則將布條放在絞洗機的膠皮碾輪中間壓榨, 而後將其懸在玻桿上在溫暖暗室中(不要太暖, 否則萘酚昇華!) 乾燥。假如布條不及即時應用就將其捲在玻桿上, 保存在妥封的瓶中, 放在黑暗地點。這布條不能耐久, 因其一開始變成褐色就不能用。

傾重氮化硝基苯胺溶液於平底寬大, 像沖洗相片所用的玻盆中, 投一把冰, 小心慢慢加碳酸鈉或乙酸钠溶液, 到萘酚所浸的棉布浸入時能呈美麗的紅色為止。於是捉住布條的一端, 拉其通過重氮化合物溶液, 同時用玻桿將其壓入液中(絞纏機)。布條染成強烈的紅色, 因為上面所述沉澱的染料現在直接在纖維上面構成。

若 β -萘酚中預先加少許土耳其紅(硫酸化蓖麻油)則色彩更好。土耳其紅油可以由染坊或染料廠購買。10 cc 油用 90 cc 水稀釋, 滴入氨液到溶液清澈為止。

由重氮化的鄰二甲氧基聯苯胺(*o*-Dianisidin)與 β -萘酚的配合也可以在纖維上得到藍色染料:

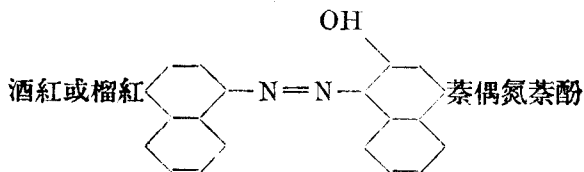


12.5 g 二甲氧基聯苯胺鹼(16.5 g 二甲氧基聯苯胺鹽酸化物^①), 加熱使其溶解於 30 cc 煙鹽酸 (20 cc), 傾入 300 cc 水中, 投幾塊冰, 使其冷到 5°, 慢慢加入 56 cc 二倍當量的亞硝酸鹽溶液, 一切須妥為

① 商品或向廠家訂購。

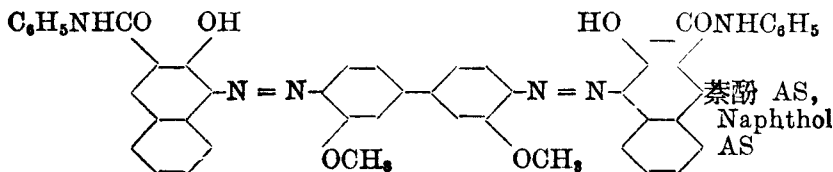
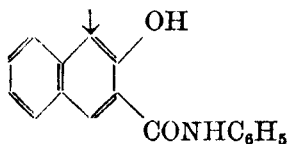
攪動。如上述方法，用冰冷凝，並加碳酸鈉或乙酸钠以削弱溶液的酸性後，拉β-萘酚所浸的棉布條通過溶液。於是得到美麗的藍色。

依照下述方法可以在纖維上面得到酒紅(Bordeaux 或 Granat-red, 榴紅):①



14.3 g α-萘胺在 30 cc 煙鹽酸及 100 cc 水中加熱溶解，將其傾入 100 cc 水，加 100 g 冰，而後將 55 cc 二倍當量的亞硝酸鹽溶液注入。在平盆中加 80 g 結晶乙酸钠溶解於必需數量冷水的溶液，再加一把冰。於是用β-萘酚所浸(設地)的棉布條通過溶液。

利用萘酚 AS, Naphthol AS (Anilid, Säure):



2, 羟基-3-萘甲酸苯胺化物在纖維上的配合得到特別美麗的染色。10 g

① 可由 G. Griesheim, Frankf. a. M., 或 Rohner A. G. (瑞士)定購。

萘酚 AS 於氫氧化鈉溶液中加少許土耳其紅油調和成麵，用熱水沖洗到玻杯中而加以蒸餾(加少許甲醛作用更好)。於是在平底盆中照上述的處理方法將棉布條浸入。作為重氮化合物成份和萘酚 AS 配合的可以用許多的苯胺衍生物，最好是硝基苯胺。這裏可以用不脫色猩紅 G (Echtscharlach G, Fast scarlet G——4-硝基-2-氨基甲苯, 4-Nitro-2-aminotoluene) 作例子。15 g 猩紅 G, 100 g 熱水, 27.5 cc 濃硫酸(溶液須使剛果紙呈藍色)。 $\frac{1}{2}$ 小時靜置後加 300 cc 水, 50 g 冰(溶液的温度是 5° 到 10°) 及 7.5 g 亞硝酸溶解於 25 cc 水的溶液(或 25 cc 二倍當量的亞硝酸鹽溶液)。(用碘化鉀漿紙試驗)。重氮鹽溶液可以在演講前一日預製。在萘酚 AS 所浸漬的棉布上配合時還須加 25 g 食鹽及 20 g 乙酸钠。得鮮紅色。

櫻草黃^①, Primulin 染色(纖維上的後重氮化)

棉線以少許碳酸鈉及硫酸鈉, 在水鍋上, 用櫻草黃溶液染色。得深黃而略濁的色。櫻草黃含有游離的第一氨基, 可以在纖維上重氮化。製備亞硝酸鹽稀溶液, 投少許冰塊, 用幾 cc 稀硫酸酸化。將黃色未乾的棉線幾次在溶液中來去拉動。這時已準備很稀的鹼性 β -萘酚溶液, 將重氮化的棉線投入這溶液中, 棉線上立刻有美麗的紅色。(構成櫻草黃- β -萘酚之偶氮物)。試驗幾分鐘可畢。

偶氮化合物經還原而分裂

因酸性還原劑的作用偶氮物分裂成第一胺而脫色。

1. 氯化亞錫及鹽酸。在玻杯中傾一部分上述和 β -萘酚配合的染料溶液(例如橙 11), 必要時加水使其完全溶解。將玻杯放在鐵絲網上。

① 商品。其公式見 Fierz-David, Künstl. org. Farbstoffe, 81 頁。

或參考 P. Karrer, Organic Chemistry 4th Eng. ed., 1950, p. 630.

加熱；溶液溫度約升到 80° ，分幾次加入酸性的氯化亞錫溶液而加以攪動，每次加入須略等待些時。（錫液是用一成重量的氯化亞錫晶體溶解於二成濃鹽酸）。不久之後溶液脫色，若所用的是橙 II，則有白色絲光的結晶針分出，這是鹽酸化的氨基苯酚。

2. 低亞硫酸鈉。用其他偶氮染料，在玻杯中加熱，將要沸騰時攪動而加入小量乾燥的粉狀低亞硫酸鈉，到完全脫色為止。

3. 用同一還原劑也可以將已用偶氮染料染成的織物褪色（偶氮染料的特性！）。將一條染色羊毛線切成兩段，一段投於放在鐵絲網上，並用鐵架固定的玻杯中，傾少許水於毛線上。加熱，加小量酸性氯化亞錫溶液。羊毛不久即脫色。若用對-硝基苯胺偶氮- β -萘酚所染的棉，則用低亞硫酸鈉代氯化亞錫液加熱到將要沸騰，還原時間亦略長。最好將一塊紅色棉布條放在大表皿上，加一匙低亞硫酸鈉在上面，用幾滴水沾濕，調成厚漿。將表皿加熱（在預熱的水鍋上）。這樣使低亞硫酸鈉所在的部位被侵蝕（還原），可以用水沖洗而演示其在紅地上有白點。

偶氮化合物用氯化鈦(III)還原

在 $\frac{1}{2}$ L 容積的玻杯中傾入極稀的偶氮染料溶液及幾 cc 稀鹽酸，放在鐵絲網及火盆上，慢慢由滴液漏斗或滴定管注氯化鈦溶液（尋常商品是 15%，稀釋約為 1%），同時將染料溶液加熱。最後則溶液完全脫色。

順與反的重氮酸鹽

(Syn-and anti diazo-salts)

關於反式對位硝基苯重氮酸鹽的製備有很好的敘述^①，但須用十

① Schraube 及 Schmidt, Ber. 27, 518 (1894); Gattermann-Wieland, 1928, 269 頁。Henle, Anleit. für d. org.-chem. Prakt. 1927, 153 頁, Orthner 及 Reichel, org.-chem. Prakt. 1929, 141 頁。

分純淨的對位硝基苯胺，重結晶，否則所得到的只是深黯而幾乎黑色的物塊，不能得到正確的反應。

溶解少許重氮化合物之鈉鹽於若干水，使成清澈的金黃色溶液，立即加幾滴碳酸鈉液。一方面另製一清澈或濾過的 *R*-鹽(萘酚二磺酸鹽)溶液，頗為稀釋，將兩溶液調合。這混和物不變其原有的金橙色色彩，反重氮酸鹽不能配合。於是另備反重氮酸鹽的第二水溶液，加幾滴稀鹽酸，偶有沉澱可以不管，將其傾入 *R*-鹽溶液中，隨即用碳酸鈉將其鹼性化。立即有偶氮染料的深紅色呈現，因為現在有順式化合物構成(其中間物有亞硝酸胺)，與 *R*-鹽配合。如不用 *R*-鹽則用 β -萘酚或間苯二酚代替。

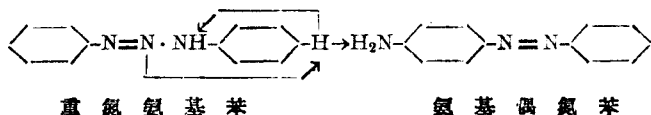
用對位氨基偶氮苯作試驗

(*p*-Aminoazobenzene, $C_6H_5N:N \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$)

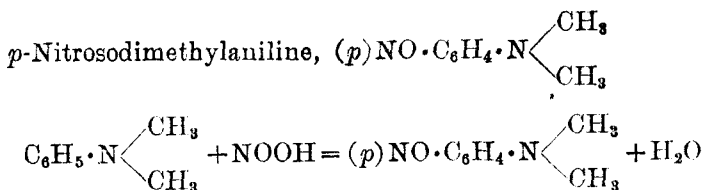
對位氨基偶氮苯是弱鹼，其鹽容易水分解而分裂，成一種不穩定的黃色及一種穩定的紅色鹽酸化物。若將美麗的穩定鹽，有鐵青色之表面的，溶解於多量水中，得金橙色溶液，其中有部分水分解的游離鹼。加鹽酸則轉變而趨向紅色，但不甚明顯，和幾滴氫氧化鈉溶液混和時則又呈完全亮黃的色，於是游離鹼亦逐漸分出。再加鹽酸，有極明顯的鮮紅色呈現。這些反應可以在大玻管或玻筒中進行。游離鹼的醇溶液有金橙色，其趨向於紅色的轉變，在加入無機酸時最為明顯①

① 關於氨基偶氮苯及其鹽參考：Hantzsch 及 Voigt, Ber. 62, 968, 975 (1929).

重氮氨基苯與氨基偶氮苯的轉變如下：



對-亞硝基 N-二甲苯胺^①



亞硝基 N-二甲苯胺的製備：

12.1 g N-二甲苯胺，40 cc 濃鹽酸，100 cc 冰，50 cc 2*n* 亞硝酸鹽液

12.1 g N-二甲苯胺於 $\frac{1}{2}$ L 容積，有攪動裝置的厚壁玻璃杯中（見第二十九圖）和 40 cc 純淨煙鹽酸及 100 g 冰混和。隨着良好攪動，將 50 cc 二倍當量的亞硝酸鹽滴入。應注意終止時仍應有冰存在。溶液立刻呈紅橙色，逐漸有亞硝基 N-二甲苯胺的鹽酸鹽成爲紅色的結晶糊分出。

一部分的產物傾於另一玻璃杯中，投入幾塊冰，攪動而加入碳酸鈉液到鹼性反應出現爲止。於是有深綠色的游離鹼分出。立即將其傾於寬綽的分液漏斗中，加 50 到 100 cc 乙醚透澈搖盪，於是使下面的酸性溶液流去，將乙醚溶液傾於平底的結晶皿上。依照乙醚的蒸發程度如何，而有美麗的純綠色葉狀亞硝基 N-二甲苯胺鹼分出。

這試驗亦可如下迅速完成：在大玻璃筒中溶解少許 N-二甲苯胺於多餘的鹽酸，投幾塊冰，用水稀釋，加亞硝酸鈉液：深橙色。小心加苛性鈉液到趨向暗綠色爲止。用乙醚搖盪。

亞硝基 N-二甲苯胺分裂成對-亞硝基苯酚及 N-二甲苯胺

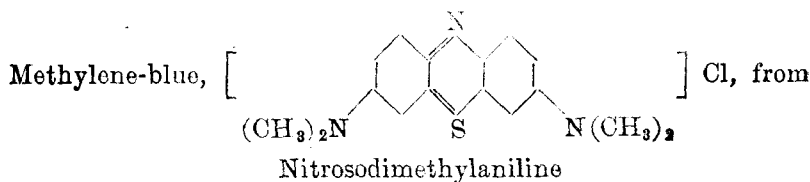
① Bayer 及 Caro, Ber. 7, 809, 963 (1874).

在 750 cc 容積，由不受鹼性作用的玻璃所製的燒瓶中將苛性鈉液（由 1 成 30% 氫氧化鈉溶液和 3 成水所成的）在鐵絲網或 Babo 漏斗上加熱到沸騰（沸石！）。用小匙將 5 g 亞硝基 N-二甲苯胺（鹼）勻分幾次投入蒸滯的苛性鈉液中，每次須等待所加入的先熔化的物質完全溶解，而後將第二部分投入。溶液呈深暗的紅褐色，N-二甲苯胺逃出，可以從其氣味及其蒸氣使蘸濕的紅石蕊紙立即呈藍色而加以辨認。完全溶液的完成需約 25 分鐘的時間。迅速冷凝，用鹽酸酸化（剛果紙）兩次用乙醚搖盪，提去乙醚溶液，在大表皿或結晶皿上蒸發。所剩下的對亞硝基苯酚是褐色晶塊（針形及疣狀，塗在陶土上除去其所挾帶的油，可以用作下述的試驗。

Liebermann 的亞硝基反應

用真正的亞硝化合物如亞硝基胺，亞硝基苯酚等。1 dg 或較少的試品在試管中和結晶的苯酚用玻桿研磨，加幾滴純淨濃硫酸，立即呈深青綠色（一切亞硝基化合物未必於開始時都有這可察的現象）。因為混和物變為溫暖，所以加水使其冷卻：呈暗紅色。於是將其傾入玻璃筒，小心將氫氧化鈉溶液加入：呈深暗的青綠以至於翠青的顏色。

由亞硝基 N-二甲苯胺得甲烯藍

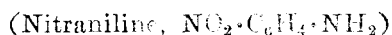


這種染料可以用下述方法在幾分鐘內製備：

在試管，或數量稍多就在小燒瓶中（但這試驗可以用小量物品完

成)貯亞硝基 N-二甲苯胺(綠色鹼)傾硫化鉍(不要太少)在上面,直接在火爐上幾次蒸煮到沸騰。物質熔化,一部分溶解而呈紅色。在水頭下冷凝後用小摺疊濾紙濾去未溶解部分(如時間匆促,則過濾也可以省略),於是與多量的稀鹽酸混和,到使剛果紙呈藍色而止。這裏當然有甚多的硫沉澱。用力震盪可以使其團結而濾去,但這也不是絕對必要。無論濾過或未濾過的液體都可以將氯化鐵溶液按一滴一滴地注入,這時可以觀察其色如何先為綠而不久即變為深藍。這是甲烯藍^①的構成,其工業方面的另一製法將在另一章敘述。

硝基苯胺



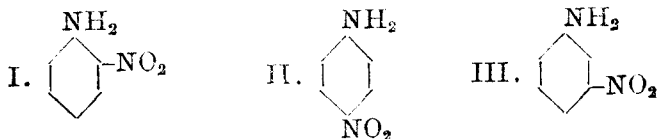
各種硝基苯胺不同的顯色^②

這種試驗所用的三種硝基苯胺須各十分純淨。若用工業品,則須使其反覆重結晶(例如用酒精),到完全純淨為止(控制法:熔點檢驗!)

在三個試驗管內溶解同量的三種,細末的硝基苯胺於少許濃硫酸中。將這無色的溶液分別傾入水中。

- I. 隣位硝基苯胺呈黃色而大部分沉澱。
- II. 對位硝基苯胺仍留在溶液中,而使溶液黃色顯明。
- III. 間位硝基苯胺不從溶液中分出也不生顏色。

由此觀察則氨基的顯性被隣位硝基削弱最甚,對位其次,但仍甚顯明,而間位的影響則最小。



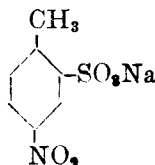
① 參考: Fierz-David, Künstliche organische Farbstoffe, 1926, 370 頁。

② Thiele, Ann. 347, 142.

葵 黃

氧化偶氮二苯乙烯二磺酸

(Sun-yellow, Azoxy-stilbene-disulfonic acid)

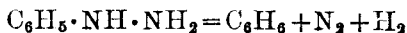
在 100 cc 容積的燒瓶中溶解 2 g 對硝基甲苯磺酸鈉^①

於 25 cc, 由 1 成 30% 氫氧化鈉液與 3 成水所成的苛性鈉溶液中, 開始無色的溶液於加熱時(直接火燄或鐵絲網上) 迅速呈深品紅色, 而橙黃色的結晶針開始分出, 於冷卻後又再構成濃厚的結晶糊。用小吮吸漏斗吮吸。這染料於弱酸性浴中染羊毛及絲成美麗的黃色^②。

苯 肼

(Phenylhydrazine, $C_6H_5 \cdot NH \cdot NH_2$)

這蘇性物質是一種優良的還原劑; 按方程式:



可以解除其兩原子的氫。

用苯肼作試驗

1. 用 Fehling 溶液蒸餾。在小燒瓶中將幾 cc 苯肼與 Fehling 溶液混和。未加熱時搖盪, 溶液就已經呈黃綠色, 加熱則立即有發生氮氣的還原作用, 而氧化亞銅因此亦分出。

① 商品(Kahlbaum)。

② 這裏當然不會得到一種成份一致的染料。

2. 在玻杯中將稀釋之硫酸銅溶液加熱到快要沸騰，將苯肼的乙酸溶液滴入。溶液起強盛的泡沫(氮氣)，氫氧化亞銅，及隨後氧化亞銅的分出(紅色)。在 100 cc 容積的燒瓶中裝 10 cc 苯肼及 20 cc 水放在小火燄上小心加熱到完全溶解。於是加 70 cc 硫酸銅溶液($n/2 + 10$ cc 濃氨及 15 cc 2n 氫氧化鈉液)，將瓶放在蒸沸的水鍋上。10 到 15 分鐘內得到美麗閃亮的紅銅鏡。

3. 苯甲醛基苯肼， $C_6H_5 \cdot CH : N \cdot NH \cdot C_6H_5$ 。在小燒瓶中將苯甲醛加水用力搖盪，而後加少許苯肼，再用力搖盪，於是傾入玻杯，攪動而將乙酸滴入。苯甲醛基苯肼迅速成爲絮團狀的晶體分出。

二 胺

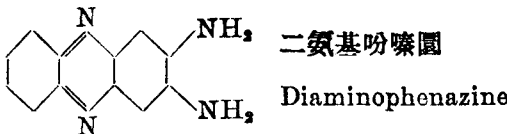
(Diamines, $NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$)

用二胺作試驗

1. 鄰苯二胺^①。

Ortho-phenylenediamine,  幾 dg 鄰苯二胺用水搖盪

使其溶解，加幾滴稀鹽酸及少許氯化鐵。最初呈深紅色，不久即有紅色針狀的苯二氨基吩嗪(鹽酸鹽)分出：



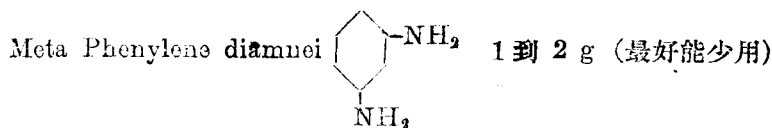
(若苯二胺有甚強的紅色或呈褐色就須預先用水，加幾粒亞硫酸鈉晶體，使其重結晶。

① 三種苯二胺都可以購買。

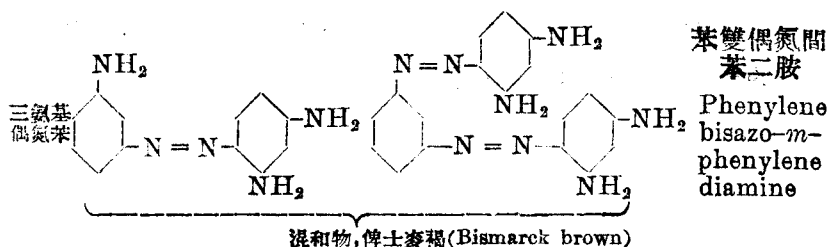
苯駢二氮二烯陸圍(或二胺縮乙二醛)的反應
(Quinoxaline-reaction)

1 g 純淨磷苯二胺鹽酸化物於 20 cc 乙醇中成懸液,加 1 g 乙酸鉀,稍加熱,搖轉,由分出的氯化鉀吸出(這手續在演講前完成)。於 200 cc 容積的圓錐形瓶中,蒸餾而溶解 1 g 菲醌^①於 200 cc 醋酸而後加磷苯二胺於溶液中。立即有豐富白色針狀沉澱,可吸出而用酒精洗滌。這試驗也可以用其他磷位二胺,如磷甲苯二胺等,完成;若用單純的則用乙酸鉀轉變的手續可以省略^②。

2. 間苯二胺。



有色的間苯二胺不加熱而迅速溶解於稀鹽酸中。傾溶液於 1 L 容積,有水裝滿的玻璃杯中,加幾滴亞硝酸鈉溶液。這是俾士麥褐的深褐色,其中的主要成分是 3, 2', 4'- 三氨基偶氮苯(Triamino-azobenzene)^③:

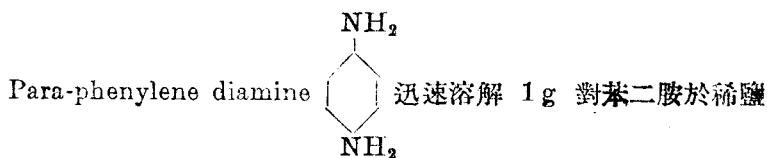


3. 對苯二胺。

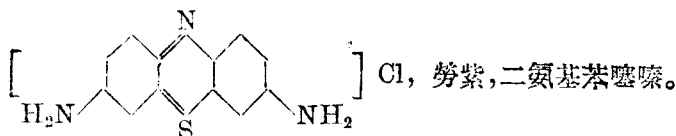
① Phenanthrenequinone, 商品。

② Ber. 24, 1870; 25, 604, 2416.

③ 此外還有苯雙偶氮間苯二胺(Phenylene bisazo-*m*-phenylene diamine)。

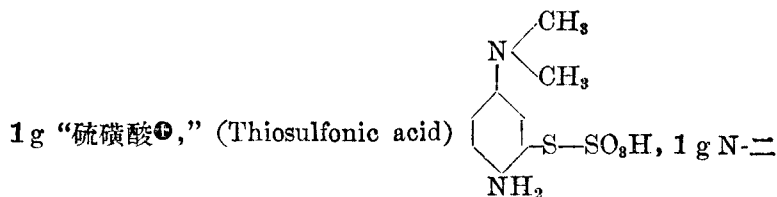


酸,加少許硫化氫,再加幾滴氯化鐵,略加熱。這試驗亦可以在 1 L 容積的玻杯中完成,但須略遲幾分鐘纔有強烈的色出現。溶液呈深紫色勞紫(Lauth's violet):



若用二甲基對苯二胺,則成甲烯藍。

甲烯藍的製備



甲苯胺, 1g 純淨濃鹽酸在 250 cc 容積的玻杯中研磨成稀漿。將杯放在冰中,玻杯上面裝設渦輪機或發動機所驅轉的攪動器。好好攪拌,由滴液漏斗滴下 5g 重鉻酸鉀溶解於 50 cc 水的溶液,需時 10 分鐘。於是將杯放在預熱的水鍋上,將 12g 氯化鋅溶解於水的濃溶液傾入,常加攪動,到深青綠色呈現為止(需時約 10 分鐘)。隨後將其傾入 $\frac{3}{4}$ L 容積的玻杯中,用稀硫酸酸化(至剛果紙呈反應為止),得染料的深藍色

① 商品或向廠家訂購。

溶液。將其一部分傾於磁皿上，用氨液鹼化，將預先用鞣質及吐酒石製備的棉線投入其中染色。

全部試驗及染色需時共 30 到 40 分鐘^①。

關於對苯二胺的氧化見後面苯醌章。

由對苯二胺的鹼性氧化得 Banderowski 鹼。溶解對苯二胺鹽酸化物於水，加過氧化氫及碳酸鈉溶液或鐵氰化鉀及苛性鈉溶液，觀察其陸續的顏色變換：黃紅褐黑，靜置則有黑紅色的沉澱。

^① 見 Möhlau-Bucherer, Farb.-chem. Praktikum, 1926, 265 頁。

苯 酚

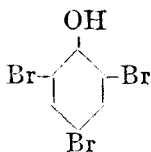
(Phenol, $C_6H_5 \cdot OH$)

用苯酚作試驗

1. 苯酚溶解於鹼。幾 g 結晶苯酚用幾滴水調和。在小燒瓶用氫氧化鈉稀液搖盪到溶液清澈為止。傾入玻杯，加無機酸使苯酚分出。或用酸中和到渾濁或沉澱可以覺察，加幾滴稀鹼液使其清澈而後導碳酸入溶液中。不久則溶液強烈渾濁，苯酚成爲油分出。

2. 苯酚與氯化鐵。1 到 2 g 苯酚用水搖盪使其溶解，加幾滴氯化鐵，呈淺藍至深藍色。

3. 三溴苯酚，



1 到 2 g 苯酚溶解於水，在小燒瓶

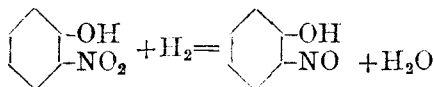
中搖轉而將溴滴入，開始有油分出，逐漸成絮團而有變爲結晶的白色沉澱。溴的加入到沉澱物不再增加爲止。試驗須小心，因三溴苯酚可以附着於衣服及皮膚上，氣味終日不散。

硝基苯酚

(Nitrophenols)

同量的隣位及對位硝基苯酚用極稀的氫氧化鈉溶液搖盪使其溶解。黃色的隣位化合物呈紅橙色，白色的對位化合物成強烈的檸檬黃色。構成醌式的鹽。

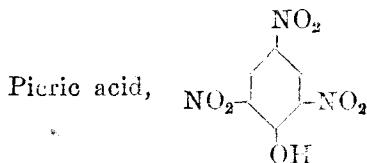
鄰亞硝基苯酚, *o*-Nitrosophenol 作銅的試劑^①



溶解幾粒晶狀鄰亞硝基苯酚於少許冰醋酸再加幾滴水，若因此而有晶體分出，也沒有妨礙。加入多量石油醚用力搖盪（於玻璃筒中）使鄰亞硝基苯酚溶解。隨後加少許水，及少量鋅粉。用力搖盪到石油醚呈明顯的綠色為止。

這鄰亞硝基苯酚的石油醚溶液傾入另一玻璃筒或試管中，用極稀的硫酸銅溶液（稀到藍色不可見）搖盪，立即有深紅色可以覺察。最靈的銅的檢驗！

三硝基苯酚（苦味酸）



用苦味酸作試驗

1. 苦味酸及氰化鉀。苦味酸溶解於水的濃溶液加幾 cc 氰化鉀溶液。液體立即呈深紅色。這裏構成異紫酸，其鹽有深紅色（亦見氰化合物章）。

2. 爆炸鹽。小鐵鍋放在三腳架上，架下有本生燈。用刀尖抽少許苦味酸鉀或苦酸鉍投鍋中。點燃本生燈不久之後苦味酸鹽就爆炸。少量苦味酸可以在試管中用直接火燄小心加熱使其熔化。火燄稍強則不久有

① 依照 Baudisch, Ber. 51, 1058 (1918).

不危險的爆炸，其燃燒有尖長的火燄及濃厚的煙。

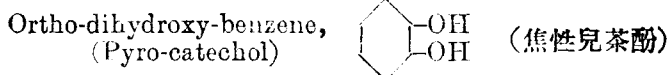
3. 染色的性質。在水鍋上的瓷皿中盛濃聚的苦味酸水溶液，加熱，將絲線投入染色。成純黃色，但不牢固而易褪是其缺點。

4. 苦味酸複化合物的構成。苦味酸與萘。在溶解於乙醇的飽和萘溶液中傾入冷的飽和苦味酸醇溶液。立即有複合的黃色針狀物沉澱（分子化合物）。

多元酚

(Poly-phenols)

鄰位苯二酚

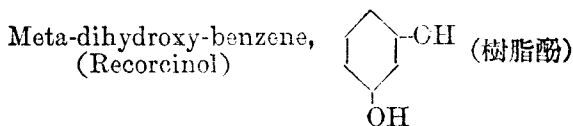


幾 dg 白色焦性兒茶酚^① 溶解於水，傾入高脚杯中，加幾滴氯化鐵溶液。溶液呈綠色，再加乙酸鈉濃液則又轉變為紫色。

銀的氨溶液加焦性兒茶酚水溶液，冷時即迅速被還原。

甲氧基酚(鄰-甲氧基苯酚，Guajacol)的商品有純淨的，對於氯化鐵也生同一的反應。

間位苯二酚



樹脂酚^② 水溶液加氯化鐵溶液呈紫色，再加乙酸鈉溶液成爲無色的。

蒸餾時(用玻杯)將 Fehling 溶液還原：同樣地，銀氨液冷時很慢，熱時很快被還原。

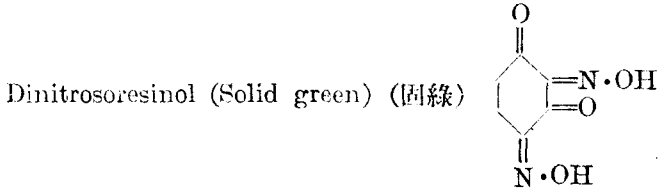
容易和重氮鹽配合，例如重氮氨基苯磺酸，得紅色染料，染羊毛甚

① 商品。

② 商品。

好,其配合加驗液完成。

用二亞硝基間苯二酚染色。



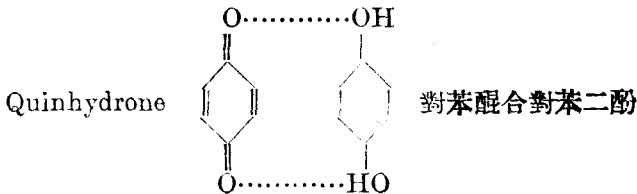
將物質① 用水溶解,在玻杯或磁杯中加熱,同時用曾經媒染劑處理的棉布條投入其中,往來拉動,其鐵媒染劑所印的部分染成強度的暗綠色。

對位苯二酚

Para-dihydroxy-benzene,
(Hydroquinone)
氫化苯醌



1. 氫化苯醌② 與氯化鐵成(對)苯醌合(對)苯二酚:



頗濃的氫化苯醌水溶液預先加熱至沸騰,裝入玻杯中,將氯化鐵溶液滴入,溶液先呈紅色,其色漸暗,不久就有美麗閃光的綠色晶體分出。這是苯醌合苯二酚。

① 製法: Ber. 8, 631 (1875); 亦可購得。

② 商品。

2. 氫化苯醌與銀溶液。將氫化苯醌水溶液同銀氨液混和，於是立即——有一部分銀鏡的構成——有銀沉澱（氫化苯醌是照相的顯影劑，磷苯二酚也是這樣）。

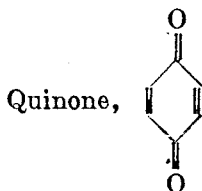
氫化苯醌水溶液加 Fehling 溶液，在未加熱時已經有轉變成綠色的趨向，加熱有豐富的氧化亞銅沉澱。

氫化苯醌對於氨的態度亦甚特別（試驗在玻璃管中進行），其水溶液加幾滴氨液就先呈黃色，於是褐色，最後黑色。

演示氨基苯酚的還原性質，可以用市上購置的顯影劑，如 Metol 或 Rhodinal，是很純淨的氨基苯酚。其水溶液用銀氨液搖盪，銀氨液立即被還原，多半沒有銀鏡構成。

氫化苯醌和苯胺的分子化合物。在 150 cc 水中先溶解 5 g 氫化苯醌，而後 10 g 苯胺鹽酸化物（於玻璃杯中），一面攪拌一面加入 50 cc 的 30% 亞硫酸鈉液（晶體亞硫酸鹽）。短時靜置後有新成的分子化合物分出，這是有珠光的葉狀晶體，量頗豐富： $(C_6H_5 \cdot NH_2)_2 \cdot C_6H_4 \cdot (OH)_2$ ①。

苯 醌



對位二取代的苯衍生物氧化而成苯醌，例子甚多。

1. 由苯胺得苯醌。用稀硫酸將苯胺溶解於玻璃杯中，好好攪拌而加

① 這有趣的試驗是 L. Dede 教授 (Bad Nauheim) 私人所傳授的。

入重鉻酸鈉粉末。漸呈深綠色的溶液略為靜置後就在分液漏斗中迅速用乙醚搖盪，在表皿上任乙醚蒸發。苯醌成爲長形的黃色針體分出。

2. 由對位苯二胺得苯醌。在 250 cc 容積的燒瓶中溶解 2 g 對苯二胺於 100 cc 水及 20 cc 的 59% 硫酸(在水鍋上加熱，演講之前預備)，於是將燒瓶放在蒸沸的水鍋上時，搖盪而迅速將分作小部分的 3 g 過氧化錳粉末加入。每次加入時液體都起泡沫，起初呈暗綠，而後黑褐色。於是在水頭下冷卻，傾入分液漏斗中，用乙醚搖盪。其傾於大表皿上的乙醚溶液蒸發後剩有苯醌的長形黃色結晶針，其氣味辛烈而特別。

用過硫酸銀將苯氧化而成苯醌



250 cc 容積的燒瓶用兩孔瓶塞封閉，塞的一孔插溫度計深達瓶底，另一孔插玻璃管和迴流小冷凝器聯接(用彎折的套管聯接最便)。瓶中裝 5 cc 苯，10 g 過硫酸銨溶解於 20 cc 水(溶液須新鮮製備)，3 cc 硝酸(比重 1.38)，及 1 g 硝酸銀溶解於少許水。一經搖盪時瓶中混和物的溫度立即上升，5 分鐘後升 8°，10 分鐘後開始沸騰，歷幾分鐘，於是突然變色，由褐色而成無色，而自然的沸騰也就停止。迅速冷卻而將其傾入分液漏斗，兩次用乙醚提取，用力搖盪，因爲苯醌是比較不容易溶解的。傾去乙醚，在結晶皿或大表皿上任其蒸發，黃色、略帶褐色的苯醌結晶針不久就可見到。(氣味!)這試驗費時不多①。

用苯醌作試驗

苯醌有氧化的作用，其自身還原而成氫化苯醌。

① Kempf, Ber. 38, 3964.

小燒瓶中裝碘化鉀液，用幾 cc 稀硫酸酸化，將幾 dg 苯醌投入，用力搖盪。溶液漸呈深褐色，因為碘化氫被苯醌氧化而成碘。

由乙二醛^①得四羥基苯醌及二羥基二氧苯醌(薇紅酸)
(Tetrahydroxyquinone and Rhodizonic acid form Glyoxal)

5.g 乙二醛-亞硫酸氫鈉(商品)及 50 cc 水，在水鍋上加熱而成溶液，加 10 cc 飽和的碳酸鈉冷液，繼續在水鍋上加熱而時常傾轉。溶液漸呈黃色，於是褐色而後黑色(將空氣或氧氣導入可以加速反應，但不是絕對需要)，有細結晶的沉澱，成為易於過濾的物質沉在杯底，這 Nietzki 及 Benkiser^② 的四羥基苯醌的二鈉鹽，是有藍黑色，也常有綠色，有金屬閃光的小結晶針。將濾過之鹽用多量的水加熱使其溶解，加氯化鉍，則有暗紅色的鉍鹽沉澱。若不用碳酸鈉而用氫氧化鈉溶液與乙二醛亞硫酸氫鈉混和而加熱，則略為等待就有暗紫色，不易溶解的二羥基二氧苯醌(Dihydroxy-diquinoyl)的鈉鹽沉澱。

精元及其染色

(Aniline black, Dying with It)

先分別製備兩種溶液：

- | | | |
|-----|----------------------|---------------|
| (1) | 6 g 苯胺， | } 於 200 cc 水。 |
| | 9 g 鹽酸， | |
| | 12 g 硫酸， | |
| (2) | 12 g 重鉻酸鈉於 200 cc 水。 | |

將兩溶液合併，立即將一條棉線或幾條棉布浸入混和物中，於壓榨

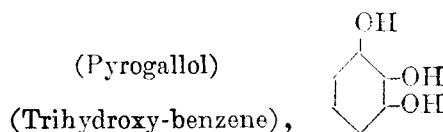
① Homolka, Ber. 54, 1393 (1921).

② Ber. 18, 507 (1885).

碾筒或橡皮軋筒中間壓擠。懸在空氣中 1 到 2 分鐘精元即顯現，成古銅色，但還可以“綠化”。欲得“不可綠化”的深黑色，尚須蒸煮，所用的是甚為簡單的器具。

2 L 容積的燒瓶放在相當大小的箱中，四周塞入木棉或木屑將瓶圍裹，瓶用兩孔木塞封閉，一孔插玻管，深達瓶底，一孔插另一玻管，管端僅達瓶塞下面。又在瓶塞內面插有銅線所成的鈎，懸掛浸漬的棉布條或棉線。於是導水蒸汽入瓶中 10 分鐘，取出棉布或棉線用冷水洗滌之。這樣就得到可綠化的精元^①。

苯三酚(焦性沒食子酚)



用苯三酚作試驗

苯三酚是一種強有力的還原劑，在鹼性溶液中迅速收取氧素。於氫氧化鋇液中則構成六羟基聯苯^②。

1. 苯三酚用稀鹼液搖盪，因苯三酚收取氧素甚急，所以溶液不久就呈褐色而變黑。

60 cc 長及 150 cc 容積的玻管一端熔閉，另一端用橡皮塞封閉，塞有一孔可插具有活門而下端略彎的狹玻管。大玻管中裝 5 g 苯三酚溶於 10 g 水的溶液，再加 30 cc 苛性鉀 1:1 的溶液，用緊貼於液體上面的長玻管，導入氧氣而排去空氣。於是將橡皮塞裝上，閉玻管的活門，將溶液多次用力搖盪使氧氣完全被吸收。活門管的下部用噴瓶將水裝滿，將其尾端浸於有水裝滿的水盂中而將活門開放，管斜放並用鐵架

① Nölting 及 Lehne, Le Noir d'Aniline, 1908, 192 頁。

② Ber. 35, 2945 (1902).

夾住。氧氣完全被苯三酚溶液吸收後水就迅速上升而裝滿管中。

2. 用硝酸銀氨液搖盪則立即有黑色的銀分出。

3. 加硫酸鐵及氯化鐵溶液則呈深青黑色，獨用氯化鐵則溶液呈紅色。這時可以演講其對於照相顯影的用途。

苯三酚(與甲醛)氧化的發光現象^①

(Luminiscence by oxidation of pyrogallol)

(Together with formaldehyde)

500 cc 容積的玻璃杯放在講臺上高 50 cc 的位置，用線圈圍繞如第二十三圖，防備翻倒。講堂在演講之前暗閉，只在聽衆的對向露弱光使試驗者可以工作。

迅速溶解 3.5 g 苯三酚於 35 cc 水(一切須預先秤定並準備好)，傾溶液於高位置的玻璃杯中，依次加如下的溶液：

- (1) 35 cc 新鮮的甲醛溶液(Formalin)，
- (2) 17.5 g 碳酸鉀溶解於 35 cc 水的溶液。

於是將講堂全部暗閉，於一次傾入杯中：

- (3) 50 cc 過氧化氫(30% 的 Perhydrol^②)。

頃刻間溶液就發金橙色的光，突然沸騰而起泡沫，其有光的泡沫浮出而流於杯下預先放着的瓷皿中；發光歷時約幾分鐘。全部試驗約 5 分鐘可畢。因甲醛的氣味甚烈，所以試驗完畢時將杯放入排氣櫃中。

用乙酸汞^③區別丙烯與異丙烯的化合物

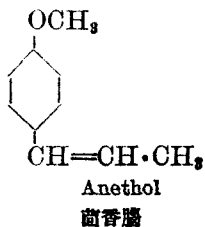
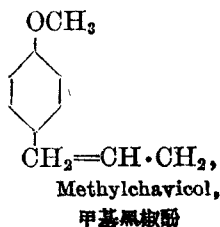
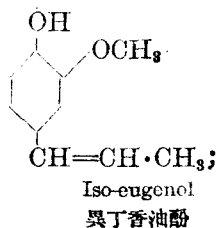
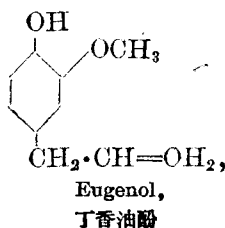
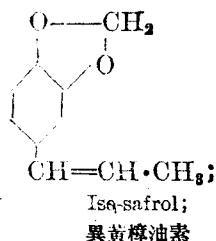
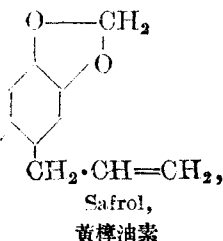
(Propenyl and allyl-compounds vs. mercuric acetate)

① Trautz 及 Schoringin, Zeitschr. f. wissensch. Photographie, 121(1905).

② 商品之 Perhydrol 裝於 50 cc 內部塗蠟之瓶內。

③ Balbiano 及 Paolini, Ber. 36, 3575 (1903)[Ber. 42, 3076].

異構體的丙烯及異丙烯化合物，如自然界的黃樟油素^①及異黃樟油素，丁香油酚及異丁香油酚，甲基黑椒酚及茴香腦等可利用其對於乙酸汞的反應而加以區別：



25 g 乙酸汞溶解於 100 cc 水，加幾滴乙酸，溶液須清澈，分配於兩玻璃筒中。一筒裝 5 cc 異黃樟油素溶解於 20 cc 苯的溶液，一筒裝 5 cc 黃樟腦油素溶解於同量的苯的溶液，封好而用力搖盪。1 分鐘後異體筒內已有乙酸亞汞的白色葉狀晶體分出，常加搖盪其量愈多，15

① 有商品。異體可由正體以苛性鈉醇液蒸餾製得。

分鐘後有豐富的沉澱，而 1 小時後則結成白色濃漿。正體溶液則不然，靜置幾日還是清澈，至多有極微白色泡沫可以覺察。正體化合物因兩羥基加入而氧化成乙二醇，至於乙酸汞則還原為乙酸亞汞。這試驗也可以用少量試品在試管中進行。

合成聚合物

(Synthetic polymers)

1. 酚樹脂。在試管中將 1 g 苯酚及 0.2—0.3 cc 氨加入 4 cc 甲醛(40%)，放在汽鍋上加熱二小時，必要時搖盪。冷後傳觀。

2. 脲甲醛樹脂。3 g 脲，4 cc 甲醛及一小撮硼酸用試管在汽鍋上加熱 20—30 分鐘，固態物在黏土板上乾燥。可能加染料，加熱，壓模。

3. 二醇及三醇樹脂(Alkyd and glyptal resins)，2 g 苯二甲酸，0.6 cc 甘油及約 0.1 g 乙酸钠調和後，在試管中加熱十分鐘到恰好沸騰程度。任黏性的液體冷卻。打碎玻管傳觀。同樣地用乙二醇(0.8 cc)代替甘油。

4. 多聚硫化物(Thiokols)，溶解 1.5 g 硫於 5 g 水化硫化鈉溶解於 6 cc 水的溶液中。加入 1 cc 1,2- 二氯乙烷，在汽鍋上加熱 30—45 分鐘，必要時搖動。冷後傳觀。

芳香醛

(Aromatic aldehydes)

苯甲醛

(Benzaldehyde, $C_6H_5 \cdot CHO$)

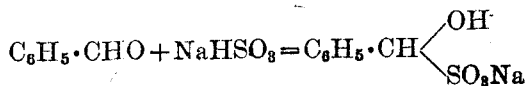
用苯甲醛作試驗

1. 空氣中的氧化： $C_6H_5 \cdot CHO + O = C_6H_5 \cdot COOH$ 。在大表皿上傾幾 cc 苯甲醛。10 分鐘後開始有苯甲酸的結晶分出。1 小時後全部表皿上佈滿長形針狀結晶體的網。

2. 在表皿上投一匙過氧化鈉於苯甲醛上，燃燒有煙。

3. 銀氨液的還原：去脂的小燒瓶三分二裝銀液：100 cc $n/10$ 硝酸銀及 22 cc $2/n$ 氨。在試管中將 1 cc 苯甲醛和 10 cc 氫氧化鈉稀液搖盪，傾 5 cc 於銀液，混和，將瓶放入貯有 40° 溫水的玻杯中，不久就有美麗的銀鏡。

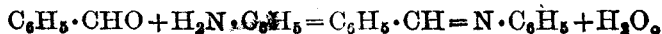
4. 將 1 Vol. 苯甲醛和 2 Vol. 酸性亞硫酸鈉濃液用力搖盪。不久之後全部結為亞硫酸氫鈉化合物的漿：



5. 苯甲醛與苯肼的反應見前面苯肼章。

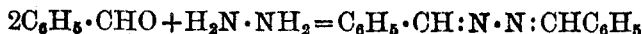
6. Schiff 鹼(苯甲醛縮苯胺)的構成。9.3 g 苯胺，與 10.6 g 苯甲醛預先在試管中秤定而傾入玻筒中。溶液渾化有水分出，強發熱^①。封閉而加以搖盪。冷後有美麗結晶針。可以加少許醇以促進其結晶：

① 有時反應強烈可以發生爆炸性的煮沸，須小心！



苯甲醛縮苯胼
(Benzalazin)

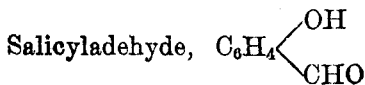
1 cc 苯甲醛先和 10 cc 水而後和幾 cc 聯氨水化物(商品)搖盪
(在大試管或玻筒中),立即有黃色沉澱物:



苯甲醛縮氨脲
(Benzalsemicarbazone, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH} : \text{N} \cdot \text{NH} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$)

在玻筒中將 2.5 g 苯甲醛和 3 g 氨脲鹽酸化物(商品)溶解於 20 cc 水的溶液,而後和 4 g 乙酸钠溶解於 20 cc 水的溶液用力搖盪。不久就有縮氨脲成爲濃厚的白色結晶沉澱。若用乙酸鉀則所需以溶解的水較少,於是也可以由濃醇液中製備。

水楊醛

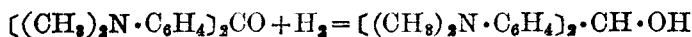


幾滴水楊醛用水搖盪,水楊醛頗易溶解。加一滴氯化鐵則溶液呈深紫色(對於隣位羟基的反應)。

芳香酮

(Aromatic ketones)

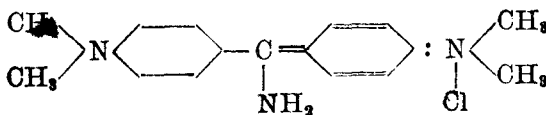
4,4'-四甲二氨基二苯甲酮(米氏酮)還原成4,4'-四甲二氨基二苯甲醇
 Michler's ketone reduced to tetramethyl-diamino-benzhydryol



1 g 4,4'-四甲二氨基二苯甲酮^①溶解於相當數量的醇(無須加熱),加幾滴水後將鈉汞劑加入,任其靜置過夜。演講時可以演示其於加入冰醋酸時呈深藍色,再加氫氧化鈉液時色又消滅。

金黃胺的製備

(Auramine)

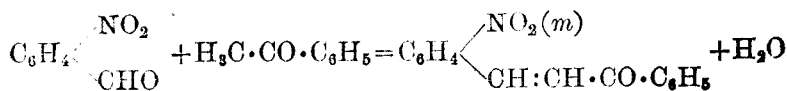


在大玻管中混和同量的4,4'-四甲二氨基二苯甲酮,氯化銨及氯化鋅,用玻桿攪拌。在直接火鉢上將玻管小心加熱,並隨時轉動,到物塊熔化而呈黃色為止,於是將試管浸在冷水中,試管炸裂,熔化物溶解於水中。用這溶液可以將鞣化的棉線染成美麗的金黃色。溶液須呈弱酸性。

間位硝基苯甲醛與苯乙酮的縮合

(Condensation of *m*-nitrobenzaldehyde and acetophenone)

① 商品。4,4'-四甲二氨基二苯甲酮也。可以向廠家訂購。

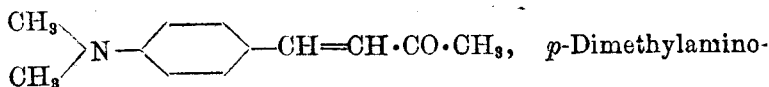


間-硝基苯甲醛縮苯乙酮
(*m*-Nitrobenzal acetophenone)

醛與酮縮合之迅速而順利可於下面所舉的例子見到：

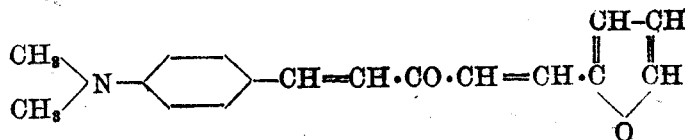
2.4 g 苯乙酮(商品)及 3 g 間位硝基苯甲醛(商品)與 60 cc 醇搖盪使其溶解，傾入玻筒中，加三四滴苛性鈉濃溶液，立即有黃色呈現。往往用玻桿磨擦後就開始有間位硝基苯甲醛縮苯乙酮的結晶。若不結晶，就用這物質的微粒接種，於是全部凝結成結晶漿(靜置較久也可以無須移種而結晶)。

對位二甲氨基苯甲醛縮丙酮：



benzalacetone, 更適於與醛縮合而得美麗的有色化合物^①。

5 g 酮溶解於 250 cc 醇及 150 cc 水，加 2.6 g 呋喃甲醛^②及 3 cc 的 30% 氫氧化鈉溶液。數分鐘後全部成為強烈紅色的結晶漿，這新化合物^③的公式如下：



① 製法：Rupe 及 Siebel, Chem. Centralbl. 1906, IV, 1324. 經 Dr. Collin 改善，用氫氧化銨液代苛性鈉液。

② 商品。

③ Dr. A. Collin(Basel).

羥基酸, β -甲- β -羥基苯丙酸酯的製備
(Saytzeff 及 Reformatzki 的合成法 Hydroxy-acid)
(Ester of β -methyl- β -hydroxy-phenylpropionic acid)

$\frac{3}{4}$ L 容積的燒瓶, 裝有高效力的冷凝器(球形內管), 放在水鍋上。裝入: 12 g 苯乙酮(商品), 17 g 溴乙酸乙酯(商品)(在排氣櫃中秤定及裝入, 因酯的蒸氣有催淚的作用), 30 cc 純淨無水的苯及 17 g 鋅屑。於是開始在水鍋上加熱。一經覺察其反應開始: 氣泡上升, 液體表面波動等, 立即將水鍋下面的燈移去, 因為液體迅速自行沸騰好幾分鐘而不息。反應強烈常須於瓶的外部加冷凝。將冷水傾在上面(其他關於反應產物的工作可以無須在演講時進行)。^①

① 再將液體蒸發到大部分的鋅消滅為止。冷後加冰及稀硫酸, 將苯的液層提去, 必要時加入乙醚, 在熱熾的硫酸鎂上乾燥, 蒸餾而除去苯及乙醚, 將其剩餘物在低壓下蒸餾。這樣工作之下羥酸酯例必解除其水分, 而成 β -甲基桂皮酸酯(Ester of β -Methyl-cinnamic acid)。

芳香—鹽基酸

(Aromatic monobasic acids)

苯甲酸

(Benzoic acid, $C_6H_5 \cdot COOH$)

由溴苯，鎂及碳酸氣製備苯甲酸的合成法已見於鎂的有機化合物章(頁 48)。

苯甲酸的昇華。在大表皿上放幾 g 苯甲酸，另用大小相同的表皿蓋在上面，使兩表皿的邊緣恰好相合，放在石綿板上用微火加熱。一刻鐘後表皿內面蒙有昇華苯甲酸的長形白色而閃光的晶針。

苯甲酸之鹽有鐵鹽值得注意。溶解少許苯甲酸鉀或苯甲酸鉍於水，加氯化鐵。苯甲酸鐵鹽成爲褐色像鐵銹而膨脹的沉澱物分出。

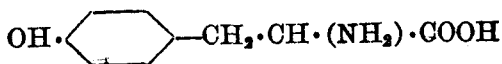
氨基酸

(Amino-acids)

氨基苯甲酸 (Anthranilic acid), $C_6H_4 \begin{cases} COOH \\ NH_2 \end{cases}$

關於苯氨基乙酸及其隣位羧酸的試驗見靛藍章。

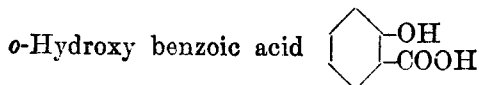
乾酪氨基酸(Tyrosine)的反應



少量乾酪氨基酸在試管中用水蒸餾，加幾粒硝酸汞再蒸餾：黃白色沉澱，再加含有幾滴紅色煙硝酸的水，溶液呈紅色。

羥基酸
(Hydroxy acids)

隣羥基苯甲酸, 水楊酸, Salicylic acid,



用水楊酸作試驗

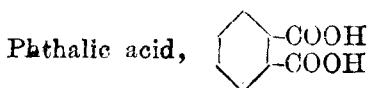
將幾 dg 水楊酸用水搖盪或加熱而使其溶解。加幾滴氯化鐵則成深紫色的溶液。

• 各種水楊酸鹽之中有鹼性的鈣鹽不容易溶解於水。在 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{3}{4}$ L 容積的燒瓶中(放在鐵絲網上), 濾入飽和的石灰水裝滿瓶的一半, 將一刀尖的水楊酸投入, 小心加熱。溶液不久即開始渾濁, 鹼性的鈣鹽成結晶體分出(和間位及對位羥基苯甲酸的差別)。

芳香二鹽基酸

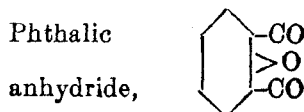
(Aromatic dibasic acids)

苯二甲酸

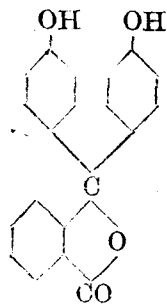
水溶液中苯二甲酸酐的構成^①

10 g 苯二甲酸酐^② 和 1 Mol. Na_2CO_3 及 125 cc 水煮沸到成爲溶液爲止，冷卻後有需要時(鹼性反應)，小心加濃鹽酸將其中和(預備)。於是將其傾入 250 cc 容積的瓶中，加 5 cc 乙酸酐，瓶塞封閉，用力搖盪。不久就有苯二甲酸酐成爲細長如絲的晶針分出。

用苯二甲酸酐作試驗



1. 酚酞(Phenolphthalein):



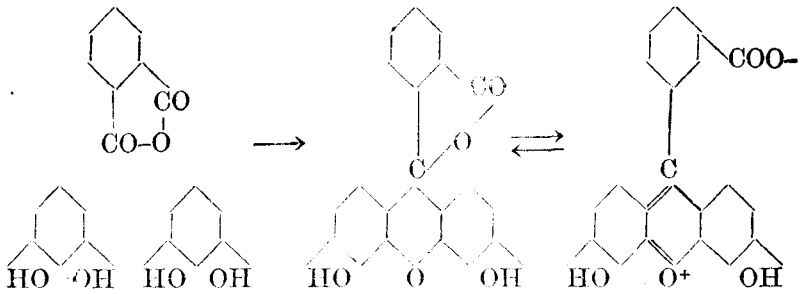
在貯水的大玻璃杯中傾入 1 至 2 cc 10% 的酚酞醇溶液，加少許氫氧化鈉溶液。立刻有深顯的紅藍色，加酸則色又完全消滅。

① Chem. Centralbl. 1897, I, 40.

② 商品。

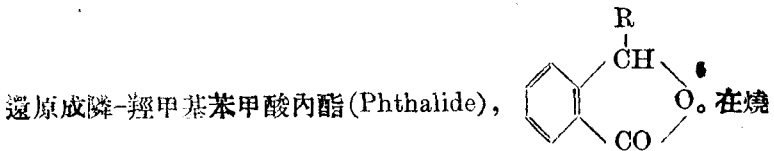
以下反應在大玻璃筒中實行，但用小量的試品。紅色弱鹼性溶液和幾 cc 苛性鈉濃溶液混和，靜置後（不是立即！）完全無色（成“苯式”二鈉鹽）。小心滴入稀酸，先有紅色再現，有酸性反應時色又消滅。

2. 螢光黃①(Fluorescein)的製備：



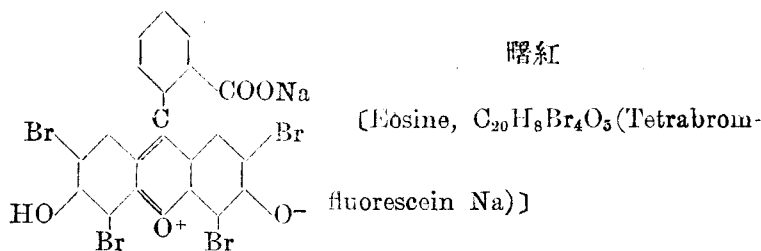
在小乳鉢內將同量的苯二甲酸酐及間苯二酚和大小如豆的氯化鋅研磨。將混和物裝入試管約 2 到 3 cm 高；在本生燈上加熱而不斷轉動到成為均勻的紅色熔化物為止。敲碎試管，在瓷皿上將水及少許苛性鈉溶液傾在熔塊上面，攪拌而後將溶液少許傾入貯水的大玻璃杯容積 3—4 L 中，演示其螢光。

慢慢將螢光黃滴入到螢光達最大限度為止，稍多亦無妨礙。



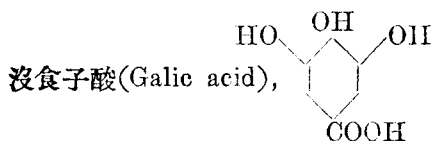
瓶中蒸餾酚酞或螢光黃的紅色鹼性溶液，將少量鋅粉投入，溶液不久就褪色。

① 關於“苯式及醌式”(Benzoid and quinoid form)參考各種有機染料的文獻。



在放在鐵絲網上的 $\frac{1}{2}$ L 容積玻璃杯中將一條絲線用曙紅染色。開始時只投少量染料於杯中，用微火加熱，再用玻桿將絲線往來拉動。——只用少量曙紅可以演示其已足夠使全部染液生色。所染的絲線有美麗的螢光。

三鹽基酸
(Tribasic acids)



用三羥基苯甲酸作試驗

沒食子酸及焦性沒食子酚同為強烈的還原劑。

加少許沒食子酸於銀氨液於玻璃杯或試管中搖盪或小心加熱，溶液幾立即變黑，有銀分出。

沒食子酸的冷溶液加氯化鐵而變黑，蒸發則又變為紅色。加硫酸亞鐵則冷時為藍紫色，加熱時有藍紫色沉澱。

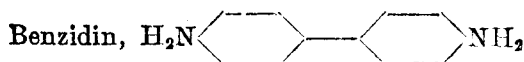
鞣質(單寧)
(Tannin)

用鞣質作試驗

1. 銀氨液的還原。溶解幾 dg 鞣質於半試管水，搖盪而加幾 cc 銀氨液；不須加熱立即有強盛的還原銀沉澱。
2. 加氯化鐵則鞣質的溶液呈暗藍色（墨水）。蒸餾不變其色。純淨硫酸亞鐵最初不着色，經空氣氧化則漸有鐵鹽的黑藍色沉澱。
3. 鞣質被膠液所沉澱。溶解少許明膠於溫水，另將 2 g 鞣質搖盪而溶解於 100 cc 水。合併兩液得白色酪狀的鞣膠。
4. 鞣質的色反應。在玻筒中加草酸鈦鉀（商品）溶液於鞣質的水溶液；強烈之金橙色。鞣質（吐酒石）浸漬的棉線用這試劑處理則呈黃色。

聯苯衍生物 (Diphenyl derivatives)

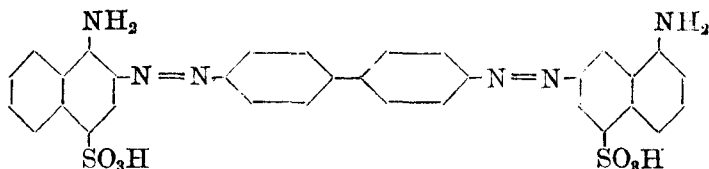
聯苯胺



不容易溶解的聯苯胺硫酸鹽

鹼性聯苯胺溶解於醇，用少許水稀釋(但溶液仍須清澈)，加稀硫酸，不容易溶解於水而容易溶解於醇的硫酸鹽成爲白色絮體分出。

剛果紅(Congo red)的製備



9.2 g 聯苯胺鹼，34 g 煙鹽酸，75 cc 2 n 亞硝酸鹽溶液，100 cc 水在 250 cc 容積的燒瓶中將 9.2 g 聯苯胺鹼加熱溶解於 34 g 純淨煙鹽酸(或溶解 12 g 聯苯胺二鹽酸化物於 24 g 鹽酸)。用玻棒極力攪動而傾入貯有 100 cc 水的 $\frac{1}{2}$ L 容積玻璃杯或玻璃盆中。一部分的聯苯胺成爲微細的針晶分出；液體冷到 15° 時迅速加入 75 cc 二倍當量亞硝酸鈉溶液而用力攪動(見偶氮化合物)。若聯苯胺相當純淨，則得清澈的溶液。這溶液頗爲耐久。

預先溶解 26 g 工業用的萘胺磺酸鈉於 50 cc 水，或有單純的萘胺磺酸可以應用時就用 23 g 的萘胺磺酸溶解於 40 g 的 10% 氫氧

化鈉溶液中 ($\frac{3}{4}$ L 容積玻璃杯)。

慢慢地攪動，將聯苯胺重氮鹽溶液傾入上述的萘胺磺酸鹽溶液中。再慢慢攪動，加碳酸鈉溶液到有鹼性反應為止，以完成其配合。

聯苯胺在重氮化後和兩個重氮基配合，所得的染料可以直接將棉織物染色。

要使其配合完成，最後將玻璃杯放在水鍋上，許久加熱到 60° 。在這鹼性溶液中可以將棉線直接染色，時常將棉線翻轉，玻璃杯放在鐵絲網上，加熱到沸騰。

將棉線沖洗，剪為兩段，一段浸在玻璃杯的無機酸中（鹽酸或硫酸）。棉線染成美麗的藍色。

紅的是鹽的色，藍的為游離磺酸^①的色。用剛果紅所染的紙條可以作無機酸的指示劑。

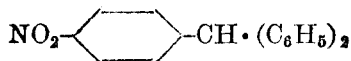
浸在碳酸鈉溶液中則藍又變為紅。

要製備第二種的聯苯胺時可以選擇鄰二甲氧基聯苯胺 (*o*-Dianisidine)，因其易於購買。重氮化方法恰如上述，但秤定微細而乾燥的鹼性染料時須小心，因其能刺激人發生噴嚏。配合用 β -萘酚的 2 Mol. 溶液或容易購買的 1.4 萘酚磺酸，得 Benzazurin G (天青)。

① 關於可能之公式，不能深入。

三苯甲烷 (Triphenylmethane)

用對-硝基三苯甲烷作試驗



溶解對位硝基三苯甲烷^① (幾 dg 已足夠) 於醇 (甚容易溶解), 在玻筒中加幾滴苛性鈉濃溶液。幾秒鐘間有黃色呈現, 15 分鐘內又漸轉為深金橙色。這是為慢慢轉變為苯醌式鹽的一個好例子。

三苯甲醇的鹽

(Salt of triphenylcabinol, $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C} \cdot \text{OH}$)

在試管中用玻棒研磨 1 到 2 dg 純淨三苯甲醇, 加小部分 60% 的過氯酸, 於是物質呈深金橙色。將玻杯放在沸水中幾分鐘則過氯酸鹽又呈褐紅色。可將其迅速吸乾, 塗抹於多孔的陶土版上。將鹽放在乾燥器中, 可以保存甚久, 但在潮濕空氣中則不久就呈白色, 因其又回復為醇^②。

在試管中或表皿上將三苯甲醇用濃硫酸研磨, 則得深紅色的複鹽溶液, 加水則白色的醇分出。

品紅(Fuchsin)及玫紅^③(Para-rosaniline)的製備

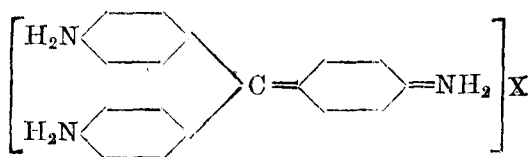
① 不難製備, 各種有機製備的參考書中對其製法都有說明。

② 按照 K. A. Hofmann, Ber. 43, 183 (1910)。

③ Goldberg, Ber. 24, 3553 (1891)。譯本有稱之為薔薇苯胺, 而稱 Rhodamine 為玫瑰紅者, 勿相混。

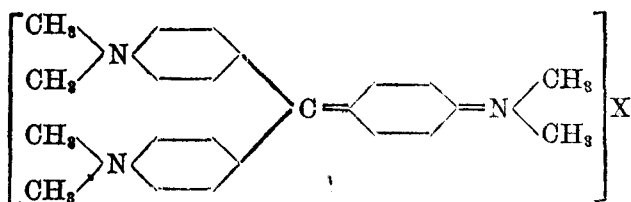
11.7 g 苯胺, 1.6 g 對-甲苯胺, 12 g 氯化汞, 100 cc 醇

苯胺與對-甲苯胺氧化而成 *p*- 玫紅, 與 *p*- 及 *o*- 甲苯胺的混和物氧化則成品紅:



11.7 g 苯胺, 1.6 g *p*- 甲苯胺(過剩苯胺作為溶劑)和 12 g 氯化汞放入 250 cc 容積的燒瓶中溶解, 瓶有軟木塞及上升管(玻管長 70 cm, 內徑 5 到 7 mm), 放在油鍋上, 加熱 $1\frac{1}{2}$ 到 2 小時, 達到 180—200°。約在演講前 1 小時準備。得明顯的紫紅色熔化物。在仍有微溫的瓶中傾入 100 cc 醇, 將溶液在摺疊濾紙上迅速濾過。在這溶液中可以將羊毛或絲線直接染色。

酸對於品紅及晶紫 (Crystal violet) 的作用



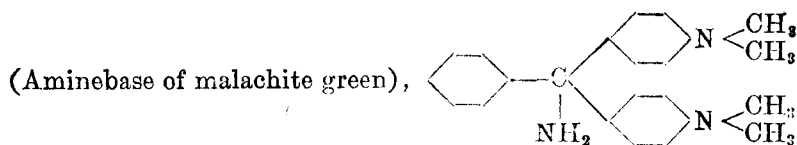
品紅水溶液加濃鹽酸(數量不要太少), 尤其略為加熱時迅速呈黃到紅橙色。這黃橙色的鹽也可以用品紅的晶體製備, 將其放在表皿上用相當數量的濃鹽酸研磨使其恰好成薄漿。於是用多量水調和固態的鹽或黃色的溶液, 得紅藍色的正常品紅鹽溶液, 小心加氨液也可以得到同一結果(黃色鹽是由苯式的二酸鹽或甲醇鹽的構成而來)。晶紫溶液加

濃鹽酸先呈純綠，加多量鹽酸則最終呈黯淡的黃色。在大玻杯中用多量水逐漸稀釋，就得到相反的現象：先呈綠色而後藍色，後一現象在小心加氨液時也可以達到[苯式或甲醇鹽(Carbinol salts)的水分解]。

變化成無色鹼

在小燒瓶或試管中將品紅溶液加微熱而注入濃鹽酸到橙色呈現為止，而後在蒸沸的水鍋上加熱，用小匙分幾次加入鋅粉，每次須待氫氣發生終止後加入。幾分鐘之內得完全無色的品紅無色鹼溶液。用摺疊濾紙濾入玻杯中，一滴一滴地加氯化鐵溶液，到顯明的黃色呈現為止，再加飽和的乙酸钠水溶液，就呈強烈的紅色。無色鹼氧化而成有色鹽。但因品紅的藍紅色略為乙酸鐵的褐紅色所掩蔽，所以用氨液更好，將氨液滴入，到全部氫氧化鐵分出為止。於是任其沉澱，這樣則品紅的正確的藍紅色可以顯見，若氨液太多白色甲醇鹼(Carbinol base) 隨同分出，則加幾滴稀鹽酸。或將其與飽和的四氯對苯醌(Chloranil, 商品)醇溶液加熱，則不久即呈原有的色彩。稍經熟練則此試驗的結果常是可以滿意，而且可以在短時間內完成。

孔雀石綠的胺鹼



溶解 9.6 g 維多利亞綠(不含氯化鋅的孔雀石綠草酸鹽, 商品)於 1 l 水, 將這溶液和 7 g 的 20% 氨液混和, 溶液迅速褪色, 短時間靜置後有非晶體, 幾乎無色的粉分出, 繼續將液體加熱時則粉狀物熔化而結成晶塊。

或將固態的維多利亞綠與過剩的氨液研磨，則得更純淨的產物。

最後也可以將色鹽溶解於三氯甲烷，將強盛而乾燥的氨氣氣流導入液中。於是溶液迅速褪色而有氯化銨分出，濾去氯化銨。略將濾液封閉於真空中而將揮發油加入，於是有很好的產量的鹼結晶現出^①。

用品紅作染色試驗

用品紅可以實施各種試驗以證明染色與化學變化的關係。

在鐵絲網上放 1 L 容積的燒瓶，用鐵架及鐵夾固定。將 0.1 g 化學純淨的品紅（鹽酸化玫紅或 *p*- 玫紅）投入，加 400 cc 水。待到染料完全溶解後加熱而後加 15 cc 氨液，短時間加熱後溶液呈亮紅色。瓶塞上插本生活門以防空氣的侵入。

冷卻後溶液完全無色；為節省時間起見，在演講前的短時間內製備。於是懸毛線，或更好則絲線，在液中，再將燒瓶封閉，幾分鐘後取出，則線已染鮮艷的色，而溶液自身仍是無色的。即使甲醇鹼溶液不是完全無色的，而物料所染的色總比溶液的色還強，這是試驗所充分表示的。

無色溶液中含甲醇鹼。此種現象沒有別的，只能解釋做無色的玫紅鹼和纖維成爲化合物，此化合物性質和玫紅的鹽沒有分別，其色也就是鹽的色。纖維在這化合物中處於酸的地位^②。

這試驗也可以用來演示品紅的無色甲醇鹼。這裏可以用略濃的染料溶液，加相當濃聚的苛性鈉溶液，在有本生活門封閉的燒瓶中，放在水鍋或鐵絲網上（Babo 漏斗亦可），加熱到將近或完全無色爲止。於是觀察其甲醇鹼成爲白色或微弱的紅色絮團分出。將一部分的液體連同懸散的沉澱物傾入玻筒中，用稀鹽酸注入，到染料鹽的藍紅色重新

① Villiger 及 Kopetschin, Ber. 45, 2910 (1912).

② 根據 R. Nietzki, Chemie der organischen Farbstoffe, 第五版, 4 頁 (1906).

呈現爲止。這試驗用品紫亦可以得到好結果。

用苯胺藍或鹼藍染色
(Alkali or Aniline-blue)

三苯玫紅苯胺磺酸
(Sulfonic acid of Triphenylrosaniline)

鹼藍染料^①的特點是其鈉鹽，幾乎無色，但和其他磺酸不同，可以從弱鹼性的溶液中在羊毛或絲的纖維上固定。染液中含有染料的鈉鹽及少許碳酸鈉，將羊毛線投入，在 $\frac{1}{2}$ 小時內加熱到沸騰，任其冷卻，冷水沖洗（也可以在演講前進行）。羊毛幾乎無色，且若稀釋程度能夠恰到好處，竟然可以呈白色。於是分絨線爲兩半，浸其一半於稀硫酸中，有美麗而純潔的藍色染料，出人意外而顯現於纖維上面（甚爲純粹而堅固的染色）。

用三苯甲基作試驗
[Triphenylmethyl, $(C_6H_5)_3C$]

3 g 三苯一氯甲烷^② (Triphenylchloromethane, 須十分純淨), 冷溶解於 35 到 40 cc 純淨無色的苯, 恰好裝滿一玻璃筒或有塞的玻璃瓶, 用木塞或玻塞封閉。於是加 8 g 鋅粉(鋅屑亦可, 但需時稍久), 透液接

① 商品. 苯胺藍的公式: $\left[\begin{array}{l} C_6H_5NHC_6H_4 \\ C_6H_5NHC_6H_4 \end{array} \right] C \equiv C_6H_4 = NHC_6H_5] Cl$

鹼藍的公式: $\begin{array}{l} C_6H_5NHC_6H_4 \\ C_6H_5NHC_6H_4 \end{array} \left[\begin{array}{l} C - C_6H_4NHC_6H_4SO_3Na \\ | \\ OH \end{array} \right.$

② 製法: Gattermann-Wieland, *Prax. d. org. Chemikers*, 317 頁, 1927; Orthner-Reichel, *org.-chem. Prakt.* 1929, 187 頁; Henle, *Anleitung f. d. org.-chem. Praktikum*, 1927, 205 頁。

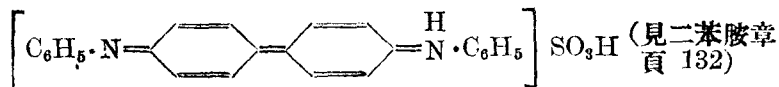
盪。看鋅粉的性質如何，若干時後液體開始呈黃色，最終成美麗火橙色（三苯甲基的構成）。這試驗可以在演講時進行，但最好在前一日先製備用的溶液。將幾 cc 橙黃色溶液傾入小玻筒或試管中，加等量苯用力搖盪。可以觀察其色的迅速消滅而成無色溶液（三苯甲基氧化而成無色過氧化物），但不久又即回復其黃色，而色的轉變可以幾次搖盪而反覆變化。試驗宜於用稀液，液太濃則結果不甚好（三苯甲基與六苯乙烷平衡的擾亂及回復）。其餘溶液濾去鋅粉在空氣中搖盪後，放在表皿上揮發，有白色的三苯甲基過氧化物結晶而出。

黃色溶液和用醇稀釋的碘液混和，得到無色溶液（三苯碘甲烷的構成）。

游離基的證明：二苯氮

在試管中將 0.5 g 四苯肼^①加 5 cc 二甲苯(Xylene)在微火上加熱。先前無色的溶液未達沸點即呈橄欖綠色。這是游離基，二苯氮的色。

用一刀尖的四苯肼加濃硫酸，先有美麗紅色，短時間靜置後呈藍紫色。這和二苯胺及硝酸所成的是同一染料：



^① 製法：Gattermann-Wieland, 1928, 338 頁；Wieland, Ann. 311, 200, 206 (1911).

萘

(Naphthaleno, $C_{10}H_8$)

萘胺的反應

α -萘胺及氯化鐵。用鹽酸化 α -萘胺的飽和冷溶液，或少許 α -萘胺蒸發而溶解於稀鹽酸，令其冷卻，將其分出的鹽搖盪而溶解於冷水中。將溶液傾入玻璃杯，加 20% 的氯化鐵溶液。液體迅速，惟非頃刻，呈深藍色。再加氯化鐵液則有純藍色的沉澱（羥基萘胺）。

α -萘胺及亞硝酸。溶少許 α -萘胺於稀醇加微量冰醋酸而後將亞硝酸鈉水溶液滴入。溶液呈黃色。於是加稀鹽酸，呈紅到紫色。

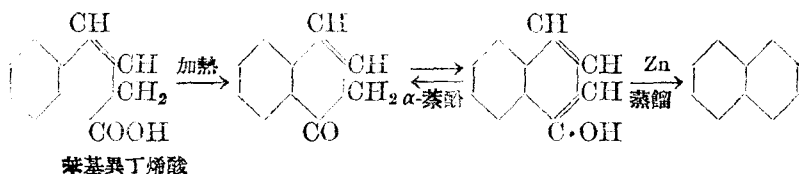
β -萘胺不生這反應。

α -萘胺鹽酸化物用過剩亞硝酸鹽在室溫下重氮化使其和 β -萘酚配合，有染料分出可以染羊毛，是美麗的酒紅 (Bordeux)。和 β -萘胺配合則成顏色較暗的染料。

萘酚的反應

α -萘酚及氯化鐵。1 g α -萘酚蒸發而溶解於 20 cc 水及 10 cc 醇，將氯化鐵溶液傾入蒸發的液中。有紫藍色絮團的二萘酚 (Dinaphthol) 分出。

由 3-苯基- γ -丁內酯-2-羧酸製備 α -萘酚的合成法
(Synthesis of α -Naphthol from Phenylparaconic acid)



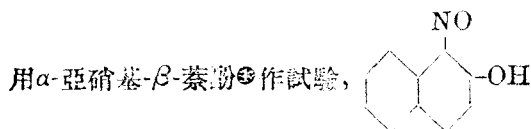
在試管中將 1 或 2 g 3-苯基-γ-丁內酯-2-羧酸用直接火燄小心加熱，酸就熔化，有二氧化碳分裂，3-苯基-γ-丁內酯-2-羧酸變成苯基異丁烯酸，繼續加熱則丁苯基異烯酸失去一分子水而成 α-萘酚。加熱時間要能使物質輕微沸騰約一分鐘之久。分明覺察 α-萘酚之特別氣味時就不管全部的酸是否都化成酚而立即停止加熱。要迅速證明萘酚的存在就將所得產物轉變為偶氮染料。

迅速將苯胺磺酸重氮化，可以在試管中進行。將苯胺磺酸鈉及少許亞硝酸鹽的水溶液加稀鹽酸，勿須顧慮就將小冰塊投入。這時另一試管的熔化物已冷卻，用極稀氫氧化鈉溶液溶解，必要時迅速將未溶解的物質用摺疊濾紙濾去。將重氮化苯胺磺酸加於濾液，到強烈紅色呈現為止。將溶液用稀酸弱酸性化後將絨線或絲線投入溶液中，並將玻璃杯放在水鍋上加熱使其染色。全部試驗一直到染色可以在幾分鐘內完成。

α-萘酚的其他反應。在其水醇的溶液中加漂白粉溶液：呈綠色，多加次氯酸化物則呈藍色（自熱）。在飽和的 α-萘酚醇溶液中加少許苦味酸醇液，不久（玻璃磨擦）就有橙紅色的苦味酸化合物成針晶分出。

β-萘酚。對於氯化鐵及漂白粉都不呈特著反應，前者使其呈濁綠，後者使其呈弱黃色。α-與 β-萘酚的區別如下：在試管中溶解少許 β-萘酚於 10% 的氫氧化鈉溶液，加幾 cc 三氯甲烷，小心加熱到 50°，先呈藍色，搖盪更明顯，漸呈綠色而後褐色。

① 不難按 Fittig-Jayne 法製備且產量多。Ann. 256, 63.



少許黃褐色粉狀 α -亞硝基- β -萘酚 (商品) 加 10% 的氫氧化鈉溶液搖盪，10 到 20 秒鐘之間其色變綠而製品無須溶解。綠是鹽的色度，加鹽酸又再成黃褐色。

染坊中用亞硝基萘酚在羊毛的鐵媒染劑上染色。將浸濕的毛織物 (5 或 10 g) 放在染盆中，盆中有所需要的數量的水及 5% 硫酸亞鐵與 2% 草酸 (按羊毛重量計算)，好好攪動並慢慢加熱到沸騰。若有充分的媒染劑附着在上面，則織物經 10 分鐘在含有碳酸鈉^② 的溫水中拉動已夠定色。羊毛上先有氫氧化亞鐵及鹼性鹽分出，在空氣中氧化成氫氧化鐵或鹼性鐵鹽而被羊毛所吸收^③。少許亞硝基萘酚先用醇調和成糊，於是懸解於水而將浸有媒染劑的羊毛染色，美麗綠色。

① P. Ruggli, Prakt. d. Färberei u. Farbstoff analyse f. Studierende, Mün. 1925.

② 微量。

③ 羊毛在演講前預先製好。

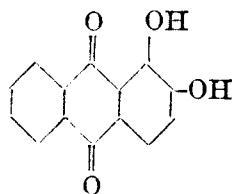
蔥

Anthracene,

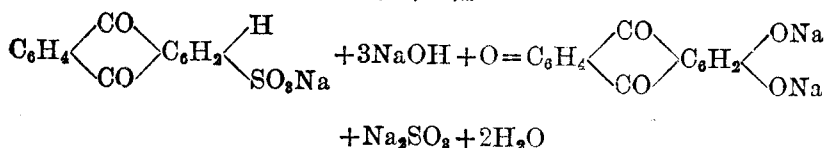


茜 素

Alizarine, C₁₄H₆O₂,



茜素的製備^①



小量的茜素熔化物可以在試管中試驗。用少許茜醌磺酸鈉(最好是乾燥的,商品的漿須預先乾燥)在試管中和少許粗粉狀苛性鉀及幾粒鉻酸鉀混和。在火燄上加熱而不斷將其轉動,到成爲均勻而美麗的紫色熔化物爲止(茜素的鈉鹽)。

任其冷卻,溶解於水,將溶液傾在瓷皿上。用稀鹽酸或硫酸弱酸化而加少許乙酸鈉(固態或溶液),使溶液帶弱醋酸的酸性。將鋁媒染的棉布條(可由較大的染坊購買),投溶液中染色:將瓷皿放在三腳架上加熱到溶液蒸沸。可能時先將布料預先處理:浸在土耳其紅油許久,壓榨,濕時染色。鋁印部分染成美麗的紅色,而鐵媒染劑,若也印在同一的棉布

① Graebe 及 Liebermann, Ann. d. Chemie, 160, 144 (1869).

上，則染成黑紫色。

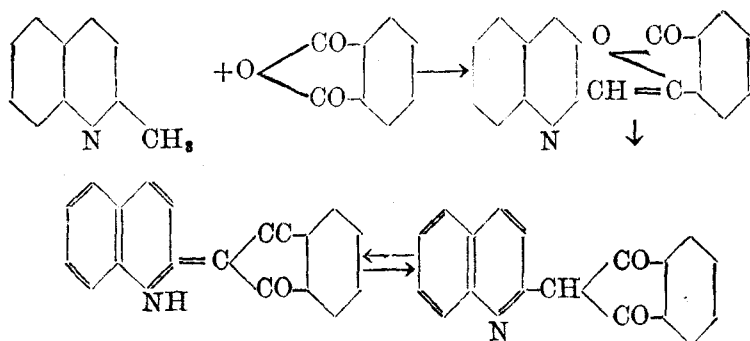
蒽醌的還原

(Reduction of Anthraquinone)

一刀尖的蒽醌(商品)在試管中用玻棒與鋅粉及氫氧化鈉稀液研磨而略加熱。不久即呈覆盆子紅，可以用水稀釋而傾入玻筒中，加稀鹽酸則有黃色的蒽醌分出(紅色氫化蒽醌鈉鹽 Sodium salt of anthrahydroquinone 的構成)。

由甲基喹啉得喹啉黃

(Quinoline-yellow from Quinaldine)



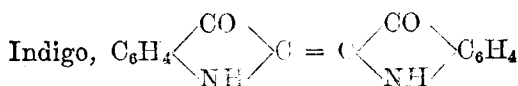
1 到 2 cc 甲喹啉^① 和等量或過剩苯二甲酸酐及一小塊熔化的氯化鋅在試管或小燒瓶中小心加熱，到成為濃厚的暗紅色熔化物為止。待其冷卻，用醇蒸餾，將溶液傾入玻杯，加水使渾濁，在水鍋上將毛線染色；得純黃色。全部試驗可以在幾分鐘內完成。若要製備染料則須一小時，用大量的試品及同一方法，但須將小燒瓶放在沙鍋上或空氣鍋中加熱，45 分鐘後，未完全冷卻時用醇攪拌^②。

① 商品。

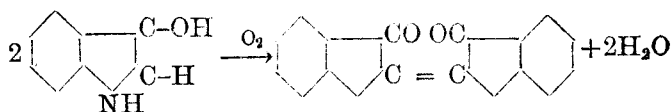
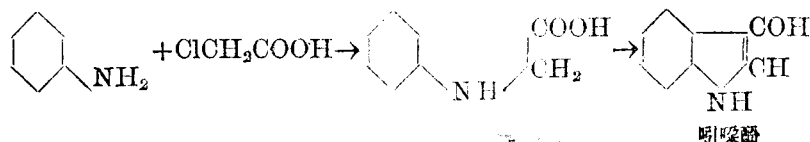
② Möhlau-Bucherer, Farbenchemisches Praktikum, 1926, 280 頁。

吲哚類
(Indol group)

靛 藍



1. 由苯氨基乙酸 (Phenylglycine) 製靛藍^①: 3g 苯氨基乙酸, 5g 苛性鉀。



在大玻管中用玻璃棒將 2g 苯氨基乙酸和 5g 粗粉狀的苛性鉀混和。試管用木塞封閉，木塞有一孔插玻璃管，管的上端略尖。用夾子夾住玻璃管，將其所裝的物質加熱，隨時將管轉動，到有勻整的橙紅色熔化物構成爲止。將管的上端熔封，防備冷卻時有空氣侵入吲哚酚，於是將試管傳觀。用水將熔化物淘出而傾在白瓷皿上，溶液立即呈藍色，而靛藍成爲藍色的絮團分出。吹入空氣可以促其氧化。

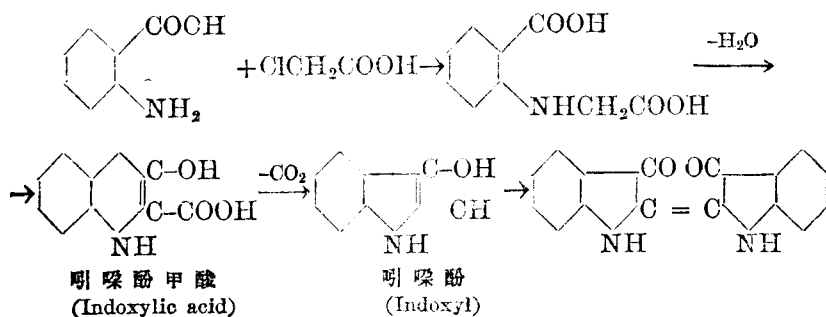
若要自製苯氨基乙酸則進行如下：

18.6g 苯胺，20g 氯乙酸，21.5g 乾燥碳酸鈉及 200cc 水，

① Heumann, Ber. 23, 3043 (1890).

裝置迴流冷凝器，蒸餾 2 到 3 小時。逐漸有結晶塊分出；任其冷卻，吸乾，用熱水使其重結晶。細小、白色的星形結合的針晶分出，其熔點是 128° 。產量 15 g。

2. 由苯氨基乙酸隣羧酸^① (Phenylglycino-*o*-carboxylic acid) 製靛藍：



苯氨基乙酸隣羧酸的熔化物可以由相同的方法用苛性鉀做成。兩試驗先後繼續而行，也可以顯見這酸的熔化比苯氨基乙酸迅速而容易，而且得到更美麗的火紅色熔化物。

若要自製苯氨基乙酸隣羧酸則進行如下^②：

6.8 g 隣-氨基苯甲酸和 5.7 g 氯乙酸及 8.5 g 純淨的乾燥碳酸鈉溶解於 50 cc 水，用迴流冷凝器蒸餾幾小時，冷後用鹽酸酸性化，第二日將結晶的苯氨基乙酸隣羧酸吸乾，用水重結晶，其熔點是 207° ，熔化時分解。

3. 由隣硝基苯甲醛及丙酮製備靛藍^③：

① Heumann, Ber. 32, 2431 (1899).

② Henle, Anleit. f. d. org.-chem. Prakt. 1927, 92 頁。Orthner-Reichel, org.-chem. Prakt. 1929, 181. 頁。

③ Baeyer 及 Drewsen, Ber. 15, 2860 (1882). *

3 g 磷硝基苯甲醛(可用工業品)溶解於 40 cc 丙酮而後加 25 cc 水,溶液須清澈。將氫氧化鈉稀液滴入(試驗用玻筒)。注意其注入的液滴先呈黃色,迅速成爲橙色的紋(第一縮合物,磷硝苯基乳醯甲酮*的構成),但不久,尤其鹼液不甚稀釋時又變爲綠色而後藍色,於是逐漸有古銅色閃光的純靛(Indigotin)分出。

商業上久有印花用的“靛鹽”(這是上面所述的醌的亞硫酸氫鈉化合物,容易溶解於水)。若用這鹽和幾滴濃膠或糊漿混和,用玻棒或筆蘸抹,將公式或姓名等寫在棉布上,所寫的隱約不見。迅速乾後,將棉布慢慢由 15% 的氫氧化鈉稀溶液中拉出,則所寫的呈深藍色。假如能用小模印機,將靛鹽模印於棉布上則更妙。

由苯氨基丙二酸酯得靛藍^①

(Indigo from Anilidomalonic ester)

在試管中將少許苯氨基丙二酸酯在直接火燄上加熱,有明顯的反應可以覺察,醇的蒸氣逃出。小心繼續加熱,到熔化物呈暗紅色爲止,任其冷卻。於是將所成的吲哚酚甲酸酯(Indoxylic acid ester)用 10% 氫氧化鈉稀溶液蒸餾,使其發生水分解,迅速成爲暗藍綠色的溶液,將其傾在白瓷皿上,靛藍成絮團分出。

用靛藍染色

1. 甕染(Vat-dye)

a. 硫酸鹽甕染 (Vitriol-vat)。這最古的甕染法實施時用大玻璃(濾缸),其容積是 3 到 4 L。至少在演講前 24 小時,或最好在兩日之前,預備染液如下:杯中放 20 g 靛藍及 25 g,可能範圍內細研(乳鉢)

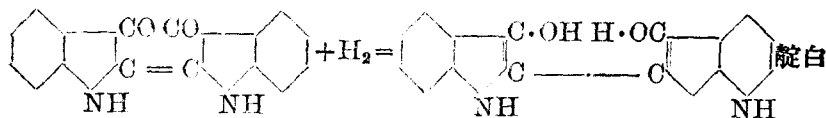
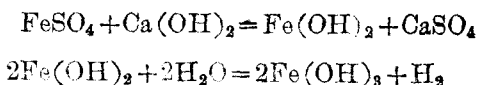
① R. Blank, Ber. 31, 1816 (1898); 35, 511 (1902).

的乾燥生石灰，加 3 L 水，用粗玻璃棒極力攪動，到靛藍完全潮解為止。

試驗最好用合成靛藍，因其比天然靛純而細。

溶解 30 g 結晶硫酸鐵於 500 cc 水，以速為妙，傾在於靛溶液中。用力攪動，杯用木板或紙板掩蓋，任其靜置而常時攪動。24 小時後則沉底物上面的溶液呈美麗的橄欖褐色，這是靛白的色。

鐵鹽的還原作用有如下列的方程式所表示：



進行試驗時用長方形的木框，長 30 cm，其寬恰足使其伸入器中，用圖釘將棉布張在框上，浸在染液中，稍待而後取出，懸在鐵架上，任剩餘的靛液滴回染液中。這時可以向聽衆聲明布料的色先是橄欖綠，放在空氣中纔漸變成藍色（靛白氧化而成靛藍）。

於是從框上取下布料，沖洗而後將其懸掛。

用另一布料重覆試驗，幾次浸入染液中，每次浸入後，取出任靛白在空氣中氧化：“綠化”，如是可演示其於幾次浸入及幾次氧化之後所成之藍色更強。

b. 鋅粉鑿染 (Zinc-dust-vat)。用寬而長的玻管（熔化鎂的燃燒管最適用）製成一噴瓶^①。管中裝了 0.2 g 靛粉，30 到 50 cc 水及 1 cc 30% 的氫氧化鈉溶液。將鋅粉勻分兩部分加入，幾次搖盪。任其靜置於溫暖的地點，2 到 3 小時後液體已呈染液的橄欖褐色，可以應用。張在木架的棉布上，用噴瓶噴灑任何字體，任其在空氣中“綠化”。而後用水

① Prof. F. Fichter (Basel) 所設計的。

冲洗。

c. 低亞硫酸鹽染^① (Hydrosulfite-vat)。在 200 cc 容積玻璃杯中秤定 2 g 澱粉，用玻璃桿將其和 1 cc 醇研磨；加 100 cc 水，再攪動而加 2 g 粉狀低亞硫酸鈉。幾分鐘後加 3 cc 的 38 Bé (比重 = 1.357) 氫氧化鈉溶液。

將棉線懸掛在 U-形玻璃桿上，完全浸入液中，將玻璃杯放在水鍋上慢慢加熱到 60°。常將棉線牽轉。一刻鐘後取出沖洗。

2. 羊毛上的靛磺酸染色

(Dying with Indigosulfonic Acid on Wool)

在 100 cc 容積的圓錐形瓶中將 15 cc 純淨濃硫酸傾在 1 g 靛藍上。在蒸沸水鍋上加熱一小時而時常將其傾轉。再將藍色的靛磺酸溶液傾入 1 $\frac{1}{2}$ L 容積的燒瓶，瓶中裝 1 L 水 (以上在演講前預備)。將 $\frac{2}{3}$ 溶液傾入 1 L 容積的玻璃杯中，放在蒸沸水鍋上，將預先用水浸濕的絨線 (約 5 g) 投入，用玻璃桿時常將線往來拉動。一刻鐘後已經可以將染成藍色的毛線沖洗。

脫氫靛^② (Dehydro-indigo) 的製備

10 g 微細澱粉 (普通的合成靛藍是甚細的粉可以直接應用)，投入 2 L 容積的燒瓶，瓶中貯 1 L 苯。加 50 g 氧化鉛及 10 g 粉狀無水氯化鈣。在水鍋上加熱，無須迴流冷凝器，到輕微沸騰，在 10 分鐘內不斷搖盪而加入用同容積苯稀釋的 5 g 冰醋酸。幾分鐘後藍色懸液成爲褐紅色溶液，8 到 10 分鐘後反應終止而靛藍完全溶解。用摺疊濾紙濾過，分配濾液在兩玻璃筒中。其一用 2 到 3 份苯稀釋，使脫氫靛溶液的

① 工業上最重要的染劑。

② Kalb., Ber. 42, 3649 (1909).

美麗紅色更顯，其他加 5 g 氯化亞錫溶於同量濃硫酸的溶液而加以搖盪，溶液迅速呈藍色而有藍色的靛藍絮團分出。更好則用幾小部分的氯化苯醌加入搖盪，到溶液呈純藍色為止（靛被過氧化鉛氧化成脫氫靛而又還原成靛）。若苯在適當時間加熱則全部試驗一刻鐘內可畢。

吡啶英藍還原為沙甫丹林(番紅)
(Indoin-blue reduced to safranin)

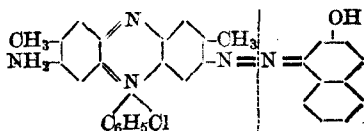
30 cc $\frac{1}{2}$ % 吡啶英藍^①，番紅-偶氮- β 萘酚氯化物的溶液（熱液更好，但冷液也可以用）傾入玻筒中，加 30 cc 的 10% 乙酸及一刀尖的鋅粉。幾秒鐘內偶氮基分裂而藍色轉變為沙甫丹林的紫地紅色。 $\frac{1}{2}$ 分鐘後則溶液於傾轉之下成為無色的，或因鋅粉懸於其中而呈灰色；於是還原而成無色沙甫丹林(Leuco-safranin)。

不管其鋅粉的存在，試將少許溶液傾在濾紙上，幾秒鐘內濾紙有紫地紅色；這時無色沙甫丹林在空氣中又氧化成沙甫丹林。

主要部分的溶液用摺疊濾紙濾入另一玻筒中，於是濾紙及濾液也都開始呈紅色。加 1 到 2 滴的 3% 過氧化氫（不要多於此量！）則迅速可達色的完全強度。

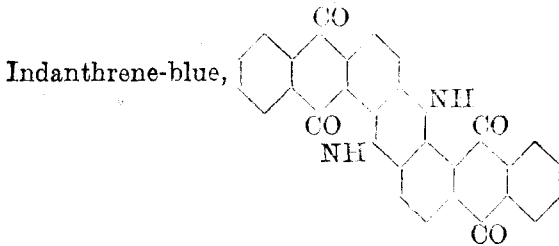
用鹼性染料作變染

① “粉狀吡啶英藍”在 Basel 的 Geigy 廠稱為 Indoin-blue R, Indon-blue, Janus-blue; 而 I. G. 廠則稱之為 Diazine-blue, 可以訂購。吡啶英藍還原分裂為沙甫丹林及氨基萘酚，沙甫丹林又還原為無色沙甫丹林。這試驗是 Prof. P. Ruggli (Basel) 所示。



根據 H. Wieland^①, 溶解 1 g 晶紫於 200 cc 熱水, 冷後使其慢慢注入 1.4 g 低亞硫酸鈉溶解於 16 cc 當量苛性鈉的溶液。傾轉之下逐漸成無色溶液, 其中含有亞磺酸及其鈉鹽的無色化合物。必要時可以再加微量的低亞硫酸鹽。就用這溶液將棉線或棉布浸濕, 絞乾, 於是往空氣中又回復其色。

陰丹士林藍



粗粉狀苛性鉀在試管中用兩滴水潤濕, 加一匙尖硝酸鉀, 最後加 1 到 2 dg 的 2-氨基蒽醌^②。在本生燈上小心熔化幾分鐘, 到成了深藍色的熔化物為止, 將熱試管放在水盆中, 試管炸裂(小心!); 熔化物溶解而呈深紫色。靜置則染料逐漸分出。利用低亞硫酸鈉可以將其作藍染^③。

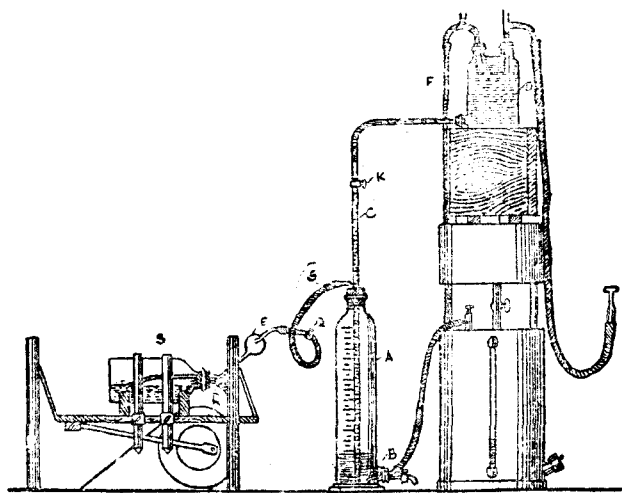
① Ber. 52, 880 (1919); D. R. P. Nr. 308298

② 商品。

③ 參考: Möhlau-Bucherer, Farbenchemisches Praktikum, 1926, 302 頁。

有鎳催化的氫化法^①

試驗布置如第三十圖。A 是貯瓶兼量瓶，氫氣由鋼筒或貯氣筒出來須先經淨洗，三個貯高錳酸鉀液的洗氣瓶已夠用。氫氣由量瓶底部的短頸 B 上的一個導管導入量瓶，瓶中預先用水裝滿，B 的第二管活門先時開放，使排斥的水可以流去；導入的氣量須使兩管都被水所淹沒。於是將貯氣筒或鋼筒的活門關閉，先將量瓶用 15° 的水校準，在其上面貼標度，使 5 cc 以內的容積還可以讀得，其內容約計 2.5 L。量瓶所

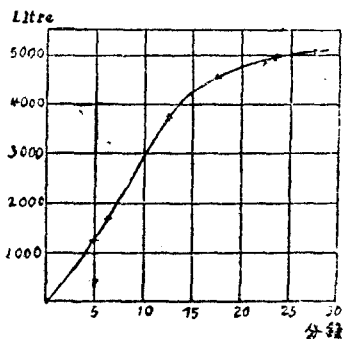


第三十圖 氫化法

① 催化的氫化法日形重要，不但在科學試驗室中這樣，就在重工業方面其應用亦越來越繁，所以在演講時不得不加以考慮。但 Sabatier 及 Senderens 方法在演講試驗不大適用，因為不但用去的氫氣數量無從觀察，而氫化的產物亦不易加以證明。所以演講時只須將其氫化的設備等用圖畫指示就足夠。反之，本書所述的鎳與氫在溶液中的催化氫化法極適合於演示之用，特為詳述。

貯的水由兩頸瓶 *D*，經活門 *C* 流下，兩頸瓶的地位約高於量瓶 80 cm。兩頸瓶上有溢流管 *E*，使過剩的水可以由活門自己流入水槽。作為搖瓶的是尋常的貯瓶，口略寬，其容積隨需要而定，約為 1 到 2 L。搖瓶用兩孔的橡皮塞封閉，塞須預先用水及醇蒸餾並洗濯。其一孔插短玻管 *B*，管的一端僅達瓶塞下面，外面的一端用橡皮管接連，橡皮管上有強固的夾閉活門。瓶塞的第二孔插較長的玻管深達瓶底，內端略彎，外端熔接於 Reitmeyer 球管 *F*，以防搖盪時溶液濺入橡皮管 *G*。

搖瓶中先將被還原的溶液裝入，裝入物的容積不得超過瓶之 $\frac{1}{3}$ 容積。於是導碳酸氣入瓶，完全排斥空氣，而後在碳酸氣的氛圍中將催化劑裝入，直接從製備催化劑的管用紙或金屬所製的漏斗撒入瓶中，同時須導碳酸氣於漏斗上面，因為所得的催化劑常含易燃物質，不宜與空氣接觸。裝畢將瓶塞及其兩管裝上，用長橡皮管 *G* 將 *B* 管和量瓶聯接，橡皮管上有強固的夾閉活門 *Q* 封堵。將活門 *K* 開放，則水流入量瓶，搖瓶中的碳酸氣於是被氫氣所排斥，這時仍任 *Q* 及 *R* 的活門開放，導入的氫氣可以略多於搖瓶的容積，於是將 *R* 封閉。催化劑的裝入，碳酸氣的排斥，儀器的安頓等都要在演講前進行。一切準備就緒及量瓶用水裝滿後，先將活門 *K* 開放而等待到量瓶 *A* 中壓力的平衡已成。於是將前此關閉的活門 *Q* 開放，並使搖動機開始動作（任何搖動機，便利，安全，搖瓶可以橫置而固定在其上面的，都可以用）。於是隨時觀察，將見搖瓶略有反壓力存在，因而 *A* 中的水略為壓下，但在氫氣被吸收之後就迅速上升。若用不受作用的染料將水染色，則這現象更可瞭然，就是距離稍遠的觀



第三十一圖 甲苯丙酮氫化之曲線

衆也可以看到。

最適合於這演講試驗之用的是若干種的不飽和酮，因其氫化非常迅速，例如苯亞甲基丙酮(Benzalacetone, 甚易製備), 4-甲基戊烯-[3]-酮 =2 (Mesityloxiide), 環烷族的葛縷子酮(Carvene)及其他, 以及硝基苯及其他硝基化合物。這裏可以用苯亞甲基丙酮^① 爲例。30 g 酮溶解於 100 cc 醇及 20 cc 水, 用 35 g 鎳催化劑^② 搖盪。曲線圖(第三十一圖)所示氫化的進行甚爲明顯。5 分鐘之後已經有 1,750 cc, 24 分鐘後已經有計算的數量, 即 4,922 cc, 的氫氣被吸收。由此亦可見這試驗之不難在演講的範圍內進行。量瓶 A 有水裝滿時, 將 K 與 Q 的活門封閉, 隨即再將氫氣導入, 同時使搖動機繼續動作。於是 B 封閉而 K 與 Q 開放, 其結果則量瓶的水常因而迅速上升, 因爲這時搖瓶中有真空形成的緣故。

假如要將氫化產物加工製作, 作爲下次講演時傳觀之用, 則將活門 Q 關閉, 活門 B 開放, 以使壓力平衡。搖瓶中物質用乙醚搖盪, 提去乙醚, 在氯化鈣上乾燥。蒸去乙醚後最好將剩餘物作減壓的蒸餾。於 10 mm 壓力下的沸點是: 109 到 112°, 於大氣壓力下其沸點是 235°。

① 製法: Henle, Anteiung f. d. organ.-chem. Praktikum, 1927, 186 頁。

② 關於鎳催化劑之製備見: Helv. 1, 453 (1918); Ber. 49, 55 (1916)

索 引

甲		乙醇檢定	D 27
甲燒	M 1, 2, 4, 47	乙醚	E { 33, 35, 37, 42, 45, 47, 48, 55, 72, 77, 88, 112, 128, 147, 148, 181, 171, 200
甲碘	M 22, 23, 27	乙醚燃燒	C 34, 37
甲草	M { 22, 45, 38, 64, 50, 51, 53	乙醚暴發	E 35
甲醇鹼	C 182, 183	乙醚	A 54, 55
甲醇鹽	C 182	乙醚化銀	A 55
甲酯	F 50, 144, 164	乙醚(醋酸)	A { 5, 64, 66, 70, 72, 103, 105, 110, 116, 117, 131, 151, 152
甲酸	F 62, 63, 94, 109	乙醚, 冰	G { 49, 60, 64, 71, 72, 113, 115, 156, 169, 186, 195
甲酸鉀	P 63	乙酸鈉	S { 1, 5, 71, 87, 119, 135, 143, 144, 168, 182, 189
甲酸鹽	F 63	乙酸鉀	P 127, 152
甲酸	M 42	乙酸銅	C 24
甲苯	T 120	乙酸鈣	C 102
甲苯胺	T 181	乙酸鎂	F 66
甲苯二胺	T 151	乙酸汞	M 165
甲苯磺醯脲脂肪酸	T 53	乙酸亞汞	M 165
甲基噻琳	Q 190	乙酸乙酯	E 71
甲氧基酚	158	乙酸聯苯胺	B 76
(苯二酚甲醚)	G 177	乙酐	A 73
β 甲 β 羥苯丙酸酯	M 171	乙酐氯(氯化乙酐)	A 72
甲基桂皮酸酯	M 171	乙酐溴(溴化乙酐)	A 112
甲基丁酯	I 55	乙酐丙酮	A 82
甲基黑椒酚	M 165	乙酐苯胺	A 73
甲烯藍	M 32, 148, 153	乙酐纖維	A 115
乙		乙酐化合物	A 73
乙酸	E 4, 45, 47	乙酐溴麥芽糖	A 111
乙醚	E 0, 7, 9, 22, 28	乙基硫酸	E 33
乙炔	A { 10, 11, 12, 14, 121	乙二醇	G 78
乙炔化銅	C 12, 69, 121	乙二酸(草酸)	O { 62, 70, 95, 101, 102
乙炔	E 19	乙二酸鈉	A 101
乙炔	E 20	乙二酸鉀	P 102
乙醇(酒精)	E { 7, 19, 21, 24, 27, 33, 38, 53, 54, 84, 71, 85, 99, 127, 152	乙二酸鈣	C 102
乙醇鈉	S 28		

乙二酸銀 S 101
 乙二酸鈉 S 102
 乙二酸鈉鉀 T 177
 乙二酸鉀亞鐵 F 102
 乙二酸一羧乙酯 O 87
 乙二醛 G 162
 乙二醛亞硫酸鈉 G 87

丙

丙烯 P 164
 丙烯羧 A 57
 丙醇, 異 I 52
 丙酮 A { 58, 60, 64, 115, 192
 丙酮肟 A 59
 丙酮酸 P 83
 丙酮縮銀脲 A 59
 丙酮蔗糖醇 P 36
 丙二酸 M 102
 丙二酸二乙酯 M 102
 丙三醇(甘油) G 62

丁

丁酸 B 66
 丁酸鈣 O 66
 丁烯醇 O 70
 丁酮酸 A 86
 丁酮酸鈉 S 84
 丁酮酸鉀 P 86
 丁酮酸乙酯 A 83
 丁酮酸乙酯鈉 S 84
 丁二酸鈉 S 103
 丁二羧二酸 T 108
 丁香油精 E 165

戊

戊醇 A 77

庚

庚醯 O 53

子

孔雀石綠 M 108

孔雀石綠草酸鹽 } V 182
 (維多利亞綠)
 乳酸 L 79
 乳酸鈣 Z 79
 乳糖 C 79
 乳糖 M 111
 乳狀液體 E 123

酉

醇 A 27
 醇式 E 85
 醇酸 H 79
 醇油 F 31
 羧 A 50
 羧族 A 53
 羧脂 A 55
 耐 K 53
 耐式 K 85
 酮酸 K 83
 酮肟 K 59
 酮烯醇式 K 59
 酮族分解 K 86
 酮亞硫酸鈉 K 193
 酸 A 32
 酸式 A 124
 酸衍生物 A 71
 酸性亞硫酸鈉 S { 13, 52, 55, 58, 107
 酸酐 A 73
 酯 E 33, 71
 酯鹵 A 72
 醇酐 P 114
 醇酸(見乙酸) A
 醱母 Y 30
 醇化 F 50
 醱類 C 109
 醱偶 C 177, 139, 140, 186
 醱式 Q 156, 175, 180

一

一鹵化合物 M 19
 一氯乙烷 M 19
 一氯化汞 M 30
 一溴乙烷 M 20
 一碘甲烷 M 22
 一氯化碳 C 7

一硫化碳	C	91
一鹽基酸	M	174
二		
二鹵化合物	D	22
二氯乙烯	F	22
二氯化碘苯	P	125
二溴乙烯	E	10
二氧化氮	N	22
二氧化碘苯	I	125
二硝基苯	D	123
二硝基苯	D	127
二硝基甲苯	D	131
二亞硝基間苯二酚	D	159
二羥基二氧化苯醌	R	162
二價酸	D	101
二鹽基酸	D	174
二爾	D	82
二胺	D	151
二氨基吩嗪	D	151
二苯胺	D	132
二苯氮	F	185
二苯硫脲	T	132
二萘胺	D	186
二萘酚	D	186
二甲苯	X	185
二甲代苯胺	D	147
二甲代對苯二胺	D	153
二甲一烯辛醌	C	55
二甲氧基聯苯胺	D	142
二甲氨基苯甲醌縮丙酮	D	169
二甲氧基聯苯胺鹽酸衍生物	D	142
二甲二氮苯駢二氮一烯陸圍偶氮β萘酚(引架英藍)	I	151
二乙鋅	D	43
二乙胺	D	42
二乙亞硝基胺	D	42
二乙氧基乙烷	A	54
式醌	B	110
式縮脲	B	81
式縮丁二酸醌	S	87
雙氨基聯萘醌	F	115
兩苯甲醌縮脲	B	168

三		
三鹵化合物	T	23
三氯甲烷	O	{ 23, 110, 125, 115, 88
三氯乙醌	C	56
三氯甲烷丙酮	A	60
三氯第三丁醇	T	60
三碘甲烷	I	25
三溴苯胺	T	131
三溴苯酚	T	153
三溴萘酚	T	85
三氯化銻	C	63
三氯基偶氮苯	T	152
三硝基苯酚(苦味酸)	P	75, 74
三羥基苯甲酸	T	176
三鹽基酸	T	176
三苯甲烷	T	108
三苯甲基	T	134
三苯甲醇	T	130
三苯甲醌鹽	T	180
三苯次紅磺酸	T	184
三苯一氯甲烷	T	184
三甲丙烯醌	M	199
三甲基二氧乙噁哈	C	105
三聚乙醌	P	56
三價化合物	T	106
四		
四氯化二氮	N	40
四氯對苯醌	C	182
四溴螢光黃	E	175
四硝基醌	T	162
四羥基苯醌	T	162
四羥基苯醌二鈉鹽	D	162
四苯脲	T	135
四甲二氨基二苯甲醌	M	109
四甲二氨基二苯甲醌	T	169
肆價化合物	Q	108
五		
五氯化磷	P	72

五乙基葡萄糖 P 110
 伍價及多價化合物 P 109

六

六苯乙烷 H 184
 六羟基聯苯 H 108
 六硝基二苯胺銨鹽
 (橙黃, Aurantia) } A 133
 六次甲基四胺
 (Urotropin) } U 53

七

七乙基麥芽糖 H 111

十

十六酸鉀 (癩脂酸
 鉀) } P 63

亞

亞硝酸 N 134
 亞硝酸鈉 S { 38, 40, 80, 85, 87,
 152
 亞硝酸鹽液 N { 134, 139, 141, 142,
 143
 亞硝酸乙醯 E 38
 亞硝基胺 N 42, 149
 亞硝基苯 N 127
 亞硝基苯酚 N 150
 亞硝基二甲苯胺 N 147, 148
 亞硝基鐵氰化鈉 N 見“硝基鐵氰鈉”
 亞硝基解熱吡啶 N 97
 亞硝基β-萘酚 N 183
 亞硫酸 S 12, 91
 亞硫酸鈉 S 160
 亞硫酸氫鈉 S 13, 52
 亞硫酸鹽品紅 F 56
 亞磺酸 S 180
 亞磺酸鈉 S 197
 亞鈷鹽溶液 C 77

重

重氮化 D 139, 144

重氮化合物 D 124
 重氮鹽 D 85, 137, 139
 重氮甲烷 D 83
 重氮氨基化合物 D 135
 重氮氨基苯 D 135, 146
 重氮過氧酸鹽 D 135
 重氮硝基苯胺 D 141
 重氮硫酸鹽 D 134
 重氮氨基苯磺酸 D 139
 重氮二甲氨基聯苯
 胺 } D 142
 重硫酸鉀 P 57
 重亞硫酸化合物 S 55, 58
 重碳酸鈉 S 102, 128, 161, 162
 重硫酸鉀 P 54, 153

過

過氧化物 P 164(三苯甲基)
 過氧化氫 H { 32, 53, 60, 154, 164
 (Perhydrol)
 過氧化鈉 S 53, 161
 過氧化錳 M 137
 過氧化丙酮 A 60
 過氧酸 P 137, 180
 過氯化苯甲醚 E 75
 過硫酸銨 A 161
 過硫酸銀 S 161

異

異氰酸苯酯 P 133
 異亞硝基苯 D 128
 異丙烯 A 164
 異丙醇 I 53
 異丁酸鈣 C 66
 異紫堇 I 150
 異黃樟油素 I 165
 異丁香油酚 I 165

聯

聯氮化合物 H 88
 聯苯 D 103
 聯苯衍生物 D 178
 聯苯胺 B 74, 178

聯苯胺硫酸鹽 B 178
 聯苯胺二鹽酸化物 B 178

未(不)

不飽和羥 U 57
 不飽和酮 U 200
 不飽和酸 U 70
 未燃氣體 U 17, 87
 未氧化纖維 U 115
 不可綠化精元 U 163
 不脫色猩紅 F 144

聚

聚氫 P 74
 聚甲醛 P 54
 聚乙醛 P 56

複

複鹽 C 78
 複鹽, 苦味酸 C 158
 複鹽, 三苯甲醇 C 180

次

次溴酸 H 89
 次溴酸鈉 S 90

高

高錳酸鉀 P 13, 64, 70, 102

大

大豆 S 91
 天青 B 179

中

中油 M 6, 120

平

平衡擾亂 E 185

引

引火, 引信 F 107, 115

人

人造絲(Chardon-net) C } 115
 保護網 P 94
 俾士麥棉 B 152
 偏重亞硫酸鉀 M 52
 偽硝仿酸 P 40
 低亞硫酸鈉 H 145, 195
 低亞硫酸鈉鹽染 H 195
 偶氮化合物 A 135
 偶氮族分裂 D 196
 偶氮苯 A 137
 偶氮染料 A 139, 141, 145
 催化作用 C 8, 51

力

加成產物 A 43
 加碳 C 64
 助色族 A 139
 膽固醇 C 117
 勞紫(Lauth's violet) L } 153

阜

陰丹士林黃 I 115
 陰丹士林藍 I 197
 陳乾酪素 T 172

青

靛白 I 194
 靛藍 I 172
 靛藍質 I 193
 靛藍懸液 I 195
 靛磺酸 I 195
 靛基 I 192
 靛基酸酯 I 193
 靛基化鉀 P 191

染料	M	159, 188
安全燈, Davy	D	34
剛果紅	C	178
生翅	P	112
生理作用	P	107 (鹼基甘油)
生色偶氮基	C	139
巴豆油酸	C	70
光氣(撲基二氣)	P	25
光, 發光現象	L	164
飽和酸	S	62, 70
痰唾試驗	S	77
試紙(指示紙)	I	{ 6, 52, 64, 80, 88, 90, 136, 144, 148, 149, 172, 179
p = 酚酞		
c = 剛果		
l = 石蕊		
i = 碘液		
pa = 鉍		
草酸(乙二酸)	O	82, 109
草酸鈣鉀	T	177
草	B	{ 119, 121, 134, 155, 156, 167, 171, 184

苯衍生物	B	100
苯式	B	175, 181
苯式二鈉鹽	B	175
苯式二酸鹽	B	181
苯的硝基衍生物	N	123
苯基羥酸	P	127
苯基硝基甲烷	P	124
苯基異氰酸酯	P	132
苯基丙烯酸(桂皮酸)	C	70
苯基異丁烯酸	P	187
β-苯基-γ-丁內酯	P	187
β-苯基-γ-丁內酯	P	187
苯基甲基吡啶酮	P	88
苯氨基乙酸	P	172
苯氨基乙酸磷酸	P	172, 192
苯基芥子油	P	132
苯酸鹽	P	124
苯酚	P	{ 135, 136, 139, 148, 155
苯酚甲醌(水楊醌)	S	163
苯酸	A	{ 73, 88, 117, 127, 131, 132, 135, 136, 137, 139, 143, 160, 162, 181, 192
苯酸鹽	A	131
苯酸硫酸鹽	A	131
苯酸磷酸鈉	S	139, 140, 187
苯氨基甲酸乙酯	P	133
苯酸丙二酸酯	A	193
苯腈	P	110, 117, 150, 167
苯腈	P	117
苯醌	Q	109, 160, 161
苯醌式	Q	153, 175, 180
苯醌合苯二酚	Q	159
苯甲醌	B	167
苯甲醌縮苯胺(Schiff 酸)	S	82, 167
苯甲醌基苯胺	B	167
苯甲醌基縮氨基脲	B	163
苯甲醌	B	48, 88, 172
苯甲醌酯	B	88
苯甲醌鐵鹽	I	172
苯亞甲基丙酮	B	200
苯乙炔	P	121
苯乙炔化銀	P	121
苯乙酮	A	171

苯二酚	R	{ 37, 52, 140, 158, 159, 175
苯二酚一甲醚	G	158
苯二胺	P	151, 161
苯二胺縮乙二噻 (苯駢二氮二噻 陸園)	C	151
苯二甲酸	P	174
苯二甲酸酐	P	174, 175, 190
苯三酚 (魚性沒食 子)	P	103, 134
苯三酚, 對稱	P	117
苯雙偶氮間苯二胺	P	152
萘	N	120, 137, 183
萘酚 α	N	133, 137
萘酚 β	N	{ 85, 140, 141, 142, 143, 146, 179
萘酚 AS	N	144
萘酚 β 橙	N	140
萘酚 β 磺酸	C	140
萘酚磺酸鈉	G	140
萘並二磺酸鹽 (R鹽)	R	146
萘酚 αβ 之區別	D	137
萘胺 α	N	142
萘胺 β	N	136
萘胺磺酸	N	179
萘胺磺酸鈉	N	173
萘胺鹽酸化物	N	133
萘二酚二磺酸	O	140
萘二酚二磺酸鈉	O	140
萘偶氮萘酚 (波多 或橘紅)	B	150
蔥	A*	139
蔥醌	A	190
蔥醌磺酸鈉	A	139
菲醌	P	152
茜素	A	139
苦味酸 (三硝基苯 酚)	A	75, 137
苦味酸鉀	P	153
苦味酸銨	A	153
茶精 (咖啡酸)	T	105
葵黃	S	150
葵花精 (風信子香 精)	H	67
蔗糖	C	110
葡萄糖	G	109, 110
葡萄糖苯脲	P	109

薑麻油	O	142
茴香腦	A	105
葛根子嗣	O	200
芳香醛	A	167
芳香酮	A	169
芳香一羧基酸	A	172
芳香二羧基酸	A	171
芳香三羧基酸	A	176
荷爾化椰家油	H	23

虫

蛋白質	P	80, 81
蛋白質, 黃	X	80
蛇漆	S	194
螢光質	F	175

石

石油	P	6, 27
石油醚	P	6, 119
石油脂	V	130
石棉	A	51
石灰	L	173, 194
石灰鈉	S	1, 58
石蕊	L	{ 6, 41, 42, 64, 90, 91
矽藻土	K	8
碳	C	10, 18, 101
碳化	C	137
碳酸	O	{ 6, 31, 44, 48, 60, 63, 64, 79, 84, 86, 89, 91, 96, 97, 101, 102, 112, 155, 172, 183, 199
碳酸鈉	S	{ 8, 21, 26, 60, 72, 90, 140, 142, 143, 144, 147, 154, 162, 179, 184, 188, 191
碳酸鉀	P	25, 78
碳酸銨	A	53, 91
碳酸鈣	C	101
碳酸銀	B	{ 31, 78, 84, 96, 103
碳酸鋅	Z	79
碳酸錫	S	102
硫	S	93

硫酸, 濃	S	{ 7, 20, 21, 25, 33, 38, 39, 50, 52, 94, 108, 118, 117, 120, 123, 128, 128, 132, 134, 135, 144, 148, 149, 16, 180, 185
硫酸, 稀	S	{ 38, 48, 55, 89, 104, 124, 141, 153, 162, 178, 181, 189
硫酸鈉	S	6, 145, 179
硫酸銨	A	76
硫酸鋁	A	13
硫酸鎂	M	171
硫酸銅	C	{ 12, 52, 74, 76, 77, 109, 151, 156
硫酸亞銅	C	13, 14
硫酸鐵	F	75, 102, 177, 188
硫酸亞鐵	F	164, 194
硫化氫	H	153
硫化碳	C	94
硫化銨	A	75, 149
硫化汞	M	77, 132
硫化磷	T	153
硫化苯二胺鹽酸鹽 (Lauth's violet)	L	153
硫化合物	T	77
硫亞鹽	T	77
硫氰化鉀	P	77
硫氰化銨	A	75, 77
硫氰化銅	C	77
硫氰化鐵	F	77
硫氰化亞汞	M	77
硫氰化苯酯	P	132
硫代硫酸鈉	S	85
硫脲	T	132
磺酸	S	140, 179, 184
磺基化	S	124
硝酸	N	{ 13, 21, 87, 89, 99, 101, 108, 114, 123, 124, 132, 161, 172, 180
硝酸鉀	P	58
硝酸鈹	B	{ 109 (Nylander 溶液)
硝酸汞	M	77, 80, 89, 172
硝酸銀	S	{ 21, 51, 101, 109, 161
硝酸銀氨醇液	S	{ 83, 121, 160, 164, 197, 177, 179

硝酸脲	U	89
硝化混和酸	N	106, 114
硝尿酸	N	40
硝基式	N	124
硝基	N	127
硝基衍生物	N	128
硝基化合物	N	40, 200
硝基甲烷	N	40
硝基異丙烷	N	40
硝基鎳鹽鈉 (亞硝基亞鐵鹽鈉)	N	55, 58
硝基苯	N	123, 131, 200
硝基苯酚	N	155, 156
硝基苯胺	N	127, 141, 144, 146
硝基苯胺偶氮苯酚	N	145
硝基苯肼, 對	N	55
硝基苯甲醛	N	60, 170, 193
硝基苯甲醛對乙銅	N	170
硝基苯重氮鹽, 對	N	145
硝基胍	N	137
硝基氨基甲苯	N	144
硝基甲苯磺酸鈉	N	160
硝化甘油	N	107
硝化纖維	N	115
硝基基乳醚甲基 酮, 鄰	N	133
硝基三苯甲烷, 對	N	180
碘	I	{ 22, 46, 48, 111, 102
碘化氫	H	72
碘化鉀	P	{ 25, 88, 111, 128, 162
碘化甲烯	M	63
碘化甲鎂	M	45
碘化乙鎂	M	46, 48
碘化乙銻	Z	43, 44
碘化二苯碘	D	126
碘化鉀漿紙	P	133, 144
碘苯	I	125
磷	P	22
磷酸	P	7
磷化氫	H	2
磷鎢酸	P	81
硼酸	B	59
硼酸酐	B	39
硼酸甲酯	M	38
硼酸三氫基酯	B	39

氣體燃燒	C	30
氧, 液氧	O	{ 29, 92, 109, 162, 164
氧化氮	N	91
氧化鋁	A	8
氧化鋅	Z	45, 153
氧化錳	M	70
氧化鐵	F	97
氧化鉛	L	76, 196
氧化汞	M	132
氧化銅	C	43, 51
氧化亞銅	C	110
氧化銀氮液	S	127
氧化偶氮苯	A	136
氧化纖維	O	115
氫	H	{ 15, 43, 55, 88, 103, 199, 200
氫化	H	200
氫化產物	H	200
氫化吡啶	P	55, 82
氫化蔥醌, 鈉鹽	A	190
氫化苯醌 (對苯二酚)	H	159, 190
氫氧化鈉	S	{ 7, 24, 29, 40, 42, 52, 75, 84, 110, 112, 115, 116, 126, 136, 137, 141, 144, 148, 151, 155, 170, 174, 179, 183, 190, 195
氫氧化鉀	P	41, 61, 83, 104
氫氧化鋅	Z	45
氫氧化鋇	B	{ 4, 5, 78, 84, 90, 103, 163, 170
氫氧化鐵	F	10, 42, 182, 188
氫氧化銅	C	114
氫氧化亞銅	C	151
氫氧化纖維	H	116
氫氧化二磺苯	D	125
氫氨酸	H	75
氣	C	{ 4, 11, 13, 23, 24, 30, 125
氯化鈉		67, 70, 126
氯化鋁	A	160
氯化鋅	Z	19, 169, 175, 190

氯化鈣	C	{ 22, 24, 46, 111, 137
氯化鋇	B	31, 162
氯化汞	M	31, 60, 63, 71
氯化鐵		{ 42, 53, 75, 77, 80, 82, 84, 87, 103, 111, 124, 149, 153, 151, 155, 158, 159, 164, 170, 182, 186
氯化鈦	T	115
氯化銀	S	76
氯化(亞)銅	C	13, 95
氯化亞錫	S	144
氯化二苯磺	D	123
氯化重氮苯	D	141
氮磺酸	C	124
氮乙酸	C	192, 196
氮	N	{ 12, 91, 92, 93, 135, 137, 152
氮	C	33
氮化合物	C	75
氮化鈉	S	75, 77
氮化鉀	P	75, 76, 77
氮化汞	M	71
氮化亞鈉複鹽	A	76
氮化鎂金屬	A	70
氮液	C	76
氮酸鈉	S	75
氮酸鉀	P	76
氮氣	A	{ 56, 90, 91, 104, 183
氮溶液	A	{ 77, 98, 103, 109, 113, 132, 142, 149, 182
氮基化合物	A	127
氮基酸	A	80, 172
氮基乙酸	G	89
氮基乙酸銅	C	80
氮基四氮二烯伍圈 重氮鹽	A	137
氮基羥基苯磺酸 (H-酸)	H	140
氮基苯甲酸	A	172, 174
氮基苯酚	A	160
對-氮基苯磺酸	S	139, 187
氮基萘酚	A	145, 187
氮基蔥醌	A	197

氨基偶氮苯, 對	A	146
銀醯	A	55
氨基鹽酸化物	S	168
水		
水氣	W	98
水蒸氣	S	112, 130, 163
水分解	H	182, 193
水楊醯	S	168
水楊酸	S	173
水楊酸鹽	S	173
水楊酸鈣	C	173
水線吹射器	W	10, 121
汞	M	63, 74, 99
溴	B	{ 13, 85, 91, 132, 155
溴化鉀	P	21
溴化乙醯	A	112
溴化乙鎂	M	45, 48
溴化苯鎂	M	48
溴苯	B	48, 172
溴苯腓, 對	B	59
溴乙酸乙酯	B	171
酒	W	29(石), 30(氣)
酒紅	B	143
酒中醇	A	29
酒石酸	T	103
酒石酸鉀鈉	R	52, 108
游子反應	I	21
游子基證明	F	165
游離磺酸	F	179
游離鹼	F	146, 147
游離第一氨基族	F	144
洋薯(馬鈴薯)	P	30, 111
澱粉	S	111
澱粉糖	S	118
漂白粉	B	116, 125, 131
沙甫丹林	S	196
沒食子酸	G	176
濕棉花藥	W	114
浮石	P	16
洗滌油	W	6
滴定法	T	85, 91
演示溫度計	D	28
法老蛇	P	77

火藥, 黑	B	114
煤氣	C	14, 17
煤炭, 煤屑	S	2
煤炭	C	98
煤炭膏	T	10, 16
煙煤	G	18
烯醇式	E	85, 124
烯醇醯	E	87
煙基鹵	A	47
煙基鋅	Z	43
煙基鋅酸	A	39
熱分解	T	121
熱電偶	T	8
焦炭層	C	16
焦性兒茶精	P	158
焦性沒食子酸	P	163
熔化物	F	{ 189, 192, 191, 192, 193, 197
熔點檢定	M	149
營養鹽液	N	31
照相顯影劑	P	169, 191
燈, Auer-	A	11
燈, Teclu-	T	14, 37, 76, 97
燈, 本生	B	17
燈, 三口	T	112
燈, 紫外光	U	116
燈油	K	6
炸膠(膠炸藥)	B	107
烘爐	B	113
燃燒爐	C	16, 61, 74, 95
無		
無色鹼	L	182
無色四甲烯藍	L	32
無色過氧化物	L	185
無色沙甫丹林	L	196
無煙藥	S	115
無機酸	I	155
無機酸酯	I	38
黑		
黑火藥	B	114
墨水	I	177

金

金	G	76
金黃胺	A	108, 169
銀	S	{ 51, 55, 63, 83, 111, 160, 161, 164, 168, 176
銀鹽	S	76
銻	Z	{ 41, 43, 76, 130, 171, 175, 182, 185, 190, 194, 196
銻銅偶	Z	43
銻鈉鹽染	Z	194
鈉	S	5, 23, 46, 102
鈉汞劑	S	169
鉻酸	C	63
鉻酸鉀	P	25, 189
鉻綠線	C	8
鉻催化劑	N	200
鐵	I	24, 97, 130, 136
鐵氫化鉀	P	154
鈣屑	C	27
鐵屑	M	45, 47, 172
錫粒	T	128
銀鹽	B	162
鉛尖, 鉛絲	P	15, 93
鉍化鈉	P	87, 97
銅	C	150, 156
汞	M	63, 74, 99

木

木片, 木屑	W	16, 118
木炭	W	95
木醇(甲醇)	M	27
木材蒸溜	W	64
松葉精(氧化烷基)	I	121
樹脂質	R	55, 118
樹脂醇(間苯二酚)	R	37, 146, 158
棉絮	C	113, 116
棉線	C	{ 108, 115, 116, 154, 162, 169, 177
棉布	C	{ 143, 189, 193, 194, 197
棉花藥	G	107, 114
桂皮鹼	C	53
桂皮酸	C	70

檸檬酸	O	108
檸檬酸鈣	C	108
樟腦鹼酸	C	87
橙丁	O	144
橙黃	A	133, 185
櫻草黃	P	144
櫻草黃偶氮物	P	144
櫻紅(XXX)	G	143
染料	D	139
本生火鹼	B	18
本生活門	B	29

土

土年其紅	T	142, 144, 189
------	---	---------------

月

脂肪族	A	1
胺, 脂肪	A	42
胺, 芳香	A	127
胺鹽	A	135
脛	U	89, 91
脛酸	U	104
脛酸胺	A	104
脛酸二鉀鹽	D	104
脛醇素	U	90
脛, 苯	P	{ 59, 110, 117, 151, 167
脛鹽硫化物	P	163
脛, 苯	P	60
脛, 苯	P	110
脛	C	42
脛(羥胺)	H	12, 127
脛	O	59
脛, 猪	T	66
肥皂	S	66
脛化棉花藥(膠炸藥)	G	107
脛鹼溶液	C	80
脛脂棉	C	114
脛氨酸	D	195

齒

齒素	H	127
齒衍生物	H	19, 125

鹵化煙基鎂	H	45
鹵苯	H	135
鹵液	A	{ 80, 104, 140, 155, 159, 163
鹵(鹵)化, 鹵性	S	60, 139, 149
鹵性鹽	B	188
鹵性染料	B	196
鹵藍	A	184
鹵鈉鈉鹽	A	184
鹽酸氣	H	{ 19, 25, 36, 71, 72, 113, 124
鹽酸, 濃	H	{ 13, 60, 74, 88, 112, 126, 130, 131, 135, 137, 139, 162, 141, 142, 144, 174, 178, 183,
鹽酸, 稀	H	{ 42, 52, 66, 86, 87, 90, 117, 139, 146, 147, 148, 149, 152, 151, 153, 183, 187, 188, 189, 193
鹽酸化氨基苯酚	A	145
糸		
絲	S	{ 141, 150, 157, 170, 181, 183, 187
絲光棉	M	116
纖維	C	113, 183, 184
纖維後重氮化	A	144
紫酸鍍	M	105
紫酸漆	M	105
紫外光燈	U	116
縮胺脲	S	59, 168
維多利亞絨	V	183
絨化	G	163, 194
純鹼	I	193
口		
合成樹脂	S	166
品紅	F	108, 181, 182, 183
品紅亞硫酸液	F	52, 53
噶哈	P	104
吡咯	P	117
吡嗪	C	118
噻吩	T	120
吡啶	I	191
吡啶英藍	I	196

吡嗪藍	P	87
嗒琳黃	Q	190
咖啡鹼(茶精)	C	105
呋喃甲醯(糠醯)	F	117, 170
吐瀉石	T	108
固綠	S	159

手

揮發油	L	6, 163
攪拌器	S	108
接觸器	C	93
指示紙(試紙)	I	見試紙

心

感應器	I	1, 93
-----	---	-------

日

昇華(苯甲酸)	S	172
晶紫	C	181, 184, 197
曙紅	E	176
普藍	P	75

雨

雷酸	F	98
雷酸汞	M	99, 107
霉菌(Mold)	M	110
電流	E	4, 15, 26, 56, 98
電極	E	5, 15, 26
電弧, 弧燈	E	15, 23, 96
電花	E	4, 94
電爐	E	9, 96, 98
電池	E	4
電解	E	4, 25

米

米	R	112
糖	S	80, 101, 110
糖漿(Sirup)	S	89
糊精	D	80, 113
精元	A	162
糠醯(呋喃甲醯)	F	117, 170

	瓦	
藍染	V	193,197
藍染,硫酸鹽	V	193
藍染,錳粉	Z	194
藍染,低亞硫酸鹽	H	195
藍染,鹼性染料	B	196
藍染染料	V	116,193
	革	
鞣質	T	108,116,154
鞣化	T	169
鞣膠	T	177
	玉	
珂羅棉	C	77,107,115
玫紅	P	180
玫紅鹽類化合物	R	183
琥珀酸(丁二酸)	S	103
	車	
輕油	P	6
軟片	F	115
硬脂酸(十六酸)	P	66
轉化,糖	I	110
	麥	
麥芽	M	30
麥芽糖	M	111
麵包烘製	B	112

	牛	
牛乳	M	79
	羊	
羊毛	W	{ 133,145,150,181, 184,186,188,195
羊皮紙	P	116
羥胺鹽酸化合物	H	12,59,60
羥丙酸(乳酸)	L	79
羥基酸	H	171,173
2,羥基-3-萘甲酸 苯胺	{H	143
α-羥基戊二醛二 苯胺	{O	117
羥基兩苯吡啶	X	89
羥基次甲基樟腦	H	87
羧基二氯(光氣)	P	25
3-羧基戊醇二酸 (檸檬酸)	{C	108
羥基羧酸	H	186
磷-羥甲基苯甲酸 內酯	{P	173
	馬	
馬鈴薯	P	30,111
驗溫器	T	28
	黃	
黃樟油素	S	165

附 錄

有機物的顏色反應

A. 有機物與無機物

I. 無機酸

1. 硫酸

+動物醣醇+乙酐	綠玉 鐵青 青綠 暗綠	} 117
+三苯甲醇	深紅	
+鹼藍+碳酸鈉	美藍	180
+四苯肼	美紅 藍紫	} 186
+淀粉+氯化亞錫	藍架	
+亞硝基胺+苯酚	青綠	148
+苯胺鹽酸	古銅 深黑	} 163
+硝基苯胺 <i>p, o</i>	黃	
+硝基甲烷	紅至 無色	} 40
+硝基異丙烷	青綠	
+重氮鹽	黃	136
+噎吩	黃 綠	} 121
+聯苯胺	深藍	
+剛果紅	白架 美藍	178 179

2. 鹽酸

+亞硝基砒熱吡啶	碧綠	87
+對氨基偶氮苯	淡紅	146
+二甲苯胺	紅橙	147
+反重氮鹽+R·鹽	深紅	140
+品紅	紅橙	181
+品紫	綠黃	182
+苯胺+硫酸	古銅 深黑	} 163
+甲醇基鹼	藍紅	

+萘胺 α +氯化鐵	深藍	187
+蔥醌+銻	黃	190
α +亞硝基· β -萘酚	褐	187
+間苯二胺+亞硝酸鈉	褐	152
+對苯二胺+氯化鐵 +硫化氫	深紫	152
+磷苯二胺+氯化鐵	深紅	151

3. 硝酸

+陳乾酪質	黃白 紅	} 172
+硝酸汞	紅	
+脲酸	紅	105
+二苯胺+硫酸	深藍	132
+蛋白質+硝酸汞 +熱	白 紅	} 80

II. 無機鹼

4. 氫氧化鈉或氫氧化鉀

+酮酸乙酯	黃	84
+苯三酚	褐黑	161
+對硝基三苯甲烷	黃	180
+米氏副	無色	169
+對二甲代氮苯甲醯 基丙酮+吡喃甲醯	深紅	170
+酚醣醇液	紅藍	174
+苯二甲酸 +間苯二酚 +氯化銻	紅	} 175
+ β 萘酚三氮甲烷	藍	
+ α 亞硝基· β 萘酚 +鹽酸	綠 褐	} 187
+蔥醌+銻	紅	
+苯基糖膠鹽酸(熔)	火紅	192
+苯基糖膠(熔)	橙紅	191
+磷硝基苯甲醯 +丙酮	黃橙 綠藍	} 193
+藍藍+膠或糊漿	深藍	

+ 脛基酸酯	青綠	190
+ 脛藍 + 洋	微橙	194
	粉	
+ 氨基亞硝 + 硝酸鉀 (塔)	深藍	197
+ 脛	黃	55
+ 硝基甲烷		
+ 亞硝酸鈉 + 稀硫酸	紅	40
+ 重氮鹽 + 苯酚	橙紅	136
+ 乙二脛		
+ 酸性亞硫酸鈉	暗紫	162
+ 脛酸	黃	104
+ 對氨基偶氮苯	亮黃	146
+ 亞硝基二甲苯胺	紅褐	147
+ 磷硝基苯酚	紅橙	155
+ 對硝基苯酚	亮黃	155
+ 間硝基苯甲脛	黃	170
+ 甲醇基脛	微紅	183
+ 稀鹽酸	藍紅	
5. 氮		
+ 檸檬酸	黃	108
+ 蛋白質 + 硝酸	金黃	80
+ 脛酸	美紫	104
+ 氯化苯脛	黃褐	160
+ 維多利亞綠	無色	182
+ 丁酮酸乙脛		
+ 乙醇 + 乙酸銅	綠白	84
6. 漂白粉與石灰水 (L)		
+ 氧化偶氮苯 (苯胺)	深紫	138
+ α 萘酚	綠藍	187
+ β 萘酚	微黃	187
+ 二氯化典苯	白	125
+ 水楊酸 (L)	白	173
+ 脛液 (L)	潮解	194
+ 苯胺	深紫	131
III. 無機鹽		
7. 碳酸鈉		
+ 亞硝基二甲苯胺	深綠	147
+ 對苯二胺鹽酸化物	黃 紅 褐 黑	154
+ 過氧化氫		
+ 氫氧化鈉		
+ 乙二脛	黃褐黑	162
+ 脛藍 + 硫酸	藍	184
+ 剛果紅	紅	179

8. 硫酸銅		
+ 酒石酸鈉 + 脛	綠黃	52
+ 硝基苯酚, 降亞	深紅	156
+ 乙醯聯苯胺		
+ 氫氣酸	深藍	75
+ 二脛脲	藍紫	80
+ 苯脲	紅	151
+ 蛋白質	藍紫	80
9. 硫酸鐵及硫酸亞鐵 (亞)		
+ 苯三脲 + 氯化鐵	青黑	164
+ 沒食子酸 (亞)	紫藍	176
10. 酸性亞硫酸鈉		
+ 乙炔 + 氮	褐紅	12
+ 脛 + 品紅	紅	52
+ 脛	白	55
+ 脛	白	58
11. 低亞硫酸鈉		
+ 偶氮物	無色	91
+ 品紫	無色	190
+ 脛粉	無色	194
12. 硝酸銀		
+ 苯三脲	黑	163
+ 沒食子酸 + 氮	黑	173
+ 脛 + 氮	銀鏡	52
+ 甲酸 + 氮	黑	62
+ 丙酮 + 氮	銀	83
+ 葡萄糖 + 氮	銀鏡	109
+ 苯乙炔 + 銀醇液	白	121
+ 氯化苯脛	銀	160
13. 硝酸汞		
+ 蛋白質 + 熱	紅	80
+ 脛	白	89
+ 陳乾酪質	黃白 紅	172
+ 硝酸		
14. 亞硝基亞鐵氯化鈉		
+ 脛 + 氯化吡啶	深藍	55
+ 脛脲	深紅	59
15. 氯化鐵		
+ 脛	青紅	52
+ 乙酸	褐	68
+ 氫氣酸	紅	75
+ 硫酸化鉀	紅	76

+氨基乙液	美紅	80
+丁酮酸乙酯	青紫	84
+氯化苯基甲基吡啶醇液	藍紫	86
+樟腦羧酸酯	深綠	87
+β二酮	青紅	88
+澱粉漿	深藍	111
+苯基硝基甲烷	暗紅	124
+隣苯二胺	深紅	151
+對苯二胺	深紫	153
+苯酚	碧藍	156
+對苯二酚	紅綠	159
+隣苯二酚	綠	158
+間苯二酚	紫	158
+乙酸鈉	無色	158
+丁二酸	褐	193
+間苯二胺+亞硝酸	瑪	152
+亞硝基二甲代苯胺	深藍	149
+甲氧基酚	紫	158
+苯醌	紅	150
	美綠	150
+苯三酚	青黑	164
+水楊酸	深紫	173
+鞣質	暗藍	177
+無色酸	黃	182
+α萘酚	深藍	187
+α萘酚	紫藍	187
+β萘酚	濁綠	187
+苯甲胺鉀	褐	172
+水楊酸	深紫	173
+沒食子酸	黑紅	176
16. 氯化汞		
+脛胺	白	55
	灰	
+甲胺	灰	62
+羧酸鉍+乙酸	紫紅	106
17. 氯化鋅		
+米氏爾+氯化胺	黃	169
+苯二甲酸	紅	175
+間苯二酚 (熔)		
+甲基噁啉	暗紅	190
+苯二甲胺 (熔)		
18. 氯化銀		

+四羥基苯醌二脲	暗紅	161
19. 氯化鈣		
+靛藍+苯+氯化鎊	褐紅	195
+乙酸		
20. 氯化亞錫		
+脫氫靛	藍紫	195
+β萘酚染料	無色	144
21. 氯化亞銅		
+乙炔	紅	15
22. 碘化鉀		
+澱粉+氯化鐵	深藍	111
+碘苯	白紫	125
+苯醌+稀硫酸	深褐	161
23. 氧化銅		
+氨基乙液	深藍	80
24. 二氧化錳		
+對苯二胺+硫酸	綠褐	161
25. 氧化汞		
+苯基芥子油	黑	132
26. 高錳酸鉀及鉻酸鉀 (C)		
+甲酸	褐色	63
+丁烯酸	褐色	70
+蔥醌磺酸鈉 (熔)	美紫	190
IV. 原素		
27. 氧		
+三苯甲醇	白	180
+硫酸亞鐵+鞣質	藍黑	177
+靛白	藍	195
+無色沙甫丹林	紫紅	196
+三苯甲基	無色	185
+靛基化鉀	藍	191
28. 溴與碘 (I)		
+乙烯	褐色	23
+烯醇	鮮色	85
+重氮甲烷 (I)	褐色	88
+馬鈴薯	青黑	111
+三苯甲基	無色	185
20. 金屬		
銻+蔥醌+苛性鈉	紅	190

鉀+靛藍+苛性鈉	褐	194	+ 藍石蕊液	紅	} 108
鉀+吡啶+吡嗪	紫紅	196	+ 紅石蕊液	藍	
鉀+純苯			+ 鹼性硝酸鈉	糖	} 109
+ 三苯一氯甲烷	黃橙	184	+ 氫氧化鈉	黑	
鐵+偶氮苯	紅	} 138	36. 乙二酸鈉鉀		
+ 氧化偶氮苯	紅			+ 鞣質	金橙	177
鈹+一氧化碳	黑	97	VII. 醜		
亞鈷+硫氰化物	紅藍	77	37. 乙醜		
B. 有機物與有機物			+ 異亞硝基苯	美綠	128
V. 有機酸			+ 間苯二醜	黃	97
90. 乙酸			VIII. 醜及醜		
+ 溴化乙鎂(冰)+ 醜	香綠	49	38. 醜		
+ 米氏醜+ 鈉汞劑	深藍	169	+ 亞硝基亞鐵氰化鈉	} 深	} 52
+ 吡喃甲醜+ 苯胺	白	117	+ 氫化吡啶			藍
+ 靛藍懸液(冰)	褐紅	198	+ 品紅亞硫酸液	青紅	56
+ α 萘胺+ 亞硝酸	黃	186	+ 間苯二醜	紅圈	52
+ 隣亞硝基苯醜+ 乙醜	綠	156	+ 苯乙醜	黃	170
91. 乙二酸			39. 醜		
+ 重鎂酸鈉(熔)	紫	102	+ 四甲基藍	無色	32
+ 鐵媒染劑			IX. 苯酚及萘酚		
+ 亞硝基萘酚	美綠	188	40. 苯酚		
VI. 有機酸鹽			+ 重氮鹽	橙紅	136
92. 乙酸钠及乙酸鉀(K)			+ 亞硝基胺+ 濃硫酸	青綠	148
+ 氯化鐵	褐	66	41. 萘酚及其磺酸鹽		
+ 重氮鹽	深紅	86	β 萘酚+ 重氮 α 萘胺	紅	186
+ 隣苯二醜			β 萘酚+ 重氮鹽	紅	141
+ 氯化鐵	紫	158	β 萘酚+ 二甲氨基聯苯胺	美藍	142
+ 間苯二醜			α 萘酚+ 苯胺磺酸	紅	187
+ 氯化鐵	無色	158	α 萘酚+ 漂白粉	綠	187
+ 無色鹼+ 氯化鐵	強紅	182	R 鹽+ 重氮物(反)	深紅	146
+ 二硝基苯(K)+ 苯胺	紅	127	42. 苦味酸		
93. 乙酸銅			+ 氫	深紅	74
+ 丁醌酸乙酯+ 氨	綠白	84	+ 氫氰酸	褐紅	75
94. 乙酸汞			43. 間苯二醜		
+ 異丙烯醇	白	167	+ 重氮苯胺磺酸	紅	153
95. 酒石酸鉀鈉			+ 苯二甲醜	螢光黃	175
+ 硫酸銅+ 醜	綠	} 52			
	黃				
	紅				

X. 其他

44. 苯肼

十丙酮十乙酸	白晶	59
十吡喃甲醯十乙酸	白晶	117
十葡萄糖十乙酸	黃晶	110
十硫酸銅	銅鏡	151

C. 有機物試劑

XI. 還原試劑

45. Fehling 試液

晶狀硫酸銅	17.3 g.	於 $\frac{1}{2}$ L. 水	
晶狀酒石酸鉀鈉	86.5 g.	} 於 $\frac{1}{2}$ L. 水	
氫氧化鈉	50 g.		
十甲醛	綠黃紅		52
十乙醛	同上		55
十葡萄糖液	黃紅		109
十蔗糖液十熱	綠		110
十乳糖或麥芽糖液	黃紅		110
十澱粉	同上		111
十纖維十濃鹽酸	同上		114
十苯羥胺	同上		127
十苯肼	黃綠		150
十間苯二酚	同上		158
十氫化苯醌	同上		159

XII. 烴基脛脲試劑

46. Angeli-Rimini 試液

對甲苯磺基脛脲	0.5 g.	
乙醇	相當 c.c.	
2n 氫氧化鈉	相等 c.c.	
十醛	青紅	53

XIII. 醣類試劑

47. Trommer 試液

硫酸銅溶液	少許	
氫氧化鈉溶液	1-2 c.c.	
水	200 c.c.	
十葡萄糖	黃紅	109
十轉化糖	同上	110
十纖維	同上	114

48. Nylander 試液

礮性硝酸鉍	10 g.	
酒石酸鉀鈉	20 g.	
10% 氫氧化鈉液	500 c.c.	
熱水	200 cc.	
十葡萄糖	黃褐黑	109
十轉化糖	同上	110
十乳糖或麥芽糖	同上	112
十澱粉	同上	111
十纖維	同上	114

49. Schweitzer 試液

氫氧化銅十氨液		
十纖維	膠態	113

XIV. 蛋白質試劑

50. Millou 試液

硝酸汞水溶液十亞硝酸鈉液		
十硝酸		
十蛋白質	白	} 80
十熱	紅	

XV. 有機金屬鹽

51. Grignard 鹽

十米氏酮苯液十水	青綠	} 49
	無色	
十冰乙酸	青綠	48