

普通化学課堂实验

东北工学院普通化学教研室編著

高等教育出版社



普通化学課堂实验

东北工学院普通化学教研室編著

高等教育出版社



本書系由东北工学院普通化学教研室根据几年来的經驗并結合高等工业学校冶金类和非冶金类专业的普通化学講課內容編写而成。

本書所包括的實驗，着重于驗證普通化学中的基本理論和一些元素及其化合物的主要性質。

本書除可供高等工业学校用作为教学参考書外，还可供其他高等院校以及中等专业学校教师参考。

普通化学課堂實驗

东北工学院普通化学教研室編著

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第054号)

外文印刷厂印刷 新华書店發行

統一書号13010·575 開本787×1092¹/₃₂ 印張3¹/₁₆

字數81,000 印數0001—8,000 定價(8) 0.43

1959年3月第1版 1959年3月北京第1次印刷

序 言

在高等学校普通化学教学中配合一定数量的课堂实验是很必要的。我們根据几年来的經驗并結合高等工业学校冶金类和非冶金类的普通化学教学大綱的内容写成此書。对实验内容的选择上着重于基本理論与一些元素和化合物的主要性質的驗證。对每个实验的要求上注意到下列几个問題：1)現象明显，能配合大班講課；2)时间短，不影响講課进度；3)操作簡單，講課教师能独自进行而无需助手协助。为了达到这些要求，曾对每个实验做了多次的驗證，并对仪器的設計做了一定的努力。当然，要能很成功地完成每个实验，是与教师的熟練技巧和实验前的周密准备分不开的。

本書列举了每个实验所需的藥品和仪器的种类、数量和規格，并对主要試剂的配制、單件仪器的制做和成套仪器的裝置都做了較詳細的叙述，并有插图供給参考。

希望讀者对本書的缺点提出批評与指正以便改进。

东北工学院普通化学教研室

58年10月1日

目 录

序言.....	vi
常用的一些仪器的介绍	1
第一章 化学反应速度与化学平衡.....	9
§ 1-1 浓度对化学反应速度的影响.....	9
§ 1-2 温度对化学反应速度的影响.....	12
§ 1-3 催化剂对化学反应速度的影响.....	13
§ 1-4 表面积对化学反应速度的影响.....	14
§ 1-5 浓度对化学平衡的影响.....	15
§ 1-6 压力对化学平衡的影响.....	16
§ 1-7 温度对化学平衡的影响.....	17
第二章 水·溶液	18
§ 2-1 蒸气压.....	18
§ 2-2 蒸气压与温度的关系.....	19
§ 2-3 蒸气压与沸点.....	20
§ 2-4 溶解热效应.....	21
§ 2-5 水化作用.....	21
§ 2-6 水化热效应.....	22
§ 2-7 压力对气体溶解度的影响.....	23
§ 2-8 溶液的蒸气压下降.....	24
§ 2-9 溶液的沸点上升.....	25
§ 2-10 溶液的凝固点下降.....	25
第三章 电离理论.....	26
§ 3-1 溶液的导电性.....	26
§ 3-2 离子移动.....	27
§ 3-3 浓度对电离度的影响.....	29
§ 3-4 共同离子对电离度的影响.....	30
§ 3-5 共同离子对溶解度的影响.....	30
§ 3-6 离子反应.....	31
§ 3-7 中和反应与中和热效应.....	31
§ 3-8 离子互换反应.....	32
§ 3-9 盐类的水解.....	33

§ 3-10 温度对水解度的影响	33
§ 3-11 缓冲溶液	34
第四章 非金属元素及其化合物	35
§ 4-1 氢的燃烧	35
§ 4-2 氢氧混合气体的爆炸	36
§ 4-3 氢的还原性	37
§ 4-4 卤素氧化性的比较	39
§ 4-5 氯与硫的氧化性的比较	40
§ 4-6 卤化氢还原性的比较	40
§ 4-7 氯化氢与硫化氢还原性的比较	41
§ 4-8 硫化氢的性质	42
§ 4-9 氨和氧的作用	43
§ 4-10 氨和氯化氢的作用	44
§ 4-11 硫酸与磷酸的酸性的比较	46
§ 4-12 磷酸与砷酸的酸性的比较	46
§ 4-13 亚硫酸的还原性与氧化性	47
§ 4-14 浓硫酸的吸水性(一)	47
§ 4-15 浓硫酸的吸水性(二)	48
§ 4-16 催化作用(一)	49
§ 4-17 催化作用(二)	50
§ 4-18 催化作用(三)	51
§ 4-19 二氧化碳的灭火性	52
§ 4-20 镁在二氧化碳中的燃烧	53
§ 4-21 一氧化碳的还原性	54
§ 4-22 吸附和吸附热效应(一)	55
§ 4-23 吸附和吸附热效应(二)	57
§ 4-24 吸附的选择性	58
§ 4-25 硅胶对盐酸和氢氧化钠的吸附作用	59
§ 4-26 丁铎尔效应	60
§ 4-27 电泳	61
§ 4-28 胶体的聚沉	63
§ 4-29 胶体的保护	64
第五章 金属通论	64
§ 5-1 铜锌原电池	64
§ 5-2 伏打电池	65
§ 5-3 金属标准电极电位的测定	66
§ 5-4 金属的电化学腐蚀(一)	67
§ 5-5 金属的电化学腐蚀(二)	69

§ 5-6 馬口鉄的腐蝕	71
§ 5-7 氯化銅溶液的電解	71
§ 5-8 碘化鉀(或溴化鉀)溶液的電解	72
§ 5-9 硫酸鈉溶液的電解	74
§ 5-10 用銅極電解硝酸鉀和氫氧化鈉的混合溶液	75
第六章 金屬元素及其化合物	76
§ 6-1 鈉、鎂、鋁、鈣的活潑性	76
§ 6-2 鋁與酸和鹼的反應	77
§ 6-3 鋁毛的生成	78
§ 6-4 鋁的鈍化	79
§ 6-5 过氧化氫的氧化性	79
§ 6-6 过氧化氫的還原性	80
§ 6-7 兩性氫氧化物	81
§ 6-8 二氧化鉛的氧化性	82
§ 6-9 鉛蓄電池	82
§ 6-10 二氯化錫的還原性	83
§ 6-11 碳酸鈣的熱分解	84
§ 6-12 碳酸鈣和碳酸氫鈣的溶解度的比較	85
§ 6-13 離子交換法軟化水	85
§ 6-14 絡離子的形成	87
§ 6-15 絡離子及其電離平衡	88
§ 6-16 硫化銅的浮選	89
§ 6-17 鉻酸根和重鉻酸根的相互轉變	89
§ 6-18 重鉻酸鉀的氧化性	90
§ 6-19 高錳酸鉀在不同介質中的氧化性	90
§ 6-20 鎳的氫氧化物	91
§ 6-21 鈹鹽和亞鈹鹽	91

常用的一些儀器的介紹

一、表演杯 實驗中所用的表演杯共有大小兩種，其形狀如圖 1 所示。大表演杯的體積為 400 毫升，小型的為 200 毫升。實驗中一般談到表演杯是指體積為 200 毫升的表演杯，而大表演杯則為 400 毫升的。

二、表演試管 表演試管的體積約為 30—40 毫升，其形狀如圖 2 所示。

三、氣體吸收管 氣體吸收管如圖 3、4、5、6。管的內徑約為 2.5 厘米，管高約為 8 厘米。

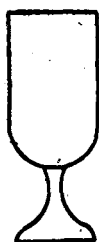


圖 1.



圖 2.

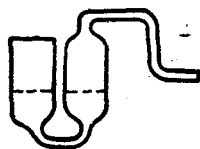


圖 3.

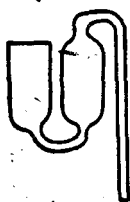


圖 4.

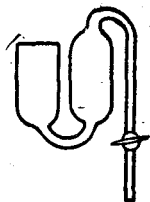


圖 5.

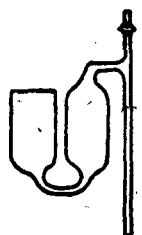


圖 6.

氣體吸收管用作吸收氣體或利用它來進行氣體和溶液的反應

均很方便。其優點是用藥量少，尤其是當發生氣體的容器中壓力減小時，它能使空氣排入到發生氣體的容器中而不致產生液體的回流現象。

應該注意的是，吸收管中加入的溶液的量要適當。溶液在兩管中所占的體積不應超過管體積的 $\frac{1}{3}$ ，否則，在吸收氣體時會使溶液溢出管外，而當發生氣體的容器中壓力減小時形成回流現象。

四、氣體發生器 最常用的有下列幾種。

1. 氧化氮發生器：如圖 7 和圖 8 所示。圖 7 的 U 形管的內徑約 1.5—2 厘米，短管約長 16 厘米，長管約長 20 厘米。短管的凹入部分距 U 形管底約 4 厘米。凹入部分是用作阻擋固體物質的脫落的。其制得方法如下：用細強的火鉗將管壁一小處燒軟，然後用硬鐵絲將燒軟的玻璃向內推入約 1 厘米，以同法將管壁的周圍推入 3—4 處。這樣處理後，試管內的凹入部分只余留下 4—5 個細孔，固體物質在其上就不會脫落，但液體則能暢通無阻。

將潤濕的厚銅片放入短管的凹入部分，由長管注入適量的濃硝酸。扭開導管上的玻璃活塞，則銅與硝酸反應生成氧化氮。當關閉活塞時，管內的氣體將硝酸排到凹入部分的下面，就停止了反應。

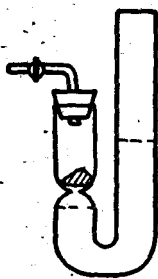


圖 7.

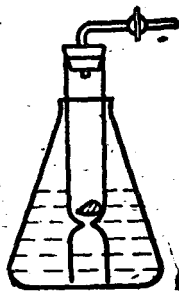


圖 8.

將銅片潤濕的目的是，利用銅片表面的水分與硝酸作用時所

放出的熱量來加快銅與硝酸的反應。因在一般情形下，銅與濃硝酸反應時最初需要加熱，這樣處理就可避免加熱的手續。

若利用碎小的銅片或廢銅絲進行反應，應在管內凹入處放少許玻璃毛，以免銅脫落到管的下部。

這一裝備的優點是：所需的藥量少，並能自動控制。但此裝備不太適於長時期地連續使用，因反應時間較久，常發生硝酸銅的結晶堆集在 U 管的彎曲部分。若較長時間使用，則用圖 8 的裝置較為合適。

圖 8 的裝置主要是由一個三角瓶和一支底部破的試管組成。三角瓶的體積為 50—125 毫升。試管內徑約為 1.5—2 厘米，長約為 12—15 厘米，凹入部分距下口約 3 厘米。此裝置在添銅片、換酸以及放置時均較方便。但一次用酸量較多。

2. 氫和二氧化碳發生器：發生氫和二氧化碳亦可使用圖 7 和圖 8 的裝備。

若一次使用二氧化碳的量很多，為了避免換碳酸鈣和酸，可採用圖 9 的裝備。此裝備是由一個 300 毫升的分液漏斗、一個 100 毫升的分液漏斗和一個 500 毫升的廣口瓶組成。在大分液漏斗中加入約占容器體積 $\frac{1}{3}$ 的碳酸鈣，並加入蒸餾水，其量恰能淹沒固體碳酸鈣。小分液漏斗中加入濃鹽酸。使用時，將濃鹽酸慢慢加入大分液漏斗中，即連續發生二氧化碳。當大分液漏斗中水量過多時，可扭開活塞將其放入下面的廣口瓶中。

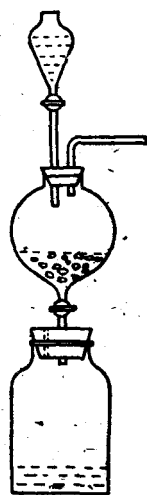


圖 9.

發生氫和二氧化碳也可用圖 10 和圖 11 的裝置。

3. 硫化氫發生器：圖 10 中具凹入部分的管的內徑約為 2 厘

米，長約 18 厘米。另一管的內徑約為 2.5 厘米。鹽酸和硫化鐵作

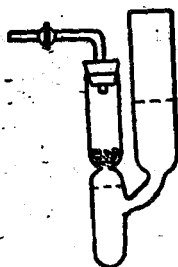


圖 10.

圖 11 的 U 形管的直徑約 2 厘米，左管上的球體積約 40 毫升。在 U 管的凹入處，放少許玻璃毛，然後放入硫化鐵。管中加入 6 N HCl 溶液。吸收管中加入 6 N NaOH 溶液。使用時，將吸收管上的活塞和導氣管的活塞打開，此時鹽酸由左管壓入右管與硫化鐵作用而產生硫化氫。停止使用時，將兩個活塞同時關閉。一些沉淀物落於 U 形管的底部，少量的硫化氫能從左管逸出，但當其經過氣體吸收管時完全被管中的 NaOH 溶液所吸收。當第二次使用時，再將兩個活塞打開，又繼續發生了硫化氫。當酸作用完時，可將 U 形管底部導管上的活塞扭開，將溶液放出，此裝置所用的吸收管亦可用圖 4 的樣式，不過，在第二次使用時向右管壓酸的效果較差些。

圖 11 的裝置最好放在一特制的木架上。

硫化氫發生器較啓普發生器具有很多優點，也非常適用於學生的定性分析實驗。

4. 氯氣發生器：關於氯氣發生器的自動控制裝置，雖經嘗試，效果均不甚良好。圖 12 的裝置僅解決了氯氣毒化室內空氣的問題。從分液漏斗向具有支管的試管中滴入濃鹽酸，使其與高錳酸鉀作用產生氯氣。實驗後，將支管上的橡皮夾或活塞關閉，同時扭開吸收管上的玻璃活塞，則多餘的氯氣被吸收管中的 NaOH 溶液

吸收。

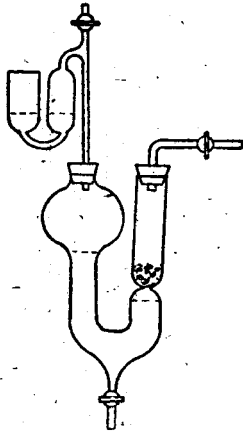


圖 11.

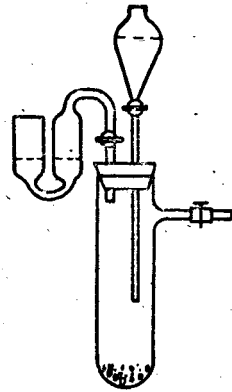


圖 12.

五、驗溫計 將驗溫計(圖 13)的玻璃球放入沸水中約 3—5 分鐘,然後將其取出,並迅速地倒插入含有少許紅墨水的蒸餾水中。由於玻璃球逐漸冷卻,球內壓力也逐漸減小,於是紅墨水沿著毛細管進入玻璃球中。為了使紅墨水能較快地進入球中,可將毛細管傾斜一定角度並用浸以冷水的抹布包裹玻璃球(注意不要使毛細管口離開紅墨水)。當紅墨水在球內所占的體積約等於球體積的 $\frac{1}{2}$ 時,即可將毛細管從紅墨水中取出,並迅速地倒置過來。當將驗溫計垂直立起時,毛細管中紅墨水的液面距管口較近。為了使紅墨水在毛細管中有適當的高度,可用手握住驗溫度的玻璃球(或放入溫水中)將紅墨水趕出一部分(若紅墨水的液面過低,可於管口處向玻璃球中吹入少許空氣)。

取長方形薄木板一塊(長約 60—70 厘米,寬約 15 厘米),距一邊邊約 5 厘米處平行長邊挖一淺溝。然後將木板塗以白漆。將驗溫計的毛細管放入長方形木板的溝中(參看圖 14),將兩個橡皮圈套在毛細管上並在木板上下兩端將橡皮圈拉到木板的背面,然後

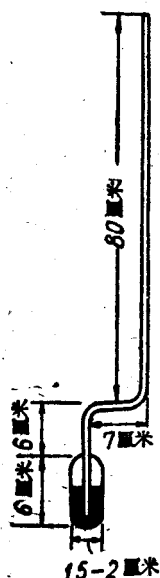


圖 13.

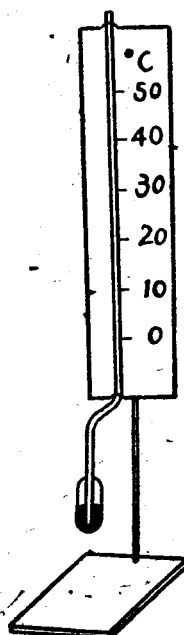


圖 14.

用圖釘將橡皮圈固定在板上。在木板背面中央釘好 2 個帶孔的長方形小木板，其一在木板的下部，另一在上部，將鐵台的鐵柱穿入兩個小木板的孔中，將一小鐵夾夾在靠上板的鐵柱上。這樣，就將驗溫計和木板懸挂在鐵台上了，同時移動鐵柱的小鐵夾就能使驗溫計上下自由移動。

將驗溫計的玻璃球放在燒杯中，燒杯中再放一溫度計，然後用溫水和鹽水調整溫度。根據溫度計找出 0° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40° 、 50°C 時在驗溫計毛細管中紅墨水液面的高度，並將度數寫在木板上（或將紅紙或黑紙剪好的度數貼在木板上）。

六、儲氣瓶 圖 15 的儲氣瓶裝置較比簡單，其主要組成部分是一個下口瓶和一個細口瓶。兩瓶的體積為 1500—2500 毫升。

圖 16 的儲氣瓶在使用時較方便。但在裝備時稍繁。下面的瓶子是 1500—2500 毫升的下口瓶，上面倒立的瓶子是底座被炸掉的大鹽酸瓶。利用此儲氣瓶儲氣時必須先用小號橡皮塞將流水管的上口塞緊。否則打開下口瓶的下口時會將瓶中的水從下口壓出。當充氣後再將小橡皮塞取掉。

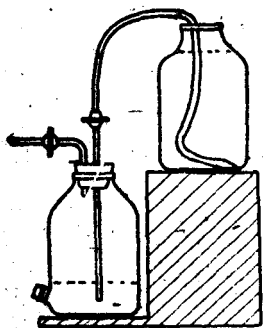


圖 15.

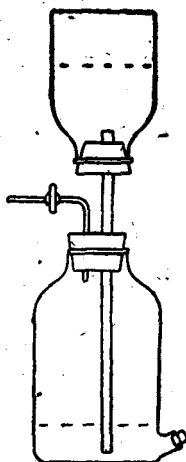


圖 16.

七、鋁整流器 鋁整流器的裝置如圖 17。

在長方形玻璃水槽(高 18 厘米,寬 12 厘米,厚 6 厘米)上裝一木蓋,木蓋上打 2 個直徑約 2 厘米的孔,孔中各放一橡皮塞。將直徑約 0.5—1 厘米的鋁棒和碳棒通過橡皮塞懸在玻璃槽中。鋁棒和碳棒之間的距離約 6—8 厘米。為了避免兩極產生的氣體在玻璃槽中相混,在鋁棒上套一玻璃管,這樣,在鋁極上生成的氣體可經玻璃管由橡皮塞的孔直接逸出水槽的外面。與 220 伏交流電相聯的兩股導線之一接到鋁棒上,另一股聯在接綫柱(+極)上。將聯接碳棒的導線通過木蓋中央的電開關接在另一接綫柱(—極)上。玻璃水槽水中裝入 0.1—1 N $NaHCO_3$ 溶液。當通電後,在很

短時間內就形成了半波整流。利用圖 17 的裝備可進行離子移動、电泳以及电热等實驗。

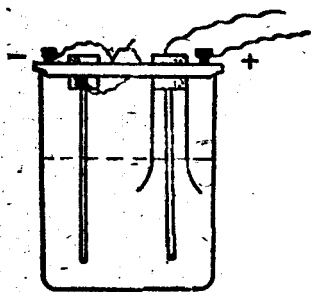


圖 17.

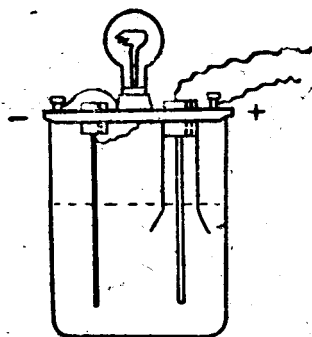


圖 18.

一 在進行電解實驗時，為了避免電壓過高，可利用圖 18 的裝備。此裝備僅將圖 17 的電開關改成燈泡，以增加電阻。利用不同瓦數的燈泡，在電解各種電解質時均能獲得明顯的效果，同時也可利用燈泡的旋轉作為電開關。在進行導電實驗時，此裝備上的燈泡用做指示燈。

利用上面 2 個裝備對於一般的有關直流電的實驗均獲得完滿

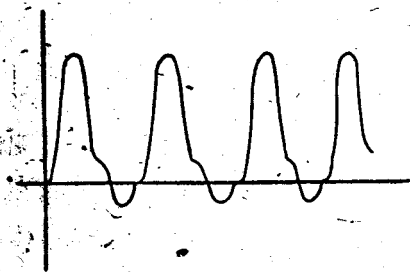


圖 19.

的解決。用示波器檢查整流後的波形(圖 19)，發現波形並不十分好。關於形成這種不太好的半波整流的原因還未能作深入研究。

若利用 4 個鋁整流器組成橋式整流，可獲得完整的全波整流(圖 20)。當然對普通化學實驗採用橋式整流並不十分必要。

鋁整流器中的溶液亦可用碳酸鈉或磷酸鹽的。碳極亦可用細

鉑絲或鉛片等代替(鉛片适合用于磷酸盐溶液中)。

八、表演用的大型电流表和电压表 實驗中所用的大型电流表和电压表可用坏表改装,其型式如圖 21。电压表的規格是 2 伏特,电流表是 3 毫安。

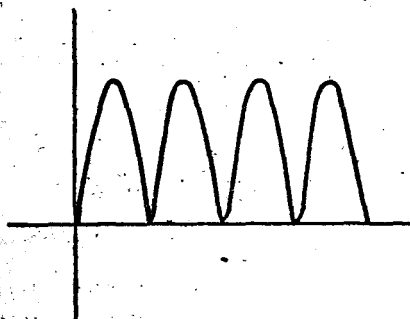


圖 20.

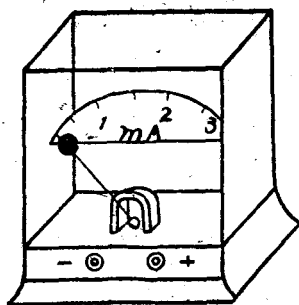


圖 21.

在試驗大电流时,亦可应用 3mA 的毫安計,但必須用一分流器。簡便的分流器可將一定長度的电阻絲卷成螺旋形并在电阻絲两端接 2 个橡胶插头(圖 22)。在使用时将此分流器插在表演用毫安計上的接綫柱。

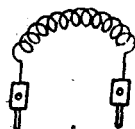


圖 22.

第一章 化学反应速度与化学平衡

§ 1-1. 濃度对化学反应速度的影响

目的 通过三氯化鉄与二氯化錫的反应了解化学反应速度与反应物濃度的依賴关系。



藥品 1. 0.1N SnCl_2 溶液(为了防止 SnCl_2 水解,在配制溶液时先用少許盐酸

将 SnCl_2 溶解, 然后再用水稀释。此溶液 500 毫升中约含 $6N$ HCl 溶液 10 毫升)。
 2. $0.05N$ SnCl_2 溶液。3. $0.025N$ SnCl_2 溶液。4. FeCl_3 和 NH_4CNS 的混合溶液: $0.1N$ FeCl_3 溶液 20 毫升加入 $0.1N$ NH_4CNS 溶液 60 毫升, 再加入 $6N$ HCl 溶液 100 毫升, 然后用蒸馏水稀释成 500 毫升。

仪器。1. 表演木架。2. 大试管三支 (试管的长度约为 16 厘米, 直径约为 3 厘米。将此三支试管固定在表演木架的转板上, 图 23)。3. 表演杯三个。4. 电钟。5. 电开关 (将市面所售的带有秒针的直径约为 25 厘米的电钟放在一特制的木座上, 并在木座上装好一电开关)。

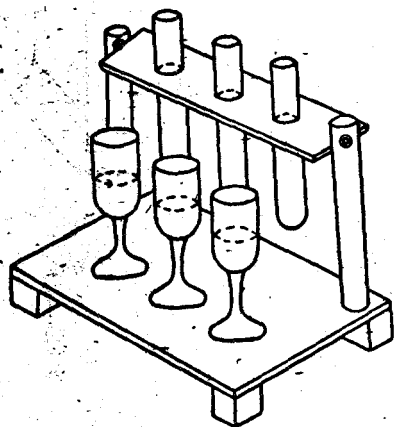


图 23.

操作 向三支大试管中分别注入 $0.1N$ 、 $0.05N$ 、 $0.025N$ 的 SnCl_2 溶液各 50 毫升。三个表演杯中各注入 FeCl_3 和 NH_4CNS 的混合液 50 毫升。将三个表演杯放在表演木架的平板上, 并使其位置对准三支大试管。

开始实验, 手持旋转木板上中间的大试管的底

部, 转动木板, 使三支试管中的溶液同时倾入三个表演杯中。在向表演杯中倾入 SnCl_2 溶液的同时, 扭开电钟的开关。当加入 SnCl_2 溶液后, 则见三个表演杯中的血红色溶液的颜色逐渐减退。不久, 加入 $0.1N$ SnCl_2 的溶液首先退成无色, 其次加入 $0.05N$ SnCl_2 的溶液退成无色, 最后加入 $0.025N$ SnCl_2 的溶液退成无色。当三个表演杯中的溶液变成无色时, 分别记下它们所需的时间。

实验过程中不仅看出, 浓度大, 则反应速度快, 同时由记录的时间可很好地说明反应速度与 SnCl_2 的浓度成正比。

下面给出 21°C 时的实验记录, 以供参考。