

三册

鄧祿和 簡國材 胡紹楓 編

化学辅导员



科学普及出版社

化 学 辅 导 员

二 册

郑禄和 简国材 胡绍枫 编

科 学 普 及 出 版 社

内 容 提 要

《化学辅导员》的开头几册是为配合全国统编中学化学教材而编写的课外解题辅导材料。从初三到高二按年级分为三册，对应于初三、高一、高二的课本内容。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深加以编排。对于难度较大的或典型的习题给予必要的提示、分析或解答。每册书末安排了“赛一赛”，供读者学完全书后练习。

本书适用于中学生、知识青年的平时练习或升学复习。另外对某些中学化学教师的备课，也有一定参考价值。

《化学辅导员》二册，对应于高一的课本内容。

化 学 辅 导 员

二 册

鄧禄和 简国材 胡绍佩 编

封面设计：赵一东

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷一厂印刷

*

开本：787×1092毫米^{1/32} 印张：4^{1/4} 94千字

1980年10月第1版 1980年10月第1次印刷

印数：1—1,150,000册 定价：0.33元

统一书号：13051·1115 本社书号：0132

前 言

党的工作重点转移到四个现代化以后，广大中学生和知识青年迫切需要阅读有益的课外读物，借以扩大知识领域，增强自学能力。

为了满足中学生和知识青年对课外读物的迫切要求，我们编写了这套《化学辅导员》。这套书的开头几册是配合全国统编中学化学教材选编的课外解题辅导材料。从初三到高二按年级分为三分册，对应于初三、高一、高二的课本内容。将来根据需要与可能，再编写出版其他辅导材料。

本书选题着重基础知识，按课本顺序由浅入深编排；对一些典型的和难度较大的习题给予必要的提示、分析、解答和辅导，借以帮助读者理解。

读者在书面解答任一问题时，不应忙于着手去写答案，一般应该经过审、设、突、表、检五个环节。首先要认真思考题意，即审题，其次要根据思考的线索周密地设想，再找出突破口，而后把解题步骤规范化地表达出来，最后还要细致地反复检查。

为了便于读者自学，除对所有计算题在题目后附有答案外，对个别难度较大的题目在各章之后也附有答案或答案要点。计算题的答案，一般要求精确到三位有效数字。

本书末尾，编者拟了一份试题，供读者学完全书后练习。

由于编者水平所限，难免存在缺点和错误。对此，希望广大读者批评、指正！

编 者 1980年5月

目 录

硫 硫酸.....	(1)
摩尔 反应热.....	(17)
物质结构 元素周期律.....	(46)
氮族.....	(68)
化学反应速度和化学平衡 合成氨.....	(81)
碳族 胶体.....	(108)
赛一赛.....	(126)

硫 硫酸

硫是一种重要的非金属元素。它的性质与我们已学过的氧很相似。氧(O)、硫(S)和另外三种性质相似的元素硒(Se)、碲(Te)、钋(Po), 统称为氧族元素。

氧化-还原反应是本册书的一个难点, 也是一个重点, 因而从这一部分起, 就侧重于对氧化-还原反应加以辅导。

例 1 至少用两个实验说明硫化氢的还原性, 并用原子结构初步知识加以解释。

辅导 关于氧化-还原反应, 必须弄清楚两点: (1) 凡有电子转移(或共用电子对偏移)的这一类化学反应, 称为氧化-还原反应。氧化-还原反应的特征是反应前后某些元素的化合价有改变。(2) 原子(或离子)失电子的变化叫氧化, 失电子的原子(或离子)有还原性, 是还原剂; 原子(或离子)得到电子的变化叫还原, 得电子的原子(或离子)有氧化性, 是氧化剂。氧化和还原是一对矛盾, 同时存在, 同时发生。具有还原性的物质可以和氧化性较强的物质发生反应。

由于卤素原子和氧原子最外电子层的电子数较多, 具有较易夺取电子形成惰性气体元素结构的倾向, 因此都有较强的氧化性。硫元素有几种不同的化合价, 其中价态较高的硫由于核电荷数超过核外电子总数, 故有夺取电子被还原的倾向, 所以浓 $\overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}$ 、 $\overset{+6}{\text{SO}_3}$ 、 $\overset{+4}{\text{H}_2\text{SO}_3}$ 以及 $\overset{+4}{\text{SO}_2}$ 均有氧化性, 这些物质都可以把-2价的硫氧化。此外, S原子也具有夺电子的能力, 所以也有氧化性。

答 第一个实验: 碘水与硫化氢反应。

硫化氢通入碘水中, 褐色的碘水颜色将逐渐变浅, 溶液

会逐渐变浑，最后呈乳白色，结果生成了不溶于水的硫。

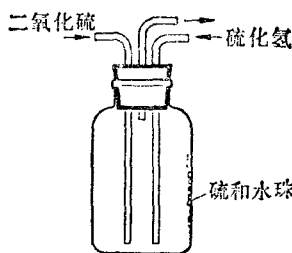
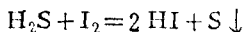
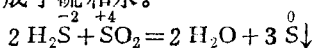


图 1

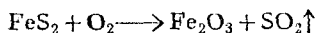
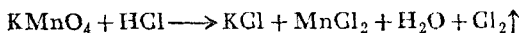
第二个实验：硫化氢与二氧化硫的反应。

在图 1 的装置中，同时通入无色的、有刺激性气味的二氧化硫气体和无色而有臭鸡蛋气味的硫化氢气体，两种气体相遇^①会产生烟雾状物，并在广口瓶的壁上出现黄色固体和小液滴，这是生成了硫和水。



在上述两个实验中， H_2S 是还原剂，实际上是一 2 价的硫有还原性，是还原剂。 $\overset{-2}{\text{S}}$ 的结构示意简图是 $+16 \left. \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 8 \end{array} \right\}$ ，已形成稳定的 8 电子结构，核电荷数又少于核外电子总数，故它不能再得电子，而只有失去较多的电子被氧化的倾向，所以只有还原性。 $\overset{-2}{\text{S}}$ 可和氧化性较强的氧化剂如卤素、氧气等反应，也能和二氧化硫反应。

例 2 如何配平下列反应的化学方程式？并指出氧化剂和还原剂。



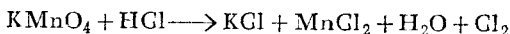
辅导 氧化-还原反应往往比较复杂，在一个反应中既存在电子得失或电子对的偏移（即氧化-还原过程），同时又存在着非氧化-还原

^① 确切地说，在潮湿环境相遇。当有水或水蒸气作催化剂时，这个反应可顺利进行。

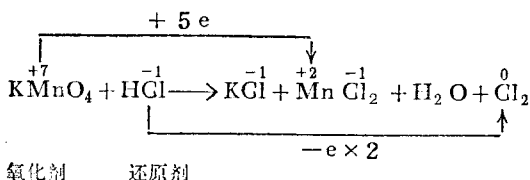
过程。在氧化-还原反应中，氧化剂得到的电子来自还原剂失去的电子，由于整个体系显中性，因此它们得失电子总数必然相等。

答 配平氧化-还原反应的方程式可分五步进行，以第一个反应为例分析如下：

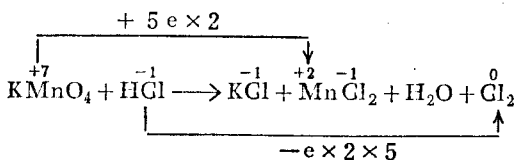
(1) 写出反应物和生成物的分子式。



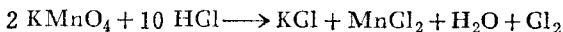
(2) 标出各有关元素的化合价（确切地说是氧化数^①），根据化合价的改变确定得失电子的数目。



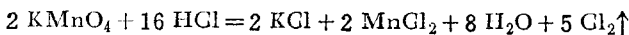
(3) 根据得失电子总数相等的原则，按最小公倍数的关系，使氧化剂和还原剂得失电子总数相等。



(4) 将“×”号后的数字或乘积分别写在氧化剂和还原剂分子式的前面。



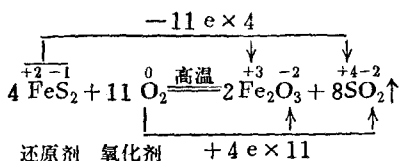
(5) 最后使反应前后各元素原子总数相等，将箭头改为等号，并注明生成气体(↑)、沉淀(↓)及反应条件。



① 氧化数：某元素的一个原子与其它原子结合时显电性的化合价数值。

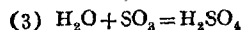
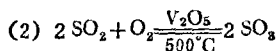
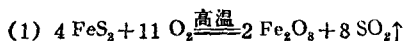
在最后这个步骤中，要首先抓住主要矛盾。2个 $\overset{+7}{\text{Mn}}$ 得 5×2 ，被还原为2个 $\overset{+2}{\text{Mn}}$ ，在 MnCl_2 前面写上一个“2”字；10个 $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 失 $e \times 2 \times 5$ ，被氧化生成5个 Cl_2 ，在 Cl_2 的前面写上一个“5”字。然后，再考虑化合价没改变的元素。生成物 KCl 中的 K^+ 全部来自 KMnO_4 ，从而确定 KCl 的分子数为2；生成物中的氯元素又全部来自 HCl ，从而又确定 HCl 的分子数为16；最后确定水分子的数目。这样，问题就迎刃而解了。

在黄铁矿燃烧的反应中，情况似乎比较复杂，有三种元素得失电子。在这种情况下既可以把失电子的元素放在一起考虑，也可以把得电子的元素放在一起考虑。此外，如果在反应物或生成物中有双原子分子时，往往考虑一个分子中总共得失的电子数。

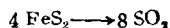


例 3 根据接触法制硫酸的反应原理，若有含 FeS_2 75% 的黄铁矿 4000 吨，问能制取多少吨 98% 的浓硫酸？

分析 由接触法制硫酸，需要进行如下反应：



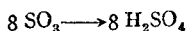
由化学方程式(1)可知：



由化学方程式(2)可知：



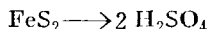
由化学方程式(3)可知:



由此可得关系式: $4 \text{FeS}_2 \longrightarrow 8 \text{H}_2\text{SO}_4$

即 $\text{FeS}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_4$

解 设 FeS_2 (4000 吨 $\times 75\% = 3000$ 吨) 完全反应时, 制得 x 吨纯硫酸



$$\frac{120}{3000} = \frac{2 \times 98}{x}$$

$$x = \frac{2 \times 98 \times 3000}{120} = 4900 (\text{吨})$$

折算成 98 % 的浓硫酸为: $4900 \div 98\% = 5000$ (吨)

答: 含 FeS_2 75% 的黄铁矿 4000 吨可制得 98 % 的浓硫酸 5000 吨。

例 4 某硫酸厂在生产过程中经常损失 1 % 的硫, 该厂如果每天生产 50 吨 98% 的浓硫酸, 问每年要消耗含 FeS_2 70% 的黄铁矿多少吨?

分析 生产过程中损失 1% 的硫, 说明硫酸的实际产量为理论产量的 99%。

$\therefore$ 实际产量 = 理论产量 $\times$ 产率

$\therefore$ 纯硫酸的理论产量为: $50 \times 98\% \div 99\%$ (吨)。列算式时应把纯硫酸的理论产量和 $x \times 70\%$ (吨) 黄铁矿相对应才行。

解 设某厂每天消耗黄铁矿 x 吨

$$\frac{\text{FeS}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_4}{\frac{120}{x \times 70\%}} = \frac{2 \times 98}{50 \times 98\% \div 99\%}$$

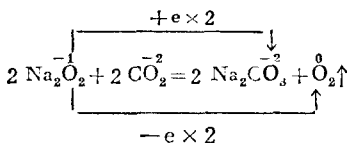
$$x = \frac{120 \times 50 \times 98\%}{2 \times 98 \times 70\% \times 99\%} = 43.3 (\text{吨})$$

每年消耗黄铁矿的吨数 = $43.3 \times 365 = 15804.5$ (吨)

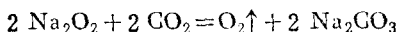
答：某厂每年消耗含 FeS_2 70% 的黄铁矿 15804.5 吨。

例 5 在某潜艇中各有过氧化钠 780 公斤。问：在理论上可吸收 CO_2 多少公斤？同时可放出 O_2 多少公斤？

分析 Na_2O_2 能与 CO_2 反应，放出 O_2 。在配平化学方程式时一定要注意 Na_2O_2 中氧的化合价是 -1 价。这可由 Na_2O_2 的结构来加以说明： $\text{Na}-\text{O}-\text{O}-\text{Na}$ ，其中 $\text{O}-\text{O}$ 键是非极性共价键，即化合价为零。这个反应属于自身氧化-还原反应。



解 设理论上吸收 x 公斤 CO_2 ，放出 y 公斤 O_2



$$\frac{2 \times 78}{780} = \frac{2 \times 44}{x} = \frac{32}{y}$$

$$x = \frac{2 \times 44 \times 780}{2 \times 78} = 440 (\text{公斤})$$

$$y = \frac{32 \times 780}{2 \times 78} = 160 (\text{公斤})$$

答：780 公斤的 Na_2O_2 ，理论上可吸收 440 公斤 CO_2 ，同时放出 160 公斤 O_2 。

***例 6** 15°C 时，某二价金属硫酸盐的饱和溶液的百分比浓度为 25%。取足量此溶液，加入 1 克上述硫酸盐的无水物，则析出 3.15 克七水合硫酸盐晶体。试确定此无水盐的化学式。

解 由于温度不变，某二价金属的硫酸盐的饱和溶液在整个过程中的百分比浓度始终保持 25%。

设析出的无水硫酸盐为 x 克 (不包括加的 1 克), 则同时析出的水与析出的无水盐的质量之和必然是 $(3.15-1)$ 克, x 和 $3.15-1$ 的比值应该是 $25:100$ 。

$$\therefore \frac{x}{3.15-1} = \frac{25}{100} \quad \therefore x = 0.538(\text{克})$$

共析出无水盐 (包括所加的 1 克) 1.538 克。

在析出的 3.15 克七水合硫酸盐中结晶水的含量为:

$$3.15 - 1.538 = 1.612(\text{克})$$

设 y 为无水硫酸盐 MSO_4 的分子量

$$\text{则} \quad \frac{18 \times 7}{y + 18 \times 7} = \frac{1.612}{3.15} \quad y = 120.2$$

$$\therefore \text{SO}_4^{2-} \text{的式量} = 32 + 16 \times 4 = 96$$

$$\therefore \text{M的原子量} = 120.2 - 96 = 24.2$$

原子量为 24 的二价金属是镁。

答: 该无水盐的化学式为 MgSO_4 。

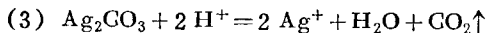
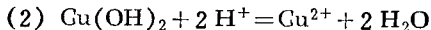
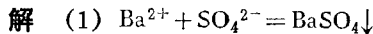
例 7 下列各组物质, 能发生反应的, 写出化学方程式 (属于离子反应的, 只写出离子方程式); 不能反应的, 要说明原因。

- (1) 硝酸钡溶液和稀硫酸;
- (2) 稀硝酸和氢氧化铜;
- (3) 碳酸银和稀硝酸;
- (4) 氯化钠和稀硫酸;
- (5) 氧化铁和稀盐酸;
- (6) 镁条和氧气;
- (7) 镁条和稀盐酸;
- (8) 铜和硝酸银溶液;
- (9) 银和稀硫酸;

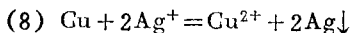
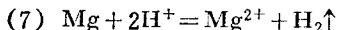
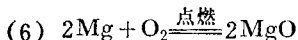
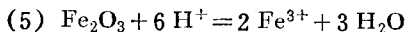
(10) 新制得的氯水和溴化钾溶液。

辅导 离子互换反应发生的条件是：生成难溶的、难电离的或易挥发的物质。

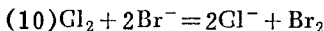
书写离子方程式时，要写出实际参加反应的离子符号；把难溶、难电离和易挥发的物质都用分子式表示。



(4) 不反应。原因是没有生成难溶的、难电离的或易挥发的物质。



(9) 不反应。原因是银的金属活动性不如氢强。



说明 新制的氯水中有游离态氯，如果搁置长久，则氯水中没有游离态氯。

习 题

1. 写出用铁、硫、水和浓硫酸制取硫化氢的化学方程式。

提示 浓硫酸要经过稀释后才能制取硫化氢。

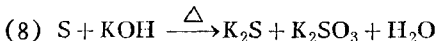
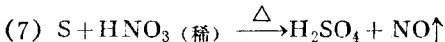
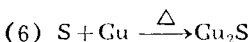
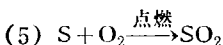
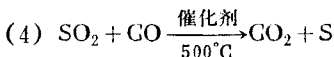
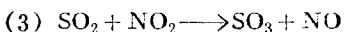
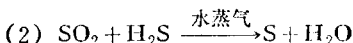
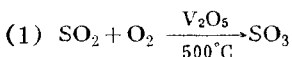
2. 无色透明的硫化氢水溶液，搁置在空气中会逐渐变浑，这是什么原因？写出化学方程式，并用原子结构的初步知识加以解释。

3. 为什么二氧化硫既有氧化性，又有还原性？为什么

浓硫酸只有强氧化性，没有还原性？为什么硫化氢只有还原性，没有氧化性？请举例说明，并写出有关的化学方程式。

说明 此题的氧化性和还原性均指硫元素而言。

4. 配平下列反应的化学方程式，并指出在(1)至(4)反应中二氧化硫的作用，(5)至(8)反应中硫的作用(作氧化剂还是还原剂)。



5. 某工厂每天要烧掉含硫 1.6% 的烟煤 100 吨。问：每年共浪费掉多少吨二氧化硫？如果能把这些二氧化硫回收，假定回收率为 90%，每年可增产 98% 的浓硫酸多少吨？(1168 吨、1642.5 吨)

6. 每一铁槽车可装 98% 的浓硫酸 2.5 吨。如果需要 2 吨硫铁矿才能制取一槽车上上述浓度的浓硫酸，求硫铁矿的纯度。(75%)

7. 用含硫 40% 的硫铁矿 400 吨制硫酸，在生产过程中损失了 2% 的硫。问：可制得多少吨 98% 的浓硫酸？(490 吨)

提示 硫的利用率为 98%，也就是硫酸的产率为 98%。

8. 实验室用锌、硫化亚铁和亚硫酸钠分别与硫酸反应制取氢气、硫化氢和二氧化硫，为什么常用 1:3 的硫酸溶液（1 体积浓硫酸用 3 体积水稀释）而不用浓硫酸？制这些气体是否都可应用启普发生器？为什么？

9. 下列气体哪些不能用浓硫酸干燥？为什么？

二氧化碳、氯化氢、二氧化硫、硫化氢、氢气、氨气、氧气。

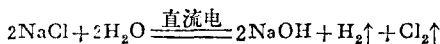
10. 往浓盐酸中加入浓硫酸，为什么会产生大量白雾，甚至会发生沸腾现象？

11. 按步骤写出由硫铁矿、空气、水、食盐、铜等原料制取硫酸铜、氯化铜和氢氧化铜的化学方程式。

提示（1）不能用铜和稀硫酸反应制取硫酸铜；

（2）只能用可溶性铜盐和可溶性碱反应来制取氢氧化铜（这是制取不溶性碱的方法）；

（3）电解食盐水可得烧碱溶液和氯气，有关的化学方程式为：



12. 一瓶化学纯的试剂，由于保存不妥已失去瓶签并可能变质。为了查明是什么试剂和所含杂质，某学生做了以下几个实验：

（1）在样品中加入稀硫酸后有刺激性气味气体生成，这种气体能使澄清的石灰水变浑，也能使一品红溶液褪色，但褪色后的一品红溶液久置后又逐渐恢复红色；

（2）样品溶于水后，加氯化钡溶液，有白色沉淀生成，该白色沉淀绝大部分溶于盐酸；

（3）样品在进行焰色反应时有黄色火焰，隔蓝色钴玻璃观看，并无紫色火焰。

根据上述实验现象，试判断这是什么试剂？含什么杂质？

产生杂质的原因是什么？

提示 一品红遇碱或非氧化性酸时，颜色不变化；遇 SO_2 (或 H_2SO_3) 则被漂白，生成无色的不稳定化合物；如遇强氧化剂 (如氯气) 则则可被氧化成无色物质。

13. 某学生为了证明氯气和硫化氢能发生氧化-还原反应，设计了一套制取这两种气体并证明这两种气体发生反应的装置(图 2)。试注明装置中各仪器及所盛药品的名称；装置如有错误请予以改正；是否可以用制取氯气的装置制硫化氢或用制硫化氢的装置制氯气？为什么？出口 A 处如果悬挂湿的蓝色石蕊试纸，试纸会发生什么变化？为什么？瓶 B 的壁上会出现什么现象？为什么？为了避免空气被污染，出口 A 应用直角导管联接，并通入一个盛有何种溶液的烧杯中？

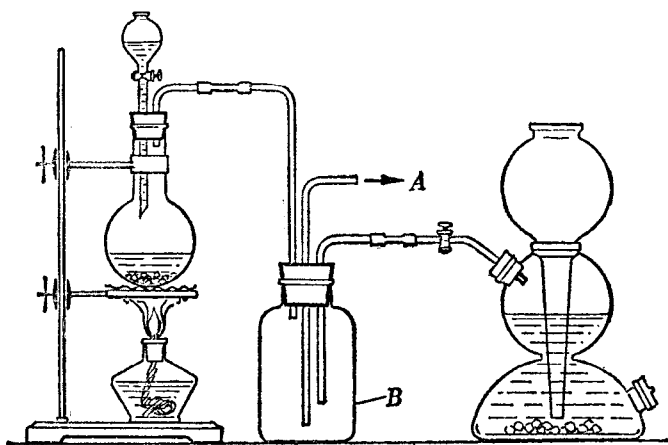


图 2

14. 配平下列反应的化学方程式。并标出氧化剂、还原剂以及电子转移方向和数目。

- (1) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- (2) $\text{Zn} + \text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- (3) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
- (4) $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HF} + \text{O}_2$
- (5) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
- (6) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{O}_2$
- (7) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
- (8) $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (9) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 +$

H_2O

- (10) $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (11) $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + \text{CaO} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaCrO}_4$
- (12) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$

15. 下列各组物质，能发生反应的，写出化学方程式（属于离子反应的，只写离子方程式）；不能反应的要说明原因。

- (1) 硫化亚铁和稀盐酸；
- (2) 硫化钠和稀硫酸；
- (3) 氢硫酸和烧碱溶液；
- (4) 硫化氢和硝酸铅溶液；
- (5) 氢硫酸被空气氧化；
- (6) 亚硫酸钠和稀硫酸；
- (7) 氢氧化钾溶液和稀硫酸；
- (8) 钠和水；
- (9) 氧化铜和盐酸；
- (10) 铁和稀硫酸；
- (11) 新制得的氯水和碘化钾溶液；