

目 录

第一章 重要的非金属及其化合物	1
第二章 物质结构与元素周期律	7
第三章 重要的金属及其化合物	14
第四章 物质的量	19
第五章 溶 液	26
第六章 化学反应速率和化学平衡	33
第七章 电解质溶液	39
第八章 烃	47
第九章 烃的衍生物	53
第十章 酯和脂类	61
第十一章 杂环化合物和生物碱	67
第十二章 糖	75
第十三章 蛋白质和核酸	80
复习训练参考答案	88
本章考核参考答案	110
主要参考书目	124

第一章 重要的非金属及其化合物



学习目标

1. 掌握氯气的性质，卤族元素性质递变规律，氮气、氨气的化学性质，硝酸的不稳定性和强氧化性。
2. 熟悉卤素原子结构与其性质间的关系，氮的实验室制法，铵根离子的检验方法及铵盐的化学性质。
3. 了解广义燃烧和可逆反应的概念，氮气、氨、硝酸、亚硝酸盐的物理性质和用途。



学习重点

1. 氯气的化学性质、卤素性质的递变规律。
2. 氮气、氨、铵盐、硝酸的性质。
3. 实验室制氨的原理和铵根离子的检验方法。



学习指导

一、重点难点提示

(一) 卤素原子结构与卤素单质化学性质的关系

卤素原子结构与卤素单质化学性质的关系

	原子结构	化学性质
相似性	最外层电子数等于 7	都具有一定的氧化性
递变性	原子半径随着核电荷数的增加而增大	氧化性随着核电荷数的增加而减弱

(二) 硝酸的化学性质

1. 硝酸无论是稀的还是浓的，都具有氧化性。
2. 金属与硝酸反应不产生氢气。
3. 不活泼金属与硝酸反应时，浓硝酸的还原产物一般为 NO_2 ，稀硝酸的还原产物一般为 NO ，金属被氧化生成相应的硝酸盐。
4. 硝酸与非金属的反应，如浓硝酸与碳的反应产物为 NO_2 ， CO_2 和 H_2O 。

二、实验说明和建议

【氯气与氢气反应的实验】

氯气与氢气的混合气体在点燃的情况下发生爆炸的实验与初中化学中的氢气和空

气的混合气体在点燃时发生爆炸的实验相似,有一定的危险性。

氯气与氢气要纯,为此可用排饱和食盐水法收集两种气体。

混合气体比例要适当。实验证明,混合气体中的氯气和氢气的体积比为 1:1 时,最易发生爆炸。可选用两个容积相同的集气瓶分别收集氯气和氢气。气体混合后立即进行实验,多余的混合气体要及时妥善处理掉,以免发生意外。

引爆混合气体的光源要强。如果以阳光为光源,最好用双凹透镜把焦距对好,然后把装有混合气体的容器放在焦点上,让阳光照射。如果用镁条燃烧发出的光作为光源,一般需要用双股镁条同时燃烧,镁条与混合气体的距离应在 10 cm 以内。

【实验 1-1】所用的 NaBr 和 KI 溶液只需是稀溶液即可,氯水必须是新制备的饱和溶液。

【实验 1-2】碘水用量不宜大, $\frac{1}{4}$ 试管淀粉溶液加入 1 或 2 滴碘水即可呈现蓝色。

碘水用量大了,溶液呈现黑色或黑褐色。实验所用的淀粉溶液须是新制备的。碘水和淀粉溶液可按下面的方法来制备:

1. 碘水的制备

碘在水中的溶解度很小,25℃时,1000 mL 水只能溶解 0.3 g 碘。这样低含碘量的碘水,通常不能满足实验需要。为了得到含碘量大些的碘水,可先在水中加入少量的碘化钾晶体,然后再加碘晶体。这是因为碘在含碘离子的溶液中,溶解度较大。

2. 淀粉溶液的制备

取可溶性淀粉 1 g,放入小烧杯中,再加入少量蒸馏水,调成糊状。另取 250 mL 的烧杯,盛取 150 mL 蒸馏水,加热至沸腾,把糊状淀粉倒入沸水中并用玻璃棒轻轻搅拌均匀,煮沸 2~3 min,冷却即可。

本章考核

一、(知识题和能力题)填空题(每空 3 分,共 30 分)

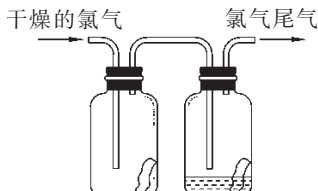
1. 新制氯水中含有以下微粒: Cl_2 , H_2O , HClO , H^+ , Cl^- , ClO^- 和极少量的 OH^- 。填写氯水与下列物质反应时,氯水中起主要作用的粒子的化学式:

(1) 向氯水中滴入硝酸银,有沉淀生成: _____;

(2) 向氯水中滴入紫色石蕊试液,溶液显红色: _____,之后溶液的颜色又褪去: _____。

2. (1) 如左图所示,将氯气依次通过盛有干燥有色布条的广口瓶和盛有潮湿有色布条的广口瓶,可观察到的现象是_____。

(2) 为防止氯气尾气污染空气,根据氯水显酸性的性质,可选用 _____ 溶液吸收多余的氯气,原理是 _____ (用化学方程式表示)。



根据这一原理,工业上常用廉价的石灰乳吸收工业氯气尾气从而制得漂白粉,漂白粉的有效成分是 _____ (填化学式),长期露置于空气中的漂白粉,加入稀盐酸后

产生的气体是_____。

3. 做碘升华实验后的试管要用_____洗涤。

4. 大气或饮用水被污染时, 可能引起人的牙齿、骨骼变酥, 造成这种污染的元素是_____。

二、(能力题) 选择题 (每小题 3 分, 共 45 分)

1. 常温下能用铁罐或铝罐贮存的是()。

A. 浓 HNO_3 B. 浓 HCl C. 稀 H_2SO_4 D. 稀 HCl

2. 某城市以“液氯泄漏”作为应急预案演习的项目, 演习时, 下列处理措施合理的是()。

- A. 人员就近向地下商场转移
- B. 液氯罐中的液氯泄漏时, 可将其移入水塘中, 并在水塘中加入生石灰
- C. 及时戴上用浓烧碱溶液湿润过的口罩
- D. 及时用毛巾包裹活性炭捂住口鼻向低处转移

3. 二氧化氯 (ClO_2) 是一种具有和氯气相似的刺激性气味的气体, 沸点为 11°C , 常温下在水中的溶解度为 2.9 g/L 。它是一种更安全的高效消毒剂, 其氧化能力是氯气的 2.5 倍。现在, 它已被普遍用来替代氯气对自来水进行消毒。下列关于二氧化氯的说法错误的是()。

- A. 通入二氧化氯气体, 不能使 KI —淀粉溶液变色
- B. 二氧化氯的摩尔质量为 $67.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 二氧化氯具有消毒性能是因为它具有很强的氧化性
- D. 二氧化氯中的氯元素的化合价为 +4 价

4. 据“北方网”报道, 2004 年 4 月 15 日至 16 日, 位于重庆市江北区的天原化工总厂相继发生氯气泄漏和爆炸事故, 有 9 人在事故中失踪死亡, 3 人受伤, 15 万人被紧急疏散。当人们逃离爆炸现场时, 可以用浸有一定浓度的某种物质的水溶液的毛巾捂住鼻子。这种物质最适宜为()。

A. NaOH B. NaCl C. KBr D. Na_2CO_3

5. 甲状腺肿大是边远山区常见的地方病, 下列元素对该病有治疗作用的是()。

A. 钠元素 B. 氯元素 C. 碘元素 D. 铁元素

6. 氯气可以用来消灭田鼠, 使用方法是将氯气通过软管灌入田鼠洞中, 这是利用了氯气以下性质中的()。

- ① 黄绿色 ② 密度比空气大 ③ 有毒 ④ 较易液化 ⑤ 能溶解于水
- A. ①②③ B. ②③ C. ③④ D. ③④⑤

7. 下列关于液氯和氯水的叙述中, 正确的是()。

- A. 液氯是纯净物, 而氯水是混合物
- B. 液氯有酸性, 氯水也有酸性
- C. 液氯较氯水的漂白作用更强
- D. 液氯无色, 氯水呈黄绿色

8. 关于硝酸的说法正确的是()。

- A. 硝酸与金属反应时, 主要是+5 价的氮获得电子
 B. 将浓 HNO_3 与浓 HCl 按 3 : 1 的体积比混合, 所得的混合物叫王水
 C. 硝酸电离出的 H^+ 能被 Zn 、 Fe 等金属还原成 H_2
 D. 常温下, 向浓 HNO_3 中投入 Fe 片, 会产生大量的红棕色气体

9. 下列关于 NO 的说法错误的是()。

- A. NO 是具有刺激性气味的红棕色气体
 B. NO 是汽车尾气的有害成分之一
 C. NO 在人体的血液循环系统内具有传送信号的功能
 D. NO 能够与人体血红蛋白结合, 造成人体缺氧中毒

10. 将贮满干燥的某种气体的试管倒置于水中, 轻轻振荡, 水可以充满试管。该气体不可能是()。

- A. HCl B. NO_2 C. SO_2 D. NH_3

11. 下列气体不会造成大气污染的是()。

- A. 二氧化硫 B. 氮气 C. 一氧化碳 D. 一氧化氮

12. 以下气体因与人体血液中血红蛋白作用而会使人中毒的是()。

- A. NO B. CO C. NO_2 D. NH_3

13. 下列气体中, 既有颜色又有毒性的是()。

- A. N_2 B. CO C. Cl_2 D. CO_2

14. 关于氨的下列叙述中, 错误的是()。

- A. 氨易液化, 因此可用来做制冷剂
 B. 氨易溶解于水, 因此可用来做喷泉实验
 C. 氨极易溶解于水, 因此氨水比较稳定(不容易分解)
 D. 氨溶解于水溶液显弱碱性, 因此氨可使酚酞试剂变为红色

15. 下列说法中, 正确的是()。

- A. 用鼻子对着盛有氯气的瓶口就可以嗅到氯气的气味
 B. 用排水集气法可以收集到纯净的氯气
 C. 氯气有漂白性
 D. 自来水常用氯气来杀菌, 消毒

三、简答题(共 10 分)

电闪雷鸣是自然界中司空见惯的现象, 地球上每年平均发生 31 万余次闪电。电闪雷鸣之时, 空气中会发生很多化学反应, 试写出诸多反应中与氮元素有关的化学方程式。

四、计算题(共 15 分)

在一定的条件下, 将 6.4 g 铜粉投入足量的浓硝酸中, 充分反应后铜粉无剩余。求:

- (1) 能生成多少克硝酸铜?
 (2) 能制得二氧化氮多少升(标准状况下)?

科学史话

氯气的发现

氯是在 1774 年由瑞典化学家舍勒首先发现并制得的。

舍勒 (C. W. Scheele, 1742~1786), 瑞典化学家。他在研究软锰矿 (主要成分是 MnO_2) 时发现了氯。当时, 他将软锰矿与浓盐酸混合并加热, 发现产生了一种黄绿色、具有强烈的刺激性气味的气体, 这种气体的水溶液对纸张、蔬菜和花都具有永久性的漂白作用, 并能与金属或金属氧化物发生化学反应。



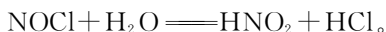
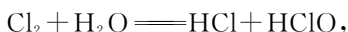
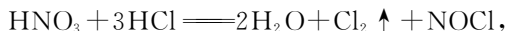
图 1-1 舍勒 (C. W. Scheele, 1742~1786)

1810 年, 英国的化学家戴维经过大量实验研究, 确认这种气体由一种元素组成。他将这种元素命名为 Chlorine, 这个名称来自希腊文, 有“绿色的”的意思, 中文曾将其译为“绿气”, 后改为“氯气”。

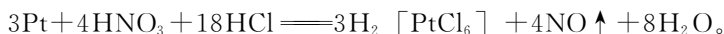
阅读资料

一、“王水”为什么能溶解金和铂

王水是浓硝酸和浓盐酸的混合物, 可用 1 体积浓硝酸与 3 体积浓盐酸混合而成。王水具有极强的氧化性, 这是因为王水中发生了如下反应:



其中 HNO_3 , Cl_2 , HClO , HNO_2 都是强氧化剂, 但其中任何一种氧化剂都不能单独将金、铂氧化。王水能氧化金和铂是由于王水中存在高浓度的 Cl^- , 可形成配离子 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, $[\text{AuCl}_4]^-$, 即在高浓度的 Cl^- 的溶液中, Au 和 Pt 可被浓度很高的 HNO_3 氧化成配离子而溶解。其反应方程式如下:



二、化学试剂存放的一般规律

贮存物质时应考虑以下因素: 物质本身的结构和性质, 周围环境和盛放物质的容器等。贮存方法可归纳如下:

1. 易挥发的物质须密封于试剂瓶中, 并置于阴凉处。例如, 浓硝酸、浓盐酸、氨水、液溴。其中, 液溴最好施以“水封”后密封保存。
2. 易风化的物质和易吸收水分的物质须密封贮存, 如 CaCl_2 , 浓 H_2SO_4 , 变色硅胶, 可溶性酸酐的固体, 可溶性碱性氧化物 (固体), $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, NaOH (固体)。另外, 易水解的物质, 如 Mg_3N_2 , 也须密封贮存。
3. 易吸收空气中的 CO_2 的物质须密封保存, 如 NaOH , Na_2O_2 , 石灰水,

Ca (ClO)₂，水玻璃 (Na₂SiO₃)。

4. 易被空气中的 O₂ 氧化的物质须密封保存，如亚铁盐、亚硫酸盐。
5. 因光照或受热而变质的物质须用棕色瓶密封保存，如 AgNO₃，浓 HNO₃，AgCl，AgBr，H₂O₂，溴水，氯水。
6. 盛放的试剂不能与容器（包括瓶塞）发生反应。例如：NaOH 及其他碱性物质不能用玻璃塞（因生成 Na₂SiO₃ 而与容器黏结）；强酸、氯水、溴水、KMnO₄、有机溶剂等能腐蚀橡胶，故不能使用橡皮塞；盛 HF 的试剂瓶不能是玻璃瓶。
7. 某物质保存于另一物质中，应考虑两种物质不能起反应。例如：白磷可保存于水中；Na，K 不能保存在水中，应保存在煤油中；Li 应保存于石蜡油中。
8. 能自燃的物质，如少量白磷，须浸在水中保存，切割白磷也应在水面下进行。
9. 固体物质盛放在广口瓶中，液体物质盛放在细口瓶中。

三、中国古代科学技术“四大发明”之一——火药

我国的“四大发明”对我国和世界的经济和科学文化的发展起到了巨大的作用。

隋末唐初的医学家孙思邈在其所著的《丹经内伏硫磺法》一书中记载了使硫磺伏火的方法：取用硝石、硫磺各二两，研细，再加上三个炭化皂角子，这样就能烧起焰火。这大概就是我国最早配制火药的方子。许多事实都证明，早在唐朝（公元 618～907），我们的祖先就已发明了火药。

火药常用于采矿，水利工程，修筑铁路、公路，也用于农业基本建设及军事工业，还可被用来制造我们日常生活中喜闻乐见的焰火和鞭炮。

将火药用做武器，最早的确切记载见于宋初曾公亮等人编写的一本军事书《武经总要》（公元 1044 年）。他们在书中不仅描述了火药箭的制法，还记下了当时的三种火药配方。

早在唐朝，我国与阿拉伯、波斯等国家就进行海上贸易，且往来频繁。于是，硝石随同医药及炼丹术由我国传到外国。当时，埃及人把硝石叫做“中国雪”，波斯人把硝石称为“中国盐”，但他们仅知道用硝石来炼丹、治病和制作玻璃。直至公元 1225～1248 年，我国的火药才由商人传入阿拉伯国家。欧洲人在 13 世纪后期通过翻译阿拉伯人的书籍才知道了火药。随后，火药武器也经阿拉伯国家传入欧洲。

第二章 物质结构与元素周期律



学习目标

1. 掌握质量数和 A_ZX 的含义，核素和同位素的概念，构成原子的粒子间的关系和电子式；元素周期律，元素周期表的结构，元素周期表中元素性质的递变规律；离子键和共价键的定义、本质，用电子式表示离子键和共价键的形成的方法；配合物的概念和组成，配合物的命名方法。
2. 熟悉核外电子的排布规律，分子间作用力和氢键及它们对物质性质的影响。
3. 了解同位素的应用，判断分子极性的方法，配位键的概念及形成条件。



学习重点

1. A_ZX 的含义和同位素的概念，原子核外电子排布的规律，电子式的书写。
2. 元素周期律、元素周期表的结构，元素周期表中的元素的性质的递变规律。
3. 离子键、共价键、氢键等基本概念；用电子式表示离子键和共价键的形成，判断分子的极性。
4. 配位键、配合物等基本概念，一般配合物的组成和命名。



学习指导

一、重点难点提示

用电子式表示离子化合物的形成过程时的几点书写注意事项：

1. 电子式只表示出原子最外电子层上的电子数；
2. 用箭头表示电子转移的方向；
3. 表示阴离子时，要在电子式外面加方括号（表示电子发生了转移）。

二、实验说明和建议

【实验 2-2】此实验也可以用镁带跟水反应，但不要表面已氧化了的镁粉跟水反应。反应前要用砂纸擦去氧化膜，反应时要加热试管至水沸腾。镁跟冷水的反应相当缓慢，这是由于镁的化学性质不如钾、钠活泼，并且镁跟水反应时，镁的表面会形成一层难溶的氢氧化镁薄膜，阻碍内部金属继续跟水反应。因此，必须在加热的条件下才能看到反应缓慢地进行。

镁跟水反应产生的氢气体积较少，不易点燃。为了清楚地看到氢气泡，而不是加热

时由于水沸腾而产生的气泡,应该在停止加热,水不再沸腾时,立即观察。

本章考核

一、填空题(每空1分,共45分)

1. 在 $^{35}_{17}\text{Cl}$ 中,含有_____个质子,_____个中子,_____个电子。它的质量数等于_____。它的原子结构示意图为_____。氯在周期表中位于_____周期,_____族。氯的最高价氧化物的化学式为_____,最高价氧化物对应的水化物的化学式为_____,气态氢化物的化学式为_____。

2. 在 ^6_3Li , $^{14}_7\text{N}$, $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{24}_{12}\text{Mg}$, ^7_3Li , $^{14}_6\text{C}$ 几种核素中:

- (1) _____和_____互为同位素;
- (2) _____和_____的质量数相等,但质子数不相等,所以不能互称同位素;
- (3) _____和_____的中子数相等,但质子数不相等,所以不是同一种元素。

3. 3.2 g 某元素 A 的单质与氢气化合生成 3.4 g 气态氢化物 H_2A 。已知 A 的原子核中质子数和中子数相等,则 A 的相对原子质量为_____,原子序数为_____,元素符号为_____。元素 A 位于_____周期,_____族,它的最高价氧化物的化学式是_____,气态氢化物的化学式是_____。

4. 指出下列化合物的化学键的类型:

MgCl_2 _____; H_2O _____; NH_3 _____。

5. 形成氢键的条件是_____。

6. 配位键可以表示为 $\text{A} \rightarrow \text{B}$, 配位键形成的条件是_____,_____。

7. 在周期表中,最活泼的金属是_____,最活泼的非金属是_____。

8. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 的配合物名称_____,中心离子_____,配位体_____,配位数_____,配离子_____,外界离子_____。

9. 配合物中的配离子和外界离子之间通过_____键相结合。配离子中的中心离子和配位体之间通过_____键相结合,其中配位体提供_____,中心离子具有_____。

10. 在 CN^- , NH_3 , Fe^{3+} , Cu^{2+} 中,能做配位体的是_____,_____,能做中心离子的是_____。

二、选择题(每小题1分,共20分)

1. 下列关于 $^{42}_{20}\text{Ca}$ 的叙述中,错误的是()。

- A. 质子数为 20 B. 电子数为 20 C. 中子数为 20 D. 质量数为 42

2. 某元素的二价阴离子的核外有 18 个电子,质量数为 32,该元素原子核中的中子数为()。

- A. 12 B. 14 C. 16 D. 18

3. 某原子核外有 3 个电子层,最外层有 4 个电子,该原子核内质子数为()。

- A. 14 B. 15 C. 16 D. 17

4. 某元素最高价氧化物对应的水化物的化学式是 HXO_3 , 这种元素的气态氢化物的化学式为()。

- A. HX B. H_2X C. XH_3 D. XH_4
5. 下列各组物质中, 互为同位素的是()。
- A. 金刚石和石墨 B. 水和重水 C. 氘和氚 D. 纯碱和烧碱
6. 下列各组物质中, 化学键类型相同的是()。
- A. HI 和 NaI B. NaF 和 NaCl C. Cl_2 和 KCl D. Br_2 和 NaBr
7. 下列说法中, 不正确的是()。
- A. 含有共价键的化合物一定是共价化合物
- B. 在共价化合物中一定含有共价键
- C. 含有离子键的化合物一定是离子化合物
- D. 同种原子形成的双原子分子中的共价键一定是非极性键
8. Na 和 Na^+ 两种粒子中, 不相同的是()。
- ① 核内质子数 ② 核外电子数 ③ 最外层电子数 ④ 核外电子层数
- A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ②③④
9. 下列说法中, 正确的是()。
- A. 在周期表里, 主族元素所在的族序数等于原子核外电子数
- B. 在周期表里, 元素所在的周期数等于原子核外电子层数
- C. 最外层电子数为 8 的粒子是稀有气体元素的原子
- D. 元素的原子序数越大, 其原子半径越大
10. 下列物质中, 同时含有离子键、共价键和配位键的是()。
- A. NaOH B. NaCl C. NH_4Cl D. NH_3
11. 下列说法中, 不符合第ⅦA 族元素性质的是()。
- A. 从上到下, 原子半径逐渐减小
- B. 从上到下, 非金属性依次减弱
- C. 易形成 -1 价的离子
- D. 从上到下, 相应的氢化物的稳定性依次减弱
12. 下列物质中, 含有共价键的是()。
- A. MgO B. $CaBr_2$ C. KCl D. NaOH
13. 下列物质中, 由极性键形成的极性分子是()。
- A. CH_4 B. NH_3 C. KF D. NH_4Cl
14. 下列物质中, 由极性键形成的非极性分子是()。
- A. CO_2 B. Br_2 C. H_2O D. CO
15. 下列物质中, 由非极性键形成的非极性分子是()。
- A. HCl B. Cl_2 C. CO D. CO_2
16. (拓展题) 有 a, b, c, d 四种主族元素, 已知 a, b 的阳离子和 c, d 的阴离子都具有相同的电子层结构, 而且原子半径的比较为 $a > b$, 阴离子所带的负电荷的比较为 $c > d$, 则四种元素的原子序数的关系是()。
- A. $a > b > c > d$ B. $b > a > d > c$ C. $c > b > a > d$ D. $b > a > c > d$
17. 下列物质中, 不能形成氢键的是()。
- A. H_2O B. HF C. NH_3 D. H_2S

18. 在配合物 $K_3[Fe(CN)_6]$ 中, 中心离子的化合价是()。

- A. +2 B. +3 C. +4 D. +5

19. 在配位化合物中, 中心离子的配位数等于()。

- A. 配位体的数目 B. 配位原子的数目
C. 配离子的电荷数 D. 配位分子的数目

20. 下列物质不是极性分子的是()。

- A. CO B. NH_3 C. CH_4 D. H_2S

三、简答题(第1~3小题各5分, 第4小题6分, 第5、6小题各7分, 共35分)

1. 分子的极性是由什么因素决定的?

2. 某元素A, 它的最高价氧化物的化学式是 A_2O_5 , 气态氢化物里氢的质量分数为8.82%。请指出A是什么元素并指出它在周期表里的位置。

3. 解释 H_2O 的沸点比 H_2S 的高的原因。

4. 已知A, B, C, D的原子序数分别是6, 8, 11, 13, 回答:

(1) 它们各是什么元素?

(2) 不看周期表, 你如何来推断它们各位于哪一周期, 哪一族?

(3) 写出单质A与B, B与C, B与D反应的化学方程式。

5. (能力题) 已知20号以内的元素A, B, C, D。A元素的原子核外有两个电子层, 最外层已达到饱和。B元素位于A元素的下一周期, 最外层的电子数是A元素最外层电子数的 $\frac{1}{2}$ 。C元素的离子带有两个单位正电荷, 它的核外电子排布与A元素原子相同。D元素与C元素属同一周期, D元素原子的最外层电子数比A的最外层电子数少1。

(1) 写出A, B, C, D元素名称和符号。

(2) 指出B元素在周期表中的位置, 写出B元素最高价氧化物的化学式。

(3) 写出C, D最高价氧化物的水化物的分子式, 并指出它们的酸碱性。

6. 用电子式表示 CaO , Cl_2 , H_2S 的形成过程。

科学史话

门捷列夫

每本化学教科书都附有一张“元素周期表”。这张表揭示了物质世界的秘密, 把一些看来似乎互不相关的元素统一了起来, 组成了一个完整的自然体系。它的发明, 是近代化学史上的一个创举, 对促进化学的发展, 起了巨大的作用。看到这张表, 人们便会想到它的最早发明者——门捷列夫。



图2-1 门捷列夫

德米特里·伊万诺维奇·门捷列夫(1834~1907)于1834年2月7日生于俄国西伯利亚的托波尔斯克市。这个时代, 正是欧洲资本主义迅速发展的时期。生产的飞速发展不断地对科学技术提出新的要求。化学同其他科学一样, 取得了惊人的进展。门捷列夫正是在这样的一个时代诞生到人间。

门捷列夫在学校读书的时候，一位很有名的化学教师经常给他们讲课，热情地向他们介绍当时由英国科学家道尔顿始创的新原子论。道尔顿新原子学说的问世，促进了化学的发展速度，一个又一个新元素被发现，化学这门科学正激动着人们的心。这位教师的讲授使门捷列夫决心为化学科学献出一生。门捷列夫在大学学习期间，以坚韧、忘我的超人精神，进行了一些创造性的研究工作。1855年，他以优异的成绩从学院毕业并先后到辛菲罗波尔、敖德萨担任中学教师。这期间，他一边教书，一边在极其简陋的条件下进行研究，写出了名为“论比容”的论文。文中指出了根据比容对化合物进行自然分组的途径。1857年1月，他被批准为彼得堡大学化学教研室副教授，当时年仅23岁。

攀登科学高峰的路，是一条艰苦而又曲折的路。门捷列夫在这条路上也是吃尽了苦头。担任化学副教授以后，他负责讲授“化学基础”这门课程。自然界到底有多少元素？元素之间有什么异同和存在什么样的内部联系？新的元素应该怎样去发现？各国的化学家们为了打开这些秘密的大门，在当时进行了顽强的努力。虽然有些化学家，如德贝莱纳和纽兰兹，在一定深度和不同角度客观地叙述了元素间的某些联系，但由于他们没有把所有元素作为整体来概括，所以没有找到元素的正确分类原则。年轻的学者门捷列夫这时也毫无畏惧地冲进了这个领域，开始了艰难的探索工作。

他不分昼夜地研究，探求元素的化学特性和一般的原子特性，将每个元素记在一张小纸卡上，试图在元素复杂的特性里捕捉共同性。虽然他的研究一次又一次地失败，可他没有灰心。他走出实验室，出外考察，整理收集资料。1859年，他去德国海德堡深造。两年中，他集中精力研究了物理化学，这使他探索元素间内在联系的基础更扎实了。1862年，他对巴库油田进行了考察，对液体进行了深入研究，重测了一些元素的原子量。1867年，他参加了在巴黎举行的世界工业博览会，之后又参观和考察了法国、德国、比利时的许多化工厂、实验室，这使他大开眼界。这些实践活动，为他发现元素周期律奠定了雄厚的基础。

门捷列夫又返回实验室，继续研究他的纸卡。他把重新测定过原子量的元素按照原子量的大小依次排列起来。他发现性质相似的元素原子量并不相近，相反，有些性质不同的元素，它们的原子量反而相近。他紧紧抓住元素的原子量与性质之间的相互关系，不停地研究着。由于过度紧张，他经常昏眩。但是，他的心血并没有白费，在1869年2月19日，他终于发现了元素周期律。在门捷列夫编制的周期表中，现在还留有很多空格，这些空格应由尚未发现的元素来填满。门捷列夫从理论上计算出这些尚未发现的元素的最重要性质，断定它们介于邻近元素的性质之间。例如，在锌与镭之间的两个空格中，他预言这两个未知元素的性质分别为类铝和类硅。就在他预言后的第四年，法国化学家布阿勃朗用光谱分析法从门锌矿中发现了镓。实验证明，镓的性质非常像铝，也就是门捷列夫预言的类铝。镓的发现，具有重大的意义，它充分说明元素周期律是自然界中的一条客观规律。元素周期律为人们之后对元素的研究，新元素的探索，新物资、新材料的寻找，提供了一个可遵循的规律。元素周期律像重炮一样，在世界上空轰响了！

门捷列夫发现了元素周期律，在世界上留下了不朽的光荣，人们给他以很高的评

价。恩格斯在《自然辩证法》一书中曾经指出：“门捷列夫不自觉地应用黑格尔的量转化为质的规律，完成了科学上的一个勋业，这个勋业可以和勒维烈计算尚未知道的行星——海王星的轨道的勋业居于同等级位。”

由于时代的局限性，门捷列夫的元素周期律并不是完整无缺的。1894年，惰性气体氩的发现，对周期律是一次考验和补充。1913年，英国物理学家莫塞莱在研究各种元素的伦琴射线波长与原子序数的关系后，证实原子序数在数量上等于原子核所带的阳电荷，进而明确作为周期律的基础不是原子量而是原子序数。在周期律指导下产生的原子结构学说，不仅赋予元素周期律以新的说明，还进一步阐明了周期律的本质，把周期律这一自然法则放在了更严格、更科学的基础上。元素周期律经过后人的不断完善和发展，在人们认识自然、改造自然、征服自然的斗争中，发挥着越来越大的作用。

门捷列夫除了发现元素周期律这个勋业外，还研究过气体定律、气象学、石油工业、农业化学、无烟火药、度量衡等，并在不同程度上取得了成就。

1907年2月2日，这位在世界上享有盛誉的科学家，因心肌梗塞与世长辞。但他给世界留下的宝贵财产永远存留在人类的史册上。

阅读资料

元素周期律和元素周期表的重要意义

元素周期律和元素周期表揭示了元素之间的内在联系，反映了元素的性质与其原子结构的关系，在哲学、自然科学、生产实践各方面，都有重要的意义。

一、在哲学方面，元素周期律揭示了元素原子核电荷数递增引起元素性质发生周期性变化的事实，从自然科学的角度上有力地论证了事物变化的量变引起质变的规律性。元素周期表是周期律的具体表现形式，它把元素纳入一个系统内，反映了元素间的内在联系，打破了曾经认为元素是互相孤立的形而上学的观点。通过对元素周期律和周期表的学习，人们可以加深对物质世界对立统一的规律的认识。

二、在自然科学方面，周期表为发展物质结构理论提供了客观依据。原子的电子层结构与元素周期表有密切关系，周期表为发展过渡元素结构理论，镧系和锕系结构理论，甚至为指导新元素的合成，预测新元素的结构和性质都提供了线索。元素周期律和元素周期表在化学、物理学、生物学、地球化学等方面，都是重要的工具。

三、在生产上的某些应用：在周期表中，位置靠近的元素性质相似。这就启发了人们在周期表中的一定的区域内寻找新的物质。

1. 农药多数是含 Cl, P, S, N, As 等元素的化合物。

2. 半导体材料都是周期表里金属与非金属交界处的元素，如 Ge, Si, Ga, Se。

3. 催化剂的选择：人们在长期的生产实践中，发现过渡元素对许多化学反应有良好的催化性能。进一步研究发现，这些元素的催化性能和它们的原子的 d 轨道没有充满有密切关系。于是，人们努力在过渡元素（包括稀土元素）中寻找各种优良的催化剂。例如，目前人们已能用铁、镍熔剂做催化剂，使石墨在高温和高压下转化为金刚

石。在石油化工方面，石油的催化裂化、重整等反应，广泛采用过渡元素做催化剂。近年来，人们发现少量稀土元素能大大改善催化剂的性能。

4. 耐高温、耐腐蚀的特种合金材料的制取：在周期表里从ⅢB到ⅥB的过渡元素，如钛、钽、钼、钨、铬，具有耐高温、耐腐蚀等特点，它们是制作特种合金的优良材料，是制造火箭、导弹、宇宙飞船、飞机、坦克等的不可缺少的金属。

5. 矿物寻找：地球上的化学元素的分布跟它们在元素周期表里的位置有密切的联系。科学实验发现如下规律：相对原子质量较小的元素在地壳中含量较多，相对原子质量较大的元素在地壳中含量较少；偶数原子序的元素较多，奇数原子序的元素较少；处于地球表面的元素多数呈现高价，处于岩石深处的元素多数呈现低价；碱金属一般是强烈的亲石元素，主要富集于岩石圈的最上部；熔点、离子半径、电负性大小相近的元素往往共生在一起，同处于一种矿石中；在岩浆演化过程中，电负性小的、离子半径较小的、熔点较高的元素和化合物往往共生在一起，同处于一种矿石中，并且在这个过程中，它们往往首先析出，进入晶格，分布在地壳的外表面。

有的科学家把周期表中性质相似的元素分为10个区域，并认为同一区域的元素往往是伴生矿，这对探矿具有指导意义。

第三章 重要的金属及其化合物



学习目标

1. 掌握碱金属元素的名称和元素符号，钠、钾的性质，碱金属元素性质的递变规律，氧化还原反应的实质；判断氧化还原反应的方法。
2. 熟悉重要的钠、钾的化合物的性质和用途，钙、镁、铁和铝的主要生理功能。



学习重点

1. 钠的化学性质、钾的化学性质、碱金属的性质比较。
2. 用化合价升降的观点和电子转移的观点理解、分析氧化还原反应。



学习指导

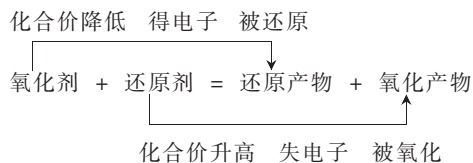
一、重点难点提示

凡有元素化合价升降的化学反应都是氧化还原反应。

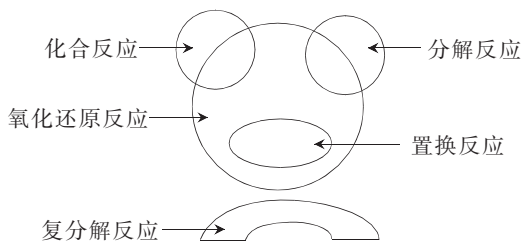
氧化还原反应的特征是参加反应的元素的化合价有升降。

氧化还原反应的实质是电子的转移。

在氧化还原反应的反应物中，我们把化合价降低，得到电子的物质称为氧化剂；把化合价升高，失去电子的物质称为还原剂。



氧化还原反应与四种基本反应类型之间的关系如下图所示：



二、实验说明和建议

【实验 3-1】观察钠的金属光泽还可以用以下的方法：

1. 取两支口径不同而长短适当的试管，其中一支较小，可以紧密地放到另一支里而不留多少空隙。先在口径较大的试管里注入 1 mL 洁净的煤油，取一小块金属钠（黄豆大小），除去表面已经发生变化的部分，露出金属光泽，放入盛有煤油的试管里。在试管底部缓缓加热，等钠熔化后，插入较小口径的试管，把钠压挤在两管之间，成一层薄层，钠的颜色和光泽就清楚地显现出来了。如在两支试管口间的缝隙涂上石蜡，隔绝空气，则可使钠的光泽在较长的时间内不致消失。

2. 选取一根管壁较薄的玻璃管，用布包裹着玻璃管像使用钻孔器一样，慢慢地钻入大的钠块里，使玻璃管填有一段银白色的金属钠。用玻璃棒把钠推移到管的中央，然后用蜡封好玻璃管的两端，这样样品就可以长期保存使用。

【实验 3-2】使用 500 mL 的烧杯，可加入 400 mL 的水进行实验；使用 250 mL 的烧杯，可加入 150 mL 的水进行实验。

本章考核

一、填空题（每空 2 分，共 44 分）

1. 钠处在元素周期表中 _____ 周期， _____ 族，钠原子的结构示意图为 _____。

2. 碱金属元素包括 _____、_____、_____、_____、_____、_____。（填名称和元素符号）

3. 钠与钾相比较，金属性较强的是 _____ 元素，原子半径较大的是 _____ 元素。

4. 在反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ 中，反应后，氯元素的化合价由 _____ 价变为 _____ 价和 _____ 价， Cl_2 既是 _____ 剂，又是 _____ 剂。

5. 在反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 中，_____ 是氧化剂，_____ 是还原剂。

6. （能力题）用金属钠制取氧化钠，通常采用 $2\text{NaNO}_2 + 6\text{Na} = 4\text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$ ，不采用钠在氧气中燃烧，其原因是 _____，反应中， NaNO_2 做 _____ 剂。

7. 二价金属钙也是一种化学活泼性很强的金属元素，其原子核外有 20 个电子。钙的原子结构示意图是 _____，请根据钙原子结构示意图，说明钙的化学性质很活泼的原因是 _____。

二、选择题（每小题 2 分，共 14 分）

1. 下列元素中，金属性最强的是（ ）。

A. Na B. Mg C. K D. Ca

2. 下列元素中，原子半径最大的是（ ）。

A. Na B. Mg C. K D. Ca

3. (素质题) 关于钠原子和钠离子, 下列叙述错误的是()。
- A. 它们相差一个电子层 B. 它们的化学性质不同
- C. 钠原子比钠离子稳定 D. 钠原子、钠离子都为钠元素
4. 在反应 $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 中, 氧化剂是()。
- A. Zn B. HCl C. ZnCl_2 D. H_2
5. 碳酸钠的俗名是()。
- A. 大苏打 B. 苏打 C. 小苏打 D. 烧碱
6. (素质题) 下列变化过程中, 属于还原反应的是()。
- A. $\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2$ B. $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+$ C. $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ D. $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}$
7. (拓展题) 下列物质中, 不能与氧化铝反应的是()。
- A. NaOH 溶液 B. 盐酸 C. 稀硫酸 D. H_2

三、应用题 (共 32 分)

1. (技能题) 在进行钠和水的反应实验中, 有如下操作和实验现象, 请根据钠的性质解释说明。

(1) 刚用小刀切开的金属钠的断面呈什么颜色? 在空气中放置一会儿又有什么变化?

(2) 金属钠必须用镊子夹取, 为什么不能用手拿取?

(3) 将金属钠块投入水中, 为什么它很快就会熔成银白色小球浮在水面上?

(4) 如果水中在未加钠之前, 已经滴入酚酞试液, 反应后颜色有什么变化? 为什么?

2. (能力题) 阅读下列材料, 回答相应的问题:

一个体重为 50 kg 的健康人, 含铁约 2 g, 这 2 g 铁在人体中是以 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的形式存在的。 Fe^{2+} 容易被人体吸收, 给贫血者补充铁元素时, 应给予二价铁离子的铁盐, 如硫酸亚铁。服用维生素 C 可将食物中的三价铁离子还原为二价铁, 这样有利于铁的吸收。

(1) 人体中经常进行 $\text{Fe}^{2+} \xrightleftharpoons[\text{B}]{\text{A}} \text{Fe}^{3+}$ 的转化, A 中 Fe^{2+} 做_____剂, B 中 Fe^{3+} 做_____剂。

(2) 维生素 C 可使 Fe^{3+} 变成 Fe^{2+} , 由此可知, 维生素 C 在这个反应中做_____剂, 具有_____性。

3. (素质题) 对于司机是否酒后驾车, 交警可对其呼出的气体进行检验而查出, 其原理就是: 2CrO_3 (红色) + $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ (绿色) + $3\text{CH}_3\text{CHO} + 6\text{H}_2\text{O}$, 试回答:

(1) 被检测的气体是_____;

(2) 上述反应中的氧化剂是_____;

(3) 上述反应中的还原剂是_____。

4. (拓展题) 把钠投入到硫酸铜溶液中, 会发生哪些反应? 我们能看到哪些现象?
(10 分)