

普通高中课程标准实验教科书

化学

实验报告册

(物质结构与性质)



山东教育出版社

说 明

本实验报告册根据现行课程标准编写,主要适用于江苏教育出版社 2006 年出版的《普通高中课程标准实验教科书 物质结构与性质》,供高中生配合实验课使用。

本书力图体现学生学习的自主性,所设计的许多栏目能够较好地帮助学生理解实验目的和原理,培养学生的思维能力、实验设计和动手操作能力。各栏目功能如下:

[预习思考]将本实验中可能用到的知识或学生已有的知识基础以问题的形式呈现,目的是引导学生课前复习回顾或引起对要探究的实验的探究兴趣。

[实验目的]给出了本实验应达到的知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观目标,目的是明确实验任务。

[实验用品]给出了探究活动所需的仪器和药品,目的是让学生顺利地进行实验。

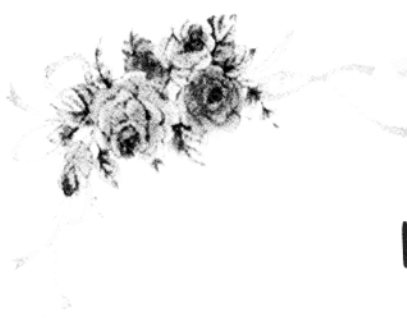
[实验过程]一般呈现了实验的设计依据或操作过程,在操作过程后的联想质疑或探究活动记录,便于学生对观察到的实验现象进行记录,对本实验中的问题进行思考从而得出结论。

[问题探究]将与本实验有关的知识或与生活联系密切的内容以问题形式呈现,是对本实验内容的拓展,目的是引导学生概括总结本实验涉及的主要知识,并用所学知识解释生活中的问题、现象。

参加本册编写的有姜亚澳、高利才等同志,最后由赵玉玲同志统稿。

由于编者的水平及对新课改的认识的局限,不足之处在所难免,诚望广大教师 and 同学们提出宝贵意见。

2006 年 7 月



目 录

1. 焰色反应	(1)
2. 同周期元素性质的递变	(4)
3. 同主族元素性质的递变	(8)
4. 金属晶体中金属原子的三种常见的堆积方式	(12)
5. 观察原子轨道、杂化轨道、共价键模型 组装典型分子的球棍模型	(16)
6. 分子的极性	(20)
7. 配合物的结构、性质及应用	(23)





焰色反应



预习思考

1. 霓虹灯的五光十色、焰火的五彩斑斓是如何产生的？为什么会产生各种颜色的光？
2. 原子核外电子的运动状态是由哪几个方面决定的？
3. 原子核外电子的排布遵循什么原理？
4. 当原子核外电子吸收能量后会发生怎样的变化？变化后的状态是否稳定？



实验目的

1. 了解焰色反应，并能利用焰色反应检验钾、钠及其化合物。
2. 通过焰色反应，了解原子核外电子的运动状态和原子的构造原理。
3. 知道原子核外电子在一定条件下会发生跃迁，并了解其简单应用。
4. 通过实验事实激发学生积极探索物质结构的兴趣，加深学生对结构决定性质、性质体现结构的理解。



实验用品

酒精灯(或煤气灯)、铂丝(或光洁无锈的铁丝、镍丝、铬丝、钨丝)、蓝色钴玻璃片。
 Na_2CO_3 溶液、 Na_2CO_3 粉末、 KCl 粉末、 CaCl_2 溶液、 CuSO_4 溶液、稀盐酸。





实验过程

1. 操作:

[实验 1]把铂丝用盐酸洗涤后灼烧,反复多次,直至火焰变为无色。然后用铂丝蘸取 Na_2CO_3 溶液,放在酒精灯火焰上灼烧,观察火焰的颜色。再将铂丝用盐酸洗涤后灼烧至火焰无色,蘸取 Na_2CO_3 粉末,放在酒精灯火焰上灼烧,观察火焰颜色。

[实验 2]用干净的铂丝分别蘸取 KCl 粉末以及 Na_2CO_3 和 KCl 的混合物粉末,放在酒精灯火焰上灼烧,观察现象。在观察时,先直接观察,再隔着蓝色钴玻璃观察。

[实验 3]用干净的铂丝分别蘸取 CaCl_2 溶液、 CuSO_4 溶液放在火焰上灼烧,观察现象。

2. 探究活动过程记录:

物质	现象
Na_2CO_3 溶液	
Na_2CO_3 粉末	
KCl 粉末	
Na_2CO_3 和 KCl 的混合物粉末	
CaCl_2 溶液	
CuSO_4 溶液	

3. 结论:

(1) Na 、 K 、 Ca 、 Cu 元素的焰色反应分别呈_____颜色。

(2) 在观察 K 元素的焰色反应时,应透过_____观察。

联想质疑

(1) 做好焰色反应的关键是什么?

(2) 一次完整的焰色反应实验的步骤是怎样的?

(3) 做焰色反应实验时,所用溶液的浓度大一些为好,为什么? 用铂丝蘸一些蒸馏水后再蘸一些盐的粉末,这是为什么?



问题探究

1. 焰色反应是物理变化,还是化学变化?
2. 所有的金属或它们的化合物都能发生焰色反应吗?
3. 结合原子核外电子的运动状态及电子的排布规律揭示焰色反应的原理。
4. 请设计四种实验方案区别 K_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 两种粉末。
5. 将原子的原子轨道 $1s \sim 6d$ 按轨道能量由低到高排列为_____。
若某元素原子核外有 4 个电子层,最外层有 1 个电子,请写出满足该条件的元素原子的核外电子排布式。

同周期元素性质的递变



预习思考

1. 请写出第三周期的八种元素的原子核外电子排布式和外围轨道表示式。并分析这八种元素原子核外电子排布的递变性。
2. 判断元素的金属性强弱通常可通过哪些实验方法?
3. 判断元素的非金属性强弱通常可通过哪些实验方法?
4. 同一周期,自左而右,元素的第一电离能(I_1)和电负性分别呈怎样的变化规律?



实验目的

1. 探索第三周期元素金属性、非金属性的递变趋势,认识同周期元素性质的递变规律。
2. 进一步熟练向试管中滴加液体的操作。



实验用品

试管、试管夹、试管架、胶头滴管、酒精灯、小刀、滤纸、玻璃片、镊子、砂纸、火柴。

钠、镁条、铝片、氯水(新制)、 Na_2S 溶液、 NaOH 溶液($1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、 MgCl_2 溶液、 AlCl_3 溶液、稀盐酸($1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、酚酞试液、蒸馏水。



实验过程

请你利用所给仪器和试剂设计并完成实验,验证钠、镁、铝三种元素原子失电子能力相对强弱和元素金属性向非金属性的递变、验证 S、Cl 的非金属性的强弱。

实验方案:

实验记录:

实验内容	实验现象	结 论

联想质疑

1. 怎样写实验报告?

某同学做同周期元素性质递变规律实验时,自己设计了一套实验方案,并记录了有关实验现象(见下表,表中的“实验方案”与“实验现象”前后不一定是对应关系)。

实验步骤	实验现象
① 将镁条用砂纸打磨后,放入沸水中;再向溶液中滴加酚酞溶液	A. 浮在水面上,熔成小球,做不定向移动,随之消失,溶液变成红色
② 向新制得的 Na_2S 溶液中滴加新制的氯水	B. 有气体产生,溶液变成浅红色
③ 将一小块金属钠放入滴有酚酞溶液的冷水中	C. 剧烈反应,迅速产生大量无色气体
④ 将镁条投入稀盐酸中	D. 反应不十分剧烈,产生无色气体
⑤ 将铝条投入稀盐酸中	E. 生成白色胶状沉淀,继而沉淀消失
⑥ 向 AlCl_3 溶液中滴加 NaOH 溶液至过量	F. 生成淡黄色沉淀

请你帮助该同学整理并完成实验报告。

(1) 实验目的: _____

(2) 实验用品:

试剂:金属钠、镁条、铝条、稀盐酸、新制氯水、新制 Na_2S 溶液、 AlCl_3 溶液、 NaOH 溶液等。

仪器:① _____、② _____、③ _____、试管夹、镊子、小刀、玻璃片、砂纸等。

(3) 实验内容:(填写与实验步骤对应的实验现象的标号和化学方程式)

实验内容	实验现象	化学方程式
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		

(4) 实验结论: _____。

(5) 请用原子结构的知识简单解释上述结论。

2. 在第三周期元素中,最活泼的金属是 _____,最活泼的非金属是 _____,第一电离能最大的是 _____,最小的是 _____,电负性最大的是 _____、最小的是 _____, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 除能溶解于强酸外,还能溶解于强碱,说明 Al 元素已表现出一定的 _____ 性。

3. 第三周期元素所对应的最高价氧化物的化学式分别为 _____,最高价氧化物的水化物按碱性依次减弱、酸性依次增强的顺序排列为 _____,所能形成的气态氢化物按稳定性依次增强的顺序排列为 _____。



问题探究

1. 以下是元素周期表的一部分,按要求回答下列问题:

主族 周期	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	0
二				①	②	③	④	
三	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫

- (1) 写出①、②两种元素的名称_____。
- (2) 写出⑧、⑨两种元素的符号_____。
- (3) 在这些元素中,_____是最活泼的金属元素;_____是最活泼的非金属元素;_____是最不活泼的元素。
- (4) 这些元素的最高价氧化物对应的水化物中,_____酸性最强;_____碱性最强;能形成两性氢氧化物的元素是_____。
- (5) 从⑤到⑪元素中_____原子半径最小。
- (6) ⑤与⑥的化学性质_____更活泼;怎样用实验证明(简述操作、现象和结论)? _____。

2. 已知同周期 X、Y、Z 三种元素的最高价氧化物的水化物的酸性由强到弱的顺序是 $\text{H}_2\text{XO}_4 > \text{H}_2\text{YO}_4 > \text{H}_3\text{XO}_4$, 下列判断正确的是()。

- A. 三种元素阴离子的还原性按 X、Y、Z 的顺序增强
- B. 单质的氧化性按 X、Y、Z 的顺序减弱
- C. 原子半径按 X、Y、Z 的顺序减小
- D. 气态氢化物的稳定性按 X、Y、Z 的顺序增强

3. A、B、C、D、E 五种元素从左到右按原子序数递增(原子序数为 5 个连续自然数)的顺序如下排列:

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

下列说法中正确的是()。

- A. E 元素的最高化合价为 +7 价时, D 元素的负化合价可为 -2 价
- B. $\text{A}(\text{OH})_n$ 为强碱时, $\text{B}(\text{OH})_m$ 也一定为强碱
- C. H_nDO_m 为强酸时, E 的非金属性一定很强
- D. H_nCO_m 为强酸时, E 的单质可能有强还原性



同主族元素性质的递变



预习思考

1. 元素周期表中,同主族元素原子的核外电子排布有什么特点?请分别写出各主族元素的外围电子排布式。

2. 同一主族的元素从上到下,元素的第一电离能、电负性各呈现怎样的变化规律?原子半径、电子层数、元素的金属性和非金属性是怎样递变的?

3. 同一主族元素的性质有哪些相似性?同主族元素性质的相似性和递变性有何应用?

4. 根据元素非金属性强弱的判断依据,列举判断卤族元素(VII A 族)非金属性递变的事实。



实验目的

1. 探索 I A 族元素的金属性的递变、VII A 族元素的非金属性的递变趋势,认识同主族元素性质的递变规律。

2. 进一步熟练基本实验操作。





实验用品

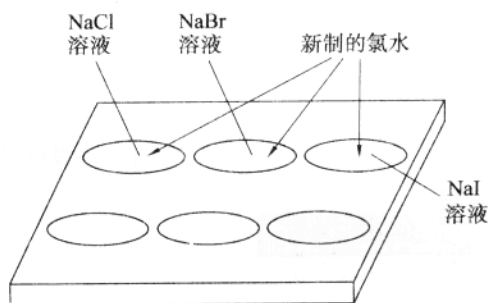
锥形瓶(100 mL)、量筒、胶头滴管、点滴板、小刀、滤纸、玻璃片、镊子、砂纸。
钠、钾、氯水(新制)、溴水、NaCl 溶液、NaBr 溶液、NaI 溶液、酚酞试液、蒸馏水。



实验过程

[实验 1]在两个锥形瓶里分别注入 50 mL 蒸馏水,取绿豆大小的一块钠和一块钾分别投入两锥形瓶里的水中,观察现象。再分别滴入 3 滴酚酞试液,观察现象。比较钠与水反应和钾与水反应的现象。

[实验 2]取一块白色点滴板,在三个孔穴中分别滴入 3 滴 NaCl 溶液、NaBr 溶液、NaI 溶液,再向孔穴中分别滴入 2 滴新制的氯水(如图),观察现象。



卤素之间的置换反应

[实验 3]用溴水代替氯水在另三个孔穴中做上述实验,观察现象。

实验探究过程记录:

[实验 1]

实验内容	实验现象	化学方程式	实验结论
钠与水反应			
钾与水反应			

[实验 2]和[实验 3]

		NaCl 溶液	NaBr 溶液	NaI 溶液
加氯水	现象			
	方程式			
加溴水	现象			
	方程式			
结论				

联想质疑

(1) 根据金属钾、钠的性质,预测ⅠA族其他元素单质的性质。

(2) 通过比较钠与水、钾与水的反应,以及氯、溴、碘之间的置换反应,能得出什么结论?请用原子结构的有关理论解释该结论。

(3) 上面实验中所用的氯水为什么需要新制的?



问题探究

1. 请根据元素周期律和元素周期表回答以下问题。

(1) 下列叙述中,正确的是()。

- A. 同周期元素中,ⅦA族元素的原子半径最大
- B. ⅥA族元素的原子,其半径越大,越容易得到电子
- C. 室温时,0族元素的单质都是气体
- D. 元素周期表中从ⅢB到ⅡB这10个纵列的元素都是金属元素

(2) X、Y、Z、W均为短周期元素,它们在元素周期表中的位置如下图所示。若Y原子的最外层电子数是次外层电子数的3倍,下列说法中正确的是()。

- A. 原子半径: $W > Z > Y > X$
- B. 最高价氧化物对应水化物的酸性: $Z > W > X$
- C. 四种元素的单质中,X单质的熔、沸点最高
- D. W的单质能与水反应,生成一种具有漂白性的物质

X	Y	
	Z	W

(3) 铊(Tl)位于元素周期表的ⅢA族。有的同学预测:单质铊能与盐酸反应放出氢气,氢氧化铊是两性氢氧化物。你认为这位同学的预测正确吗?说明你的理由。

2. 利用元素周期表,根据元素性质的相似性将左右两列的元素配对。

氩(Kr)	钠(Na)
磷(P)	氖(Ne)
钾(K)	钙(Ca)
镁(Mg)	硫(S)
硅(Si)	氮(N)
氧(O)	碳(C)

3. 元素 X 可以形成双原子分子 X_2 ; 元素 X 的单质与金属钠反应时形成 -2 价的阴离子。请回答:

(1) X 在元素周期表中位于哪一族?

(2) 写出金属钠与 X 的单质反应生成的化合物的化学式_____。

5. 制冷剂是一种易被压缩、液化的气体,液化后在冷冻机的管内循环,蒸发时吸收热量,使环境温度降低,达到制冷目的。人们曾采用过乙醚、氨、氯甲烷等做制冷剂,但它们不是有毒,就是易燃。于是,科学家们根据元素及其化合物性质的递变规律来开发新的制冷剂。

某些元素及其化合物的易燃性、毒性的变化趋势如下:

(1) 氢化物的可燃性:第二周期_____ > _____ > H_2O 、 HF ;

第三周期_____ > _____ > _____ > _____。

(2) 化合物的毒性: $PH_3 > NH_3$; H_2S _____ H_2O ; CS_2 _____ CO_2 ; $CCl_4 > CF_4$ 。于是,科学家们把注意力集中在含 F、Cl 的化合物上。

(3) 已知 CCl_4 的沸点为 $76.8^\circ C$, CF_4 的沸点为 $-128^\circ C$, 新的制冷剂的沸点应介于其间。经过较长时间的反复试验,一种新的制冷剂氟利昂-12(CCl_2F_2) 终于诞生了,其他类似的还可能有_____。

(4) 尽管这种制冷剂因能破坏大气中的_____造成环境污染而逐渐被替代,但求助于元素周期表中元素及其化合物的_____ (从下列各项中选取) 变化趋势来开发制冷剂的科学思维方法是应该借鉴的。

① 毒性 ② 沸点 ③ 易燃性 ④ 水溶性 ⑤ 颜色

金属晶体中金属原子的三种常见的堆积方式



预习思考

1. 何为金属键？金属键的成键粒子是什么？金属键有无方向性和饱和性？金属键强弱的衡量标准是什么？
2. 金属有哪些物理通性？这些物理通性分别与金属晶体结构的哪些方面有直接关系？
3. 晶体有何特点？何为晶胞？
4. 金属晶体中金属原子有哪三种常见的堆积方式？



实验目的

1. 初步理解金属晶体中金属原子的堆积情况。
2. 通过动手堆积体验微观结构的奥妙。
3. 培养学生求真、创新的精神。



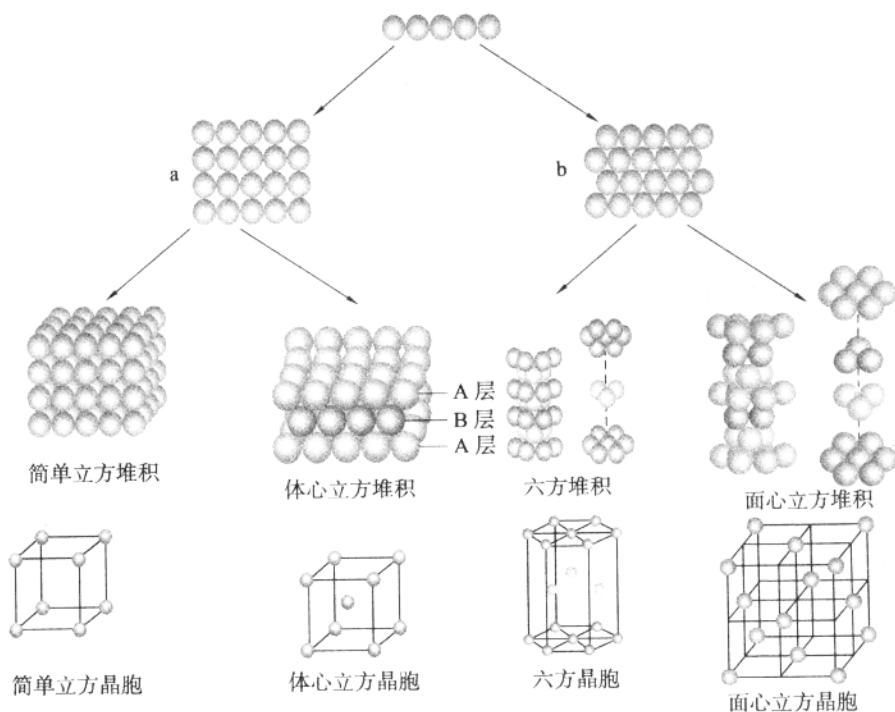
实验用品

小球(乒乓球等)、透明的塑料盒。



实验过程

金属原子的堆积方式(参见课本 P32 图 3-8)



1. 按上图金属原子的堆积方式,用乒乓球在透明的塑料盒中,动手分别堆积出来。并观察各种堆积的差异。

2. 观察 a、b 两种堆积方式,谁为非密置层? 谁为密置层?

3. 观察 b 种堆积有哪两种不同的空隙?

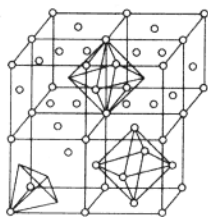
4. 如果体心立方堆积方式为“ABABAB……”堆积,那么请观察六方堆积和面心立方堆积分别为什么方式的堆积?

联想质疑

(1) 金属晶体中金属原子的常见堆积方式一般是体心立方堆积、六方堆积、面心立方堆积(即上页图中后三种),而一般不形成第一种简单立方堆积。这是为什么?

(2) 关于从堆积方式中抽取出晶胞的方法不是我们中学化学中要求的,所以不要试图从面心立方堆积中抽取面心立方晶胞。但是我们可以针对晶胞图分析各种晶胞所占有的原子数。试分析体心立方晶胞、六方晶胞、面心立方晶胞中各包含多少个原子?

(3) 右图是面心立方堆积的示意图,结合自己动手堆积的模型,分析在面心立方堆积中存在什么样的空隙?



问题探究

1. 金属晶体的形成是因为晶体中存在()。

- A. 金属离子间的相互作用
- B. 金属原子间产生相互作用
- C. 金属离子与自由电子间的相互作用
- D. 金属原子与自由电子间的相互作用

2. 某些金属晶体(Cu、Ag、Au)的原子按面心立方的形式紧密堆积,即在晶体结构中可以划出一块正立方体的结构单元,金属原子处于正立方体的八个顶点和六个侧面上,试计算这类金属晶体中原子的空间利用率。