黄冈学习网
www.hgxxw.net

非金属及其化合物
（二）

黄冈学习网
www.hgxxw.net

1.了解硫及其重要化合物的主要化学性质及应用。

2.了解硫的氧化物对大气的污染与防治。

3.了解NO、NO_2的性质。

4.掌握硝酸的性质和用途，结合金属与HNO_3的反应，掌握守恒法的计算技巧。

5.了解氮的氧化物及含磷洗涤剂对环境及人类健康的影响。

6.了解氨气、铵盐的性质及用途；掌握氨气的实验室制法。

7.掌握铵根离子的检验。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

考点一　硫单质的主要性质及应用

1．硫元素的存在形态

形态—
- —游离态—火山喷口附近或地壳的岩层里
- —化合态—主要以硫化物和硫酸盐的形式存在

2．硫单质的物理性质

俗称	颜色状态	溶解性		
		水	酒精	CS_2
硫黄	黄色晶体	不溶	微溶	易溶

黄冈学习网
www.hgxxw.net

考点二　硫的氧化物——SO_2和SO_3

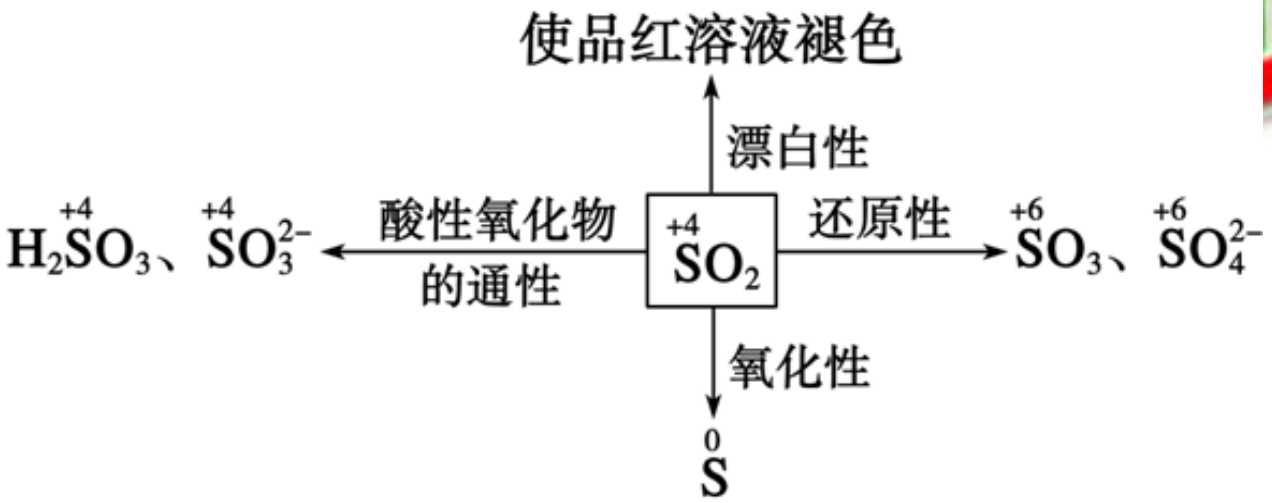
1．二氧化硫(SO_2)

(1)物理性质

颜色	气味	毒性	密度	溶解性
无色	有刺激性气味	有毒	比空气大	易溶于水

黄冈学习网
www.hgxxw.net

(2)化学性质



按要求完成下列方程式：

SO_2
- 酸性氧化物的通性
  - 与 H_2O 反应：$SO_2+H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$
  - 与 NaOH(足量)反应：$2NaOH+SO_2 = Na_2SO_3+H_2O$
- 氧化性(如与 H_2S 溶液反应)：$SO_2+2H_2S = 3S\downarrow+2H_2O$
- 还原性
  - O_2：$2SO_2+O_2 \xrightleftharpoons[\triangle]{催化剂} 2SO_3$
  - Cl_2+H_2O：$Cl_2+SO_2+2H_2O = 2HCl+H_2SO_4$
- 漂白性：可使品红溶液等有机色质褪色生成不稳定的化合物

深度思考

黄冈学习网
www.hgxxw.net

将 SO_2 分别通入下表所列的溶液中，填写有关问题。

反应物	溴水	酸性 $KMnO_4$ 溶液	氢硫酸 (H_2S 溶液)	滴有酚酞的 NaOH 溶液	石蕊试液	品红溶液
反应现象	褪色	褪色	有淡黄色沉淀生成	褪色	变红	褪色
SO_2 的性质	还原性	还原性	氧化性	酸性	酸性	漂白性

黄冈学习网
www.hgxxw.net

特别提醒　中学常见的四大还原性离子

还原性：$S^{2-}>SO_3^{2-}>I^->Fe^{2+}$

(1)易被空气中的 O_2 氧化而变质。

(2)易被 $KMnO_4(H^+)$、HNO_3、溴水、氯水、Fe^{3+}(不氧化 Fe^{2+})、漂白粉溶液等氧化。

(3)SO_2、H_2SO_3、Na_2SO_3 均有强还原性，且还原性：$SO_3^{2-}>H_2SO_3>SO_2$。

(4)同理：H_2S、S^{2-}、HS^- 均有强还原性。

方法指导

黄冈学习网
www.hgxxw.net

二氧化硫的复习方法

在复习二氧化硫的性质时，要从以下几个角度复习：(1)属性，属于酸性氧化物，所以具有酸性氧化物的性质，可类比CO_2气体的化学性质，但应注意与CO_2的区别；(2)价态，二氧化硫中的硫为＋4价，处于中间价态，所以既能升，也能降，既具有氧化性，也具有还原性，但主要表现还原性；(3)特性，漂白性。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

2．三氧化硫(SO_3)

SO_3在标准状况下为无色、针状晶体，能与水反应：

$SO_3+H_2O=H_2SO_4$，放出大量的热，SO_3是酸性氧化物，

它跟碱性氧化物或碱都能反应生成硫酸盐。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

3．硫的氧化物的污染与治理

(1)来源：含硫化石燃料的燃烧及金属矿物的冶炼等。

(2)危害：危害人体健康，形成酸雨(pH 小于 5.6)。

(3)治理：燃煤脱硫，改进燃烧技术。

(4)硫酸型酸雨的形成途径有两个：

途径 1：空气中飘尘的催化作用，使

$$2SO_2+O_2 \xlongequal{催化剂} 2SO_3、SO_3+H_2O=H_2SO_4。$$

途径 2：$SO_2+H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$、，$2H_2SO_3+O_2=2H_2SO_4$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

考点三　硫酸及硫酸根离子的检验

1．硫酸的物理性质

H_2SO_4是无色液体，能与水以任意比互溶，溶解时可放出大量的热，浓H_2SO_4稀释的方法是将浓H_2SO_4沿烧杯内壁缓缓倒入水中并用玻璃棒不断搅拌。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

2．硫酸是强电解质，在水溶液中发生电离的化学方程式为 $H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$。写出稀硫酸与下列物质反应的离子方程式：

①铁：$Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2\uparrow$；

②MgO：$MgO + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2O$；

③$Ba(OH)_2$：$Ba^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$；

④Na_2SO_3：$SO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + SO_2\uparrow$；

⑤$BaCl_2$：$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

3．浓 H_2SO_4 的特性

(1)填写下表

实验	实验现象	硫酸的特性
少量胆矾加入浓硫酸中	蓝色固体变白	吸水性
用玻璃棒蘸取浓硫酸滴在滤纸上	沾有浓 H_2SO_4 的滤纸变黑	脱水性
将铜片加入盛有浓硫酸的试管中加热	铜片逐渐溶解，产生无色刺激性气味的气体	强氧化性

黄冈学习网
www.hgxxw.net

(2)分别写出浓硫酸与 Cu、C 反应的化学方程式：

$$Cu+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\triangle}CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O、$$

$$C+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\triangle}CO_2\uparrow+2SO_2\uparrow+2H_2O。$$

(3)常温下，铁、铝遇浓 $H_2SO_4\xrightarrow{钝化}$可用铝槽车运浓 H_2SO_4。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

4．SO_4^{2-}的检验

检验 SO_4^{2-}的正确操作方法：被检液$\xrightarrow{\text{加足量盐酸酸化}}$取清液$\xrightarrow{\text{滴加}BaCl_2\text{溶液}}$有无白色沉淀(判断有无 SO_4^{2-})

先加稀盐酸的目的是防止 CO_3^{2-}、SO_3^{2-}、Ag^+干扰，再加 $BaCl_2$ 溶液，有白色沉淀产生，可能发生反应的离子方程式：

$CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$、$SO_3^{2-}+2H^+=SO_2\uparrow+H_2O$、$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$、$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

考点五　氮及其氧化物

1．氮气

(1)氮的固定

使空气中游离态的氮转化为化合态氮的过程。

(2)氮气的性质

①物理性质

纯净的N_2是一种无色无味的气体，难溶于水，在空气中约占总体积的4/5。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

②化学性质

通常情况下，N_2化学性质很稳定，只在高温、放电、催化剂等条件下才能发生一些化学反应。

a．与 H_2 反应：$N_2+3H_2 \underset{\text{催化剂}}{\overset{\text{高温、高压}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$。

b．与 O_2 反应：$N_2+O_2 \overset{\text{放电或高温}}{=\!=\!=} 2NO$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

2．氮的氧化物

氮有多种价态的氧化物：N_2O、NO、N_2O_3、NO_2、N_2O_4、N_2O_5等。

完成NO和NO_2的比较表：

		NO	NO_2
物理性质	颜色	无色	红棕色
	毒性	有毒	有毒
	溶解性	不溶	能溶
化学性质	与 O_2 反应	$2NO+O_2=2NO_2$	
	与 H_2O 反应		$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$
与人体、环境的关系		①与血红蛋白结合使人中毒 ②转化成 NO_2 形成酸雨、光化学烟雾	形成酸雨、光化学烟雾

特别提醒

黄冈学习网
www.hgxxw.net

(1)氮的氧化物都是大气污染物。

(2)空气中NO_2是造成光化学烟雾的主要因素。

(3)空气中NO、NO_2主要来源于煤和石油的燃烧、汽车尾气、硝酸工厂等。

(4)NO_2：既有氧化性又有还原性，以氧化性为主。NO_2能使湿润的淀粉-KI试纸变蓝。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

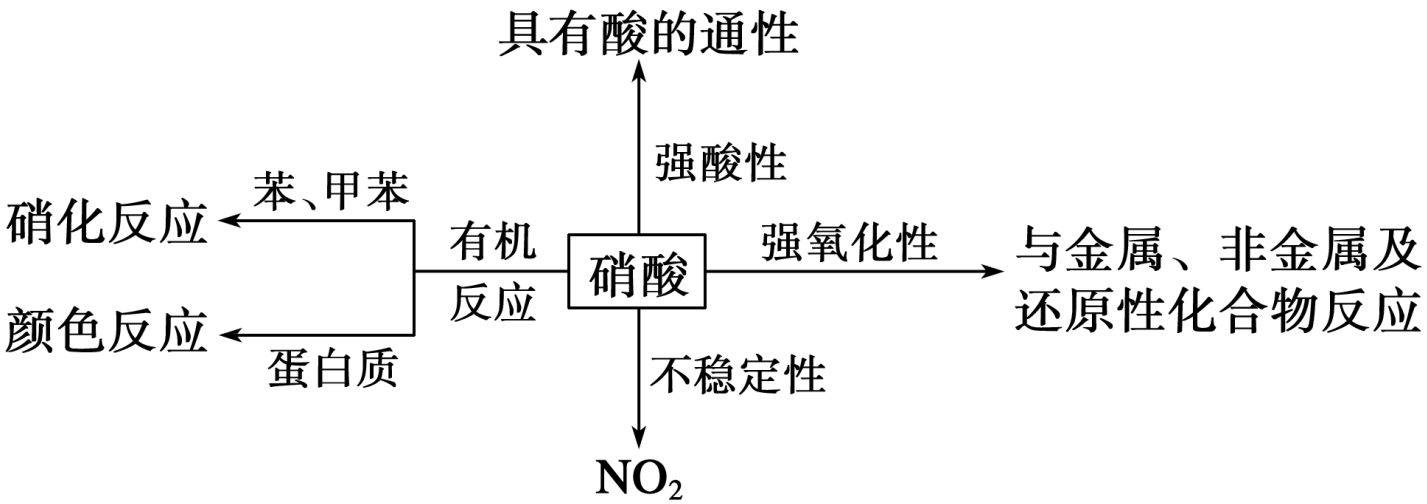
考点六　硝酸

1．物理性质

硝酸是无色易挥发的液体，有刺激性气味。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

2．化学性质



(1)不稳定性

反应：$4HNO_3 \xlongequal[\text{或光照}]{\triangle} 2H_2O + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

(2)强氧化性

硝酸无论浓、稀都有强氧化性，而且浓度越大氧化性越强。

按要求完成下列反应的方程式：

①与金属反应：

稀硝酸与铜反应：

$3Cu+8HNO_3(稀)=\!=\!=3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$；

浓硝酸与铜反应：

$Cu+4HNO_3(浓)=\!=\!=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$。

②与非金属反应：

如浓硝酸与 C 的反应为 $C+4HNO_3(浓)\xlongequal{\triangle}CO_2\uparrow+4NO_2\uparrow+2H_2O$；

黄冈学习网
www.hgxxw.net

③与还原性化合物反应：

硝酸可氧化 H_2S、SO_2、Na_2SO_3、HI、Fe^{2+}等还原性物质。

如稀硝酸与 $FeSO_4$ 溶液反应的离子方程式为：

$3Fe^{2+}+4H^{+}+NO_3^{-}=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$。

(3)与有机物反应

①硝化反应(与 C_6H_6 反应)：

$C_6H_6+HNO_3\xrightarrow[\triangle]{浓硫酸}C_6H_5NO_2+H_2O$；

②颜色反应：蛋白质遇到浓硝酸时变黄色。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

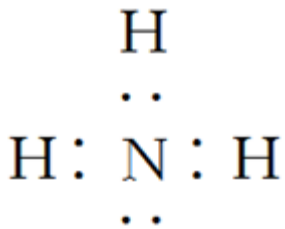
考点七　氨和铵盐

1．氨的分子结构和性质

(1)物理性质

氨气是无色有刺激性气味的气体，易液化可作制冷剂，常温、常压下，1体积的水可溶解700体积的氨气。

(2)分子结构

电子式： 

黄冈学习网
www.hgxxw.net

(3)氨的化学性质

①与水的反应

$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$，氨气溶于水得氨水，氨水中含有的粒子有 $NH_3 \cdot H_2O$、NH_3、H_2O、NH_4^+、OH^-、H^+。氨水为可溶性一元弱碱，易挥发，不稳定，易分解：$NH_3 \cdot H_2O \xlongequal{\triangle} NH_3\uparrow + H_2O$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

②氨气与酸反应

a．蘸有浓盐酸的玻璃棒与蘸有浓氨水的玻璃棒靠近，其现象为有白烟生成，将浓盐酸改为浓硝酸，也会出现相同的现象。

化学方程式为 $HCl+NH_3=NH_4Cl$、$NH_3+HNO_3=NH_4NO_3$。

b.与 CO_2 等酸性氧化物反应：$NH_3+CO_2+H_2O=NH_4HCO_3$ 或 $2NH_3+CO_2+H_2O=(NH_4)_2CO_3$。

③NH_3 的还原性——氨的催化氧化

化学方程式：$4NH_3+5O_2\xlongequal[\triangle]{催化剂}4NO+6H_2O$。

黄冈学习网
www.hgxxw.net

④与盐溶液反应

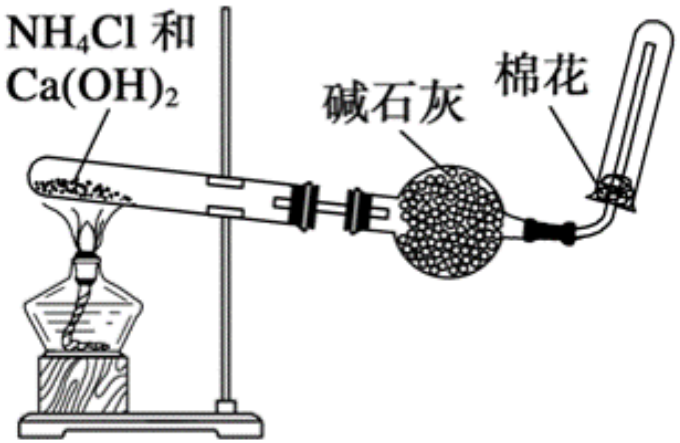
将氨水加入下列溶液，完成下表：

被滴试剂	现象	离子方程式
$FeCl_3$溶液	生成红褐色沉淀	$Fe^{3+}+3NH_3\cdot H_2O=\!=Fe(OH)_3\downarrow+3NH_4^+$
$AlCl_3$溶液	生成白色沉淀	$Al^{3+}+3NH_3\cdot H_2O=\!=Al(OH)_3\downarrow+3NH_4^+$

黄冈学习网

(4)实验室制取氨气的方法

①加热固态铵盐和碱的混合物



- 反应原理 → $2NH_4Cl+Ca(OH)_2 \xlongequal{\triangle} 2NH_3\uparrow+CaCl_2+2H_2O$
- 反应装置 → 固体 + 固体 $\xrightarrow{\triangle}$ 气体（与用 $KClO_3$ 和 MnO_2 或 $KMnO_4$ 制 O_2 的装置相同）
- 净化装置 → 用碱石灰干燥
- 收集装置 → 向下排空气法
- 验满方法 → ①用湿润的红色石蕊试纸置于试管口，试纸变蓝色；②将蘸有浓盐酸的玻璃棒置于试管口，有白烟产生
- 尾气处理 → 收集时，一般在管口塞一团用水或稀硫酸浸湿的棉花球，可减小 NH_3 与空气的对流速度，收集到纯净的 NH_3

黄冈学习网
www.hgxxw.net