



朝阳区线上课堂·高三化学

第三课时 实验探究2
——物质性质探究实验为主
(以含Fe化合物为主线)

北京市第八十中学 徐 辉

讨论：以铁及其化合物为知识
载体的高考实验探究题

近几年北京高考中主要探究铁及其化合物性质的题目

2018年28题

某小组用氯气、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 KOH 制备 K_2FeO_4 并探究其性质

性质探究

2017年28题

某小组在验证反应“ $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ ”的实验中检测到 Fe^{3+} ，从而进行探究

异常现象探究

2015年 28题

为探讨化学平衡移动原理与氧化还原反应规律的联系，某同学通过改变浓度研究“ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ”反应中 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的相互转化。

反应原理探究



由此可见：

1. 铁元素是典型的金属元素之一，其单质和化合物都是中学化学常见的物质，也是中学阶段化学经常研究的物质
2. 中学阶段研究的理论知识如各种平衡、能量变化有很多是以铁及其化合物为例，并且“铁三角”是铁及其化合物相互转化的良好体现
3. 以铁及其化合物作为知识载体的试题，经常在高考题中出现

学习目标

- 1、能准确描述与铁有关的物质的物理性质。如：铁粉的颜色， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的颜色； Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 水溶液颜色；等等。
- 2、准确掌握铁、二价铁和三价铁的化合物的化学性质。建议：（1）三个角度进行概括（氧化性or还原性，广义的酸碱性，特性）；（2）有关性质的具体应用，如 Fe^{3+} 水解、苯酚的检验等。
- 3、会描述 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 检验方法及现象。
- 4、会准确、快速书写相应的方程式。
- 5、了解探究题的构成及解题思路。

题目类型 物质的制备及其性质探究

2018年28题

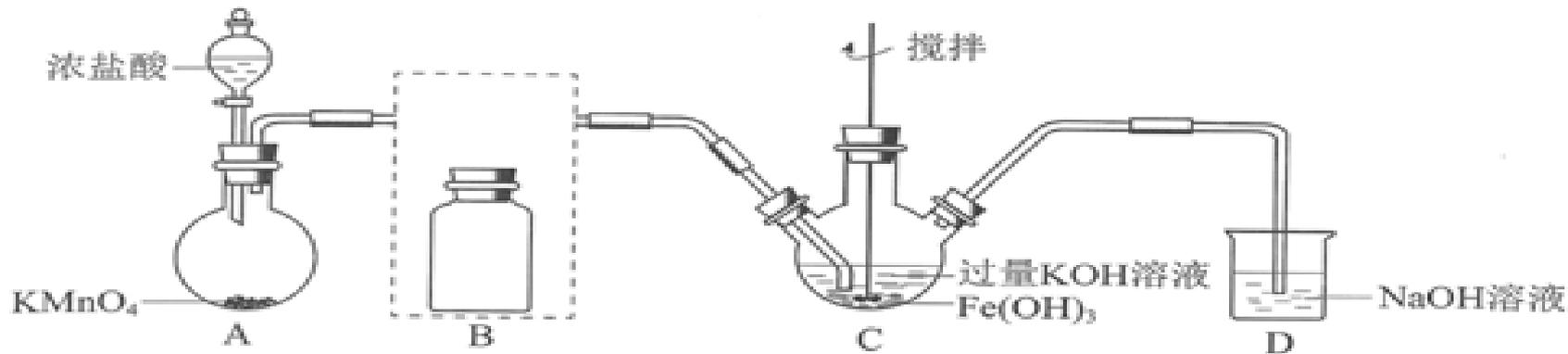
制备 K_2FeO_4 并探究其性质

气体发
生装置

除杂净
化装置

制备实
验装置

尾气吸收



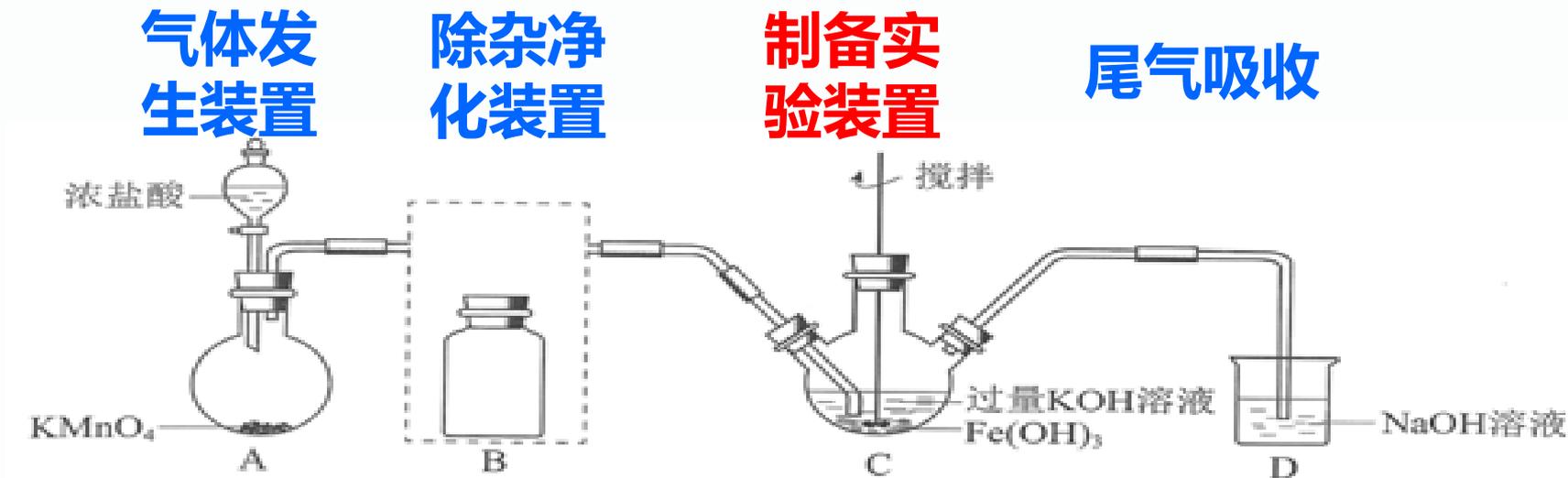
生成
 Cl_2

除 Cl_2
中HCl

制备 K_2FeO_4
(Cl_2 与KOH的
副反应)

吸收 Cl_2
防污染

2018年28题



生成Cl₂

除Cl₂
中HCl

制备K₂FeO₄
(Cl₂与KOH的
副反应)

吸收Cl₂
防污染



资料：

K_2FeO_4 为紫色固体，微溶于KOH溶液；

具有强氧化性，在酸性或中性溶液中快速产生 O_2 ；

在碱性溶液中较稳定。

(2) 探究 K_2FeO_4 的性质+



酸性不稳定分解放氧气

证



实性

素？

方案 I

方案 II

液，加入稀硫酸，产生黄绿色气体，得溶液 a，经检验气体中含

了 Cl^- 而产生 Cl_2 ，设计以下方案

液至过量，溶液呈红色。

用 Fe^{3+}
做证据

溶液充分洗涤 C 中所得固体，再用 KOH 溶液将 K_2FeO_4 溶出，得

到棕色溶液 b。取少量 b，滴加盐酸，有 Cl_2 产生。

用 Cl_2
做证据

i. 由方案 I 可知 a 中含有 Fe^{3+} 离子，但该离子的产生一定是 K_2FeO_4 将 $Fe(OH)_3$ 氧化，还可能由 $4FeO_4^{2-} + 20H^+ = 4Fe^{3+} + 3O_2 \uparrow + 10H_2O$ 产生（用方程式表示）

不宜用
水洗

ii. 方案 II 可证明 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- 。用 KOH 溶液洗涤的目的是排除 ClO^- 的干扰



(2) 探究 K_2FeO_4 的性质

①取 C 中紫色溶液，加入稀硫酸，产生黄绿色气体，得溶液 a，经检验气体中含有 Cl_2 。为证明是否 K_2FeO_4 氧化了 Cl^- 而产生 Cl_2 ，设计以下方案：

方案 I	取少量 a，滴加 KSCN 溶液至过量，溶液呈红色。
方案 II	用 KOH 溶液充分洗涤 C 中所得固体，再用 KOH 溶液将 K_2FeO_4 溶出，得到紫色溶液 b。 <u>取少量 b，滴加盐酸，有 Cl_2 产生。</u>

②根据 K_2FeO_4 的制备实验得出：氧化性 Cl_2 > FeO_4^{2-} （填“>”或“<”），而

方案 II 实验表明， Cl_2 和 FeO_4^{2-} 的氧化性强弱关系相反，原因是 溶液酸碱性不同。

在物质不变的情况下，氧化性强弱出现了反转，那就找外界条件的因素。对比两个反应的异同，制备反应在碱性条件下，方案 II 在酸性条件下，说明酸碱性的不同影响氧化性的强弱。



- ③资料表明，酸性溶液中的氧化性 $\text{FeO}_4^{2-} > \text{MnO}_4^-$ ，验证实验如下：将溶液b滴入 MnSO_4 和足量 H_2SO_4 的混合溶液中，振荡后溶液呈浅紫色。该现象能否证明氧化性 $\text{FeO}_4^{2-} > \text{MnO}_4^-$ ？若能，请说明理由；若不能，进一步设计实验方案。
- 理由或方案：_____。

可能的干扰因素： FeO_4^{2-}

③理由： FeO_4^{2-} 在过量酸的作用下完全转化为 Fe^{3+} 和 O_2 ，溶液浅紫色一定是 MnO_4^- 的颜色。

方案：向紫色溶液b中滴加过量稀 H_2SO_4 ，观察溶液紫色快速褪去还是显浅紫色。（对照实验的思路）

小结

1. 本题是制备并实验探究 K_2FeO_4 的性质（主要是强氧化性），通过分析推理加以证实和证伪。
2. 用实验事实说明了溶液酸碱性不同，可以使 Cl_2 和 FeO_4^{2-} 的氧化性强弱关系相反，阐述了化学变化需要一定条件，外界条件改变（常见的有：浓度、温度、pH、电压……），性质也可能发生改变。
3. 在寻找证据时既要关注并排除干扰因素，又要重视题给信息的合理使用。比如本题紧紧扣住题给信息： K_2FeO_4 具有强氧化性，在酸性或中性溶液中快速产生 O_2 ，在碱性溶液中较稳定。还要重视量的问题。



高考试题分析及回顾

2017年北京28题

实验异常现象的探究

某小组在验证反应“ $\text{Fe}+2\text{Ag}^+=\text{Fe}^{2+}+2\text{Ag}$ ”的实验中检测到 Fe^{3+} ，发现和探究过程如下：向硝酸酸化的 0.05 mol L^{-1} 硝酸银溶液（过量Fe）中加入过量铁粉，搅拌后静置，烧杯底部有黑色固体，溶液呈黄色

过量Fe

Ag^+

H^+

NO_3^-

(1) 检验产物

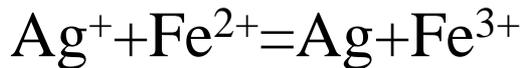
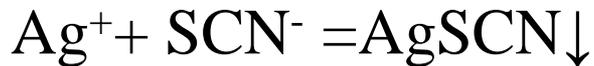
① 取出少量黑色固体，洗涤后，加入足量稀盐酸（或稀硫酸）酸化，固体未完全溶解（填操作和现象），证明黑色固体中含有 Ag ——该条件下，铁粉中是否混有银的检验

② 取上层清液，滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，产生蓝色沉淀，说明溶液中含有 Fe^{2+} 。

(2) 针对“溶液呈黄色”，甲认为溶液中有 Fe^{3+} ，乙认为铁粉过量时不可能有 Fe^{3+} ，乙依据的原理是 $\text{Fe}+2\text{Fe}^{3+}=\text{3Fe}^{2+}$ （用离子方程式表示）。针对两种观点继续实验：

某小组在验证反应“ $\text{Fe}+2\text{Ag}^+=\text{Fe}^{2+}+2\text{Ag}$ ”的实验中检测到 Fe^{3+} ，发现和探究过程如下：向硝酸酸化的 0.05 mol L^{-1} 硝酸银溶液（ $\text{pH}\approx 2$ ）中加入过量铁粉，搅拌后静置，烧杯底部有黑色固体，溶液呈黄色。

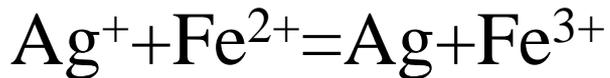
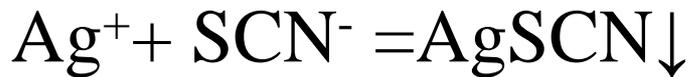
甲认为有 Fe^{3+} ，乙认为没有 Fe^{3+} 。



液变红，证实了甲的
 沉淀量多少与
 生成白色沉淀Ag
 过量Fe
 Fe²⁺
 Fe³⁺
 Ag⁺
 SCN⁻

序号	取样时间/min	现象
i	3	产生大量黑色固体
ii	30	产生白色沉淀；较3 min时量少；溶液红色较3 min时加深
iii	120	产生白色沉淀；较30 min时量少；溶液红色较30 min时变浅





		现象
		产生大量白色沉淀；较3 min时量少；溶液呈红色较3 min时深
iii	120	产生白色沉淀；较30 min时量少；较3 min时变浅

与Ag⁺浓度相关

溶液中存在反应：① $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ ，

② $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ ， ③ $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

反应开始时， $c(\text{Ag}^+)$ 大，以反应①、②为主， $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大。

约30分钟后， $c(\text{Ag}^+)$ 小，以反应③为主， $c(\text{Fe}^{3+})$ 减小。

	取样时间/min	现象
i	3	产生大量白色沉淀；溶液呈红色
ii	30	产生白色沉淀；较3 min时量少；溶液红色较3 min时加深
iii	120	产生白色沉淀；较30 min时量少；溶液红色较30 min时变浅

② 对 Fe^{3+} 产生的原因作出如下假设：

假设a：可能是铁粉表面有氧化层，能产生 Fe^{3+} ；

假设b：空气中存在 O_2 ，可产生 Fe^{3+} ；

假设c：酸性溶液中 NO_3^- 具有氧化性，可产生 Fe^{3+} ；

假设d：根据 **加入KSCN溶液后产生白色沉淀** 现象，判断溶

液中存在 Ag^+ ，可产生 Fe^{3+} 。

过量Fe
 Fe^{2+}
 Fe^{3+}
 Ag^+
 SCN^-

Ag^+ 有氧化性，可能氧化 Fe^{2+}

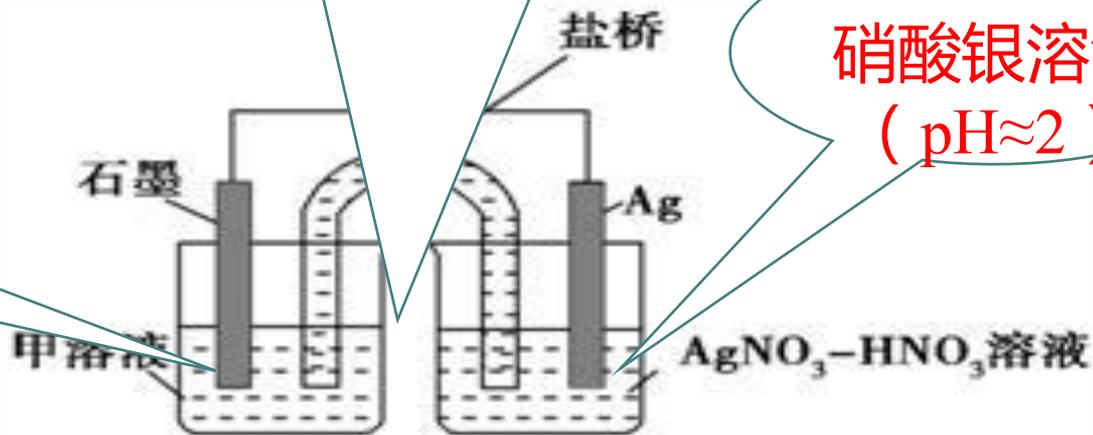
下述实验可证实假设d成立（判断溶液中存在 Ag^+ ，可产生 Fe^{3+} ）



某小组在验证反应d的过程中，实验中检测到 Fe^{3+} ，发现和振荡左侧烧杯中溶液（ $\text{pH} \approx 2$ ）中加固体，溶液呈黄色。

分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液，同时滴加KSCN溶液，后者红色更深

FeSO_4 溶液
(或 FeCl_2 溶液)



0.05 mol L^{-1}
硝酸银溶液
($\text{pH} \approx 2$)

小结

本题是实验异常现象的探究：在常见的Fe和Ag⁺间的置换反应中，出现了异常现象，围绕Ag⁺、Fe³⁺、Fe²⁺、SCN⁻离子间反应对反应结果展开探究。

1.本题是在Fe和Ag⁺反应中发现异常现象，进行实验探究，寻找证据，探究Fe和Ag⁺反应的多样性，得出相应的结论。

2.在寻找证据的实验中，又发现了异常现象。从实验现象分析Ag⁺和SCN⁻、Fe²⁺反应较**快**，SCN⁻和Fe³⁺反应较**快**，当Ag⁺浓度降低后，Fe和Fe³⁺反应进行的比较**彻底**。

3.本题要在掌握Ag⁺、Fe³⁺、Fe²⁺、Fe的氧化性、还原性的基础上，引入条件对速率影响，从而解释实验中的异常现象。

总结：

- 北京特色：

北京高考向来重视对素质教育的考查。对于高考考查要求的“四翼”，即“基础性”、“综合性”、“应用性”和“创新性”，在高考题中均能得到很好的体现。北京高考始终坚持考“真实的化学”，为考生呈现的是真实的、复杂的情境，具备良好综合素质的学习者能够综合运用科学的思维方法，合理地组织、调动不同知识版块的相关知识能力，高质量地应对生活实践或学习探索中的复杂问题情境。

- 目标展望：

各位高三的同学，希望你们在今后的实验探究复习中，要做到：1. 有扎实的知识基础，基础不牢，地动山摇；2. 不把知识学死，注意知识的关联与拓展，“一切皆有可能”；3. 解决实际问题时，要充分重视信息，加强证据意识，善于排除干扰，分辨证实与证伪；4. 答题时注意紧扣要点，言简意赅。避免万金油式的语言。认真掌握一些答题技巧。



感谢您的观看

北京市朝阳区教育研究中心 制作