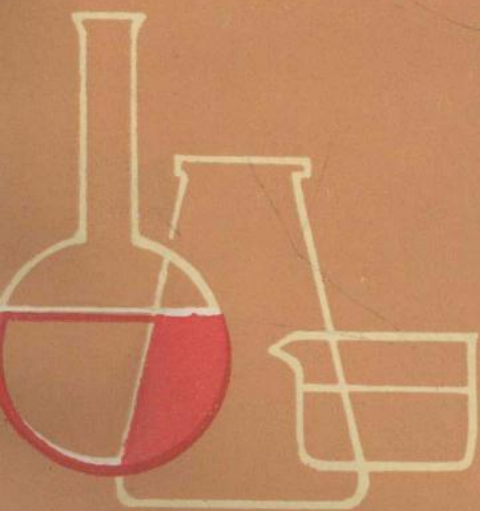


无机化学反应方程式手册



内蒙古人民出版社

WUJIHUAXUEFANYING
FANGCHENGSHISHOUCE

无机化学反应方程式手册

宋景濂 编著

内蒙古人民出版社

1986·呼和浩特

责任编辑：王文亮
 韩志忠

无机化学反应方程式手册

宋景濂 编著

*

内蒙古人民出版社出版

(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 通辽教育印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：15.875 字数：401千

1986年6月第一版 1986年8月第1次印刷

印数：1—2,080册

统一书号：7089·404 每册：2.75元

编者的话

为了学习和应用的方便,就无机化学的基础理论、常见元素和无机化合物的制备(冶炼)、性质、应用等基本知识,以反应方程式(包括分子反应方程式、离子反应方程式、核反应方程式等)为主,编写了这本《无机化学反应方程式手册》。本书是以高等学校的无机化学科学体系而编写的,在体例上为便于查阅,除基础理论外,均按化学元素周期表中主族、副族元素的排列规律,逐个元素编排。每个元素又按单质、氧化物、酸、碱、盐、有机物的顺序排列。并且对于氧化还原反应方程式作了较详细的介绍,其中着重介绍了简便易行、配平迅速的“简捷配平法”,这是本人从事教学工作中所积之经验。对于配位化合物、氢化物等反应方程式的编写,也尽量达到一定的深度和广度。

由于无机化学反应方程式浩如烟海,种类繁多,故本书只将最基本的、常见的、重要的无机化学方程式共六千多条布列出来。为了达到工具书的要求,有些反应方程式的说明,力求做到简明扼要。

本书可供大专院校的师生、中学化学教师、化学研究人员、化验员和化工技术人员参考与查阅,它也是自学青年之友,为他们的学习、应用可给以得力的帮助。

本书在编写过程中,曾得到东北师大化学系无机化学教研室的赵世良和王恩波二位副教授的指点与大力协助,并审阅了一九七九年的初稿,提出很多宝贵的意见。值此出版之际,谨向他们和其他给予帮助的同志一并表示由衷的谢意。

由于时间仓促,水平所限,不当之处,在所难免,诚恳希望读者给以指正。

作者

一九八四年十月四稿

序

无机化学反应方程式，是无机化学的精髓。它简明而集中地表示出无机化学反应的内容，是无机化学原理的正确运用与客观实践的深刻反映，也是学习化学和应用化学经常使用的特殊语言。因此学好、教好、用好无机化学反应方程式是十分重要的。《无机化学反应方程式手册》一书是一本很好的大、中学生的学习参考书和教师教学的指导书，内容丰富。有近六千条反应方程，在选材上除无机化学中的基本反应外，也包括了分析化学，配位化学，核化学等方面的内容。除列出反应方程式之外，注意了对反应条件等的说明，这也是本书的一个特点。本书的编排各章节均按周期表中元素排列顺序而排列，便于查阅，因此又是一本良好的无机化学工具书。宋景濂同志具有多年的无机化学教学经验，“方程”一书花费了他不少心血，我们衷心希望本书的出版能为学生学好无机化学，教师教好无机化学做出贡献。

赵世良 王恩波

1986年3月于长春

目 录

一、电离平衡

1. 电离方程式…………… (1)
 - (1) 某些酸电离时各步骤的电离方程式…………… (1)
 - (2) 某些碱的电离方程式…………… (2)
 - (3) 某些盐的电离方程式…………… (3)
 - (4) 自偶电离方程式…………… (5)
2. 离子方程式…………… (5)
 - (1) 依分子反应方程式写出离子反应方程式… (5)
 - (2) 依离子反应方程式写出分子反应方程式… (11)
 - (3) 配平离子方程式…………… (13)
 - (4) 判断离子方程式…………… (13)
 - (5) 共轭酸碱的离子方程式…………… (18)
3. 水解反应方程式…………… (18)
 - (1) 某些盐水解的酸碱性…………… (18)
 - (2) 盐类的水解方程式… (20)
4. 常见离子的鉴定…………… (29)

二、化学平衡

1. 温度对化学平衡的影响…………… (39)

2. 压力对化学平衡的影响…………… (39)
3. 化学平衡的移动…………… (41)

三、配位化合物

1. 制备方程式…………… (42)
 - (1) 在水溶液中的取代反应…………… (42)
 - (2) 非水溶液中的取代反应…………… (43)
 - (3) 无溶剂的取代反应… (43)
 - (4) 固体配合物的热分解…………… (44)
 - (5) 氧化还原反应…………… (44)
 - (6) 催化反应…………… (45)
 - (7) 金属羰基化合物的反应…………… (45)
 - (8) 夹心式化合物的反应…………… (47)
2. 离解方程式…………… (47)
3. 沉淀物溶解的反应方程式…………… (48)
4. 判断结构的反应方程式…………… (49)
5. 其它反应方程式…………… (50)
6. 判断络合反应的方向…………… (51)

四、氧化还原

1. 氧化还原反应的判断

..... (54)

(1) 氧化数的确定..... (54)

(2) 电子方程式..... (55)

(3) 氧化与还原的判断... (55)

(4) 氧化还原反应的判断

..... (58)

2. 分子氧化还原方程式

的配平..... (60)

(1) 简捷法配平..... (60)

(2) 自身氧化还原方程式

的配平..... (72)

(3) 氧化数法配平..... (73)

3. 离子氧化还原方程式

的配平..... (76)

(1) 电极反应..... (76)

(2) 离子氧化还原方程式

的配平..... (76)

(3) 离子氧化还原反应的

历程..... (89)

4. 电极电势..... (91)

(1) 氧化剂和还原剂强弱

的判断..... (91)

(2) 氧化还原反应方向的

判断..... (92)

五、碱金属元素

1. 氢..... (98)

(1) 分子氢..... (98)

(2) 原子氢..... (101)

(3) 负氢离子..... (102)

(4) 氢化物..... (102)

2. 锂..... (107)

(1) 单质..... (107)

(2) 锂的氧化物..... (108)

(3) 氢氧化锂..... (108)

(4) 锂化合物的反应..... (109)

3. 钠..... (113)

(1) 单质..... (113)

(2) 钠的氧化物..... (115)

(3) 氢氧化钠..... (116)

(4) 钠化合物的反应..... (119)

(5) 钠化合物的其它反应

..... (145)

4. 钾..... (147)

(1) 单质..... (147)

(2) 钾的氧化物..... (148)

(3) 氢氧化钾..... (149)

(4) 钾化合物的反应..... (154)

5. 铷..... (180)

(1) 单质..... (180)

(2) 铷的氧化物..... (181)

(3) 氢氧化铷..... (182)

(4) 铷化合物的反应..... (183)

6. 铯..... (186)

(1) 单质..... (186)

(2) 铯的氧化物..... (187)

(3) 氢氧化铯..... (188)

(4) 铯化合物的反应..... (189)

六、碱土金属元素

1. 铍..... (196)

- (1) 单质.....(196)
- (2) 氧化铍.....(196)
- (3) 氢氧化铍.....(197)
- (4) 铍盐的反应.....(198)
- 2. 镁.....(201)
- (1) 单质.....(201)
- (2) 氧化镁.....(203)
- (3) 氢氧化镁.....(204)
- (4) 镁盐的反应.....(205)
- 3. 钙.....(209)
- (1) 单质.....(209)
- (2) 氧化钙.....(210)
- (3) 氢氧化钙.....(211)
- (4) 钙化合物的反应.....(214)
- (5) 含钙物质相互转变的
反应方程.....(223)
- 4. 锶.....(225)
- (1) 单质.....(225)
- (2) 氧化锶.....(226)
- (3) 氢氧化锶.....(226)
- (4) 锶化合物的反应.....(226)
- (5) 含锶物质相互转变的
反应方程.....(228)
- 5. 钡.....(229)
- (1) 单质.....(229)
- (2) 钡的氧化物.....(229)
- (3) 氢氧化钡.....(230)
- (4) 钡化合物的反应.....(231)
- (5) 含钡物质相互转变的
反应方程.....(234)

七、硼族元素

- 1. 硼.....(236)
- (1) 单质.....(236)
- (2) 氧化硼.....(237)
- (3) 硼酸.....(237)
- (4) 硼砂.....(238)
- (5) 其它含硼化合物的反
应.....(239)
- 2. 铝.....(240)
- (1) 单质.....(240)
- (2) 氧化铝.....(243)
- (3) 氢氧化铝.....(244)
- (4) 铝化合物的反应.....(246)
- (5) 含铝物质相互转变反
应方程.....(250)
- 3. 镓.....(250)
- (1) 单质.....(250)
- (2) 镓化合物的反应.....(251)
- 4. 铟.....(251)
- (1) 单质.....(251)
- (2) 铟化合物的反应.....(251)
- 5. 铊.....(252)
- (1) 单质.....(252)
- (2) 铊化合物的反应.....(253)

八、碳族元素

- 1. 碳.....(254)
- (1) 单质.....(254)
- (2) 一氧化碳.....(256)
- (3) 二氧化碳.....(257)
- (4) 二硫化碳.....(258)

(5) 碳酸盐的反应.....(259)	(2) 氮.....(287)
(6) 硫代碳酸.....(260)	(3) 氮的氧化物.....(289)
(7) 含碳物质相互转变的 反应方程.....(261)	(4) 亚硝酸.....(291)
2. 硅.....(261)	(5) 硝酸.....(292)
(1) 单质.....(261)	(6) 铵盐.....(295)
(2) 二氧化硅.....(263)	(7) 联氨.....(300)
(3) 硅酸.....(265)	(8) 含氮物质相互转变的 反应方程.....(300)
(4) 原硅酸.....(266)	2. 磷.....(302)
(5) 甲硅烷.....(266)	(1) 单质.....(302)
(6) 四氯化硅.....(267)	(2) 磷的氧化物.....(303)
(7) 四氯化硅.....(268)	(3) 磷的含氧酸.....(304)
(8) 硅酸盐的反应.....(268)	(4) 磷酸盐的反应.....(306)
3. 锗.....(270)	(5) 磷的卤化物.....(307)
(1) 单质.....(270)	(6) 其它含磷化合物的反 应.....(307)
(2) 二氧化锗.....(271)	3. 砷.....(308)
(3) 四氯化锗.....(271)	(1) 单质.....(308)
4. 锡.....(271)	(2) 砷的氧化物.....(309)
(1) 单质.....(271)	(3) 亚砷酸.....(310)
(2) 锡的氧化物.....(272)	(4) 砷酸.....(311)
(3) 锡的含氧酸.....(273)	(5) 三氯化砷.....(312)
(4) 锡的氯化物.....(273)	(6) 砷的硫化物.....(313)
(5) 锡的硫化物.....(276)	4. 铋.....(314)
5. 铅.....(277)	(1) 单质.....(314)
(1) 单质.....(277)	(2) 三氧化二铋.....(314)
(2) 铅的氧化物.....(278)	(3) 三氯化铋.....(314)
(3) 铅的氢氧化物.....(280)	(4) 三硫化二铋.....(315)
(4) 铅的化合物反应.....(281)	5. 铊.....(316)
	(1) 单质.....(316)
	(2) 三氧化二铊.....(316)

九、氮族元素

1. 氮.....(286)
(1) 单质.....(286)

- (3) 三氯化铋.....(317)
- (4) 硝酸铋.....(317)

十、氧族元素

- 1. 氧.....(318)
 - (1) 氧.....(318)
 - (2) 臭氧.....(318)
 - (3) 水.....(319)
 - (4) 过氧化氢.....(319)
- 2. 硫.....(321)
 - (1) 单质.....(321)
 - (2) 硫化氢.....(322)
 - (3) 硫的氧化物.....(324)
 - (4) 亚硫酸.....(325)
 - (5) 硫酸.....(325)
 - (6) 含硫化合物的制备反
应.....(328)
 - (7) 含硫化合物的其它反
应.....(329)
 - (8) 含硫物质相互转变的
反应方程.....(331)
- 3. 硒.....(332)
 - (1) 单质.....(332)
 - (2) 亚硒酸.....(333)
 - (3) 硒酸.....(333)
- 4. 碲.....(333)
 - (1) 单质.....(333)
 - (2) 亚碲酸.....(334)
 - (3) 碲酸.....(334)

十一、卤族元素

- 1. 氟.....(335)

- (1) 单质.....(335)
- (2) 氟化合物的反应.....(335)
- 2. 氯.....(337)
 - (1) 单质.....(337)
 - (2) 氯化氢和氢卤酸.....(340)
 - (3) 氧化二氯.....(341)
 - (4) 次氯酸.....(341)
 - (5) 高氯酸.....(342)
 - (6) 氯酸盐的制备反应.....(342)
 - (7) 光照下的反应.....(343)
 - (8) 含氯物质相互转变的
反应方程.....(343)
- 3. 溴.....(344)
 - (1) 单质.....(344)
 - (2) 溴酸.....(345)
 - (3) 含溴化合物的反应.....(345)
 - (4) 含溴物质相互转变的
反应方程.....(346)
- 4. 碘.....(346)
 - (1) 单质.....(346)
 - (2) 碘化氢.....(348)
 - (3) 碘酸.....(348)
 - (4) 含碘化合物的制备反
应.....(349)
 - (5) 含碘化合物的其它反
应.....(350)

十二、铜分族

- 1. 铜.....(352)
 - (1) 单质.....(352)
 - (2) 铜的氧化物.....(353)
 - (3) 氢氧化铜.....(354)

- (4) 铜的氯化物.....(355)
- (5) 硫化铜.....(356)
- (6) 硫酸铜.....(356)
- (7) 其它含铜化合物的反
应.....(358)
- (8) 含铜物质相互转变的
反应方程.....(359)
- 2. 银.....(360)
- (1) 单质.....(360)
- (2) 氯化银.....(361)
- (3) 硝酸银.....(361)
- (4) 含银化合物的反应...(363)
- 3. 金.....(364)
- (1) 单质.....(364)
- (2) 三氯化金.....(364)

十三、锌分族

- 1. 锌.....(365)
- (1) 单质.....(365)
- (2) 氧化锌.....(366)
- (3) 氢氧化锌.....(367)
- (4) 氯化锌.....(367)
- (5) 硫酸锌.....(368)
- (6) 其它含锌化合物的反
应.....(368)
- (7) 含锌物质相互转变的
反应方程.....(371)
- 2. 镉.....(371)
- (1) 单质.....(371)
- (2) 含镉化合物的反应...(372)
- 3. 汞.....(373)
- (1) 单质.....(373)

- (2) 氯化亚汞.....(374)
- (3) 氯化汞.....(374)
- (4) 硝酸亚汞.....(375)
- (5) 硝酸汞.....(376)
- (6) 其它含汞化合物的反
应.....(376)

十四、钛分族、钒分族

- 1. 钛.....(379)
- (1) 单质.....(379)
- (2) 二氧化钛.....(380)
- (3) 钛化合物的反应.....(380)
- 2. 锆.....(381)
- (1) 单质.....(381)
- (2) 锆化合物的反应.....(382)
- 3. 铪.....(382)
- (1) 单质.....(382)
- (2) 铪化合物的反应.....(383)
- 4. 钒.....(383)
- (1) 单质.....(383)
- (2) 五氧化二钒.....(383)
- (3) 钒化合物的反应.....(384)
- 5. 铌、钽.....(385)
- (1) 单质.....(385)
- (2) 铌、钽的氧化物.....(385)
- (3) 铌的化合物反应.....(386)

十五、铬分族

- 1. 铬.....(387)
- (1) 单质.....(387)
- (2) 铬的氧化物.....(388)
- (3) 氢氧化铬.....(390)

- (4) 三氯化铬.....(391)
- (5) 硫酸铬.....(392)
- (6) 含铬化合物.....(393)
- (7) 含铬物质相互转变的
 反应方程.....(397)
- 2. 钼.....(398)
- (1) 单质.....(398)
- (2) 三氧化钼.....(398)
- (3) 钼酸.....(398)
- (4) 钼酸铵.....(399)
- (5) 钼酸盐.....(399)
- 3. 钨.....(400)
- (1) 单质.....(400)
- (2) 钨酸.....(400)

十六、锰分族

- 1. 锰.....(401)
- (1) 单质.....(401)
- (2) 锰的氧化物.....(401)
- (3) 二氯化锰.....(403)
- (4) 硫酸锰.....(404)
- (5) 硝酸锰.....(404)
- (6) 锰化合物的反应.....(405)
- (7) 含锰物质相互转变的
 反应方程.....(408)
- 2. 锃、铈.....(409)
- (1) 单质.....(409)
- (2) 铈化合物的反应.....(409)

十七、铁系元素

- 1. 铁.....(410)
- (1) 单质.....(410)

- (2) 铁的氧化物.....(411)
- (3) 氢氧化铁.....(413)
- (4) 氯化亚铁.....(413)
- (5) 氯化铁.....(414)
- (6) 硫酸亚铁.....(415)
- (7) 硫酸铁.....(416)
- (8) 其它铁化合物的反应
 (416)
- (9) 含铁物质相互转变的
 反应方程.....(418)

2. 钴.....(419)

- (1) 单质.....(419)
- (2) 钴的氧化物.....(420)
- (3) 二氯化钴.....(420)
- (4) 硫酸钴.....(421)
- (5) 硝酸钴(Ⅱ).....(422)
- (6) 含钴物质的反应.....(422)

3. 镍.....(423)

- (1) 单质.....(423)
- (2) 氧化镍.....(424)
- (3) 二氯化镍.....(424)
- (4) 硫酸镍.....(424)
- (5) 硝酸镍.....(425)
- (6) 其它镍化合物的反应
 (425)

4. 钨.....(426)

- (1) 单质.....(426)
- (2) 四氧化钨.....(426)
- (3) 其它钨化合物的反应
 (427)

5. 铼.....(427)

- (1) 单质.....(427)
- (2) 铈化合物的反应.....(427)
- 6. 铈.....(428)
- (1) 单质.....(428)
- (2) 铈化合物的反应.....(428)
- 7. 铈.....(429)
- (1) 四氧化铈.....(429)
- (2) 六氟络铈(IV)酸钾
.....(429)
- 8. 铈.....(429)
- (1) 三氯化铈.....(429)
- (2) 四氯化铈.....(430)
- 9. 铈.....(430)
- (1) 单质.....(430)
- (2) 四氯化铈.....(431)
- (3) 六氟络铈(IV)酸
.....(431)
- (4) 其它铈化合物的反应
.....(431)

十八、铀、钍、镭系、锕系

- 1. 铀.....(433)
- (1) 三氧化二铀.....(433)
- (2) 三氯化铀.....(433)
- (3) 硫酸铀.....(433)
- (4) 铀化合物的受热分解
反应.....(434)
- 2. 钍.....(434)
- 3. 镭.....(434)
- (1) 单质.....(434)
- (2) 三氧化二镭.....(434)
- (3) 三氯化镭.....(435)

- (4) 硫酸镭.....(435)
- 4. 钍.....(436)
- (1) 单质.....(436)
- (2) 钍的氧化物.....(436)
- (3) 钍的化合物反应.....(437)
- 5. 镭、钍、钍.....(437)
- 6. 镭.....(438)
- (1) 三氧化二镭.....(438)
- (2) 三氯化镭.....(438)
- 7. 钍.....(438)
- (1) 单质.....(438)
- (2) 硝酸钍.....(438)
- 8. 钍.....(439)
- (1) 单质.....(439)
- (2) 钍的氧化物.....(439)
- (3) 四氯化钍.....(440)
- (4) 四氧化钍.....(440)
- (5) 钍化合物的反应.....(440)

十九、原子核反应

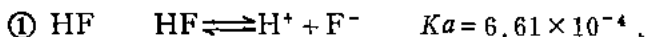
[附表]

- 一、国际原子量表(1983)
.....(448)
- 二、电离常数.....(452)
- 三、电极电势表.....(455)
- 四、水溶液中离子的
颜色.....(488)
- 五、常见的有色固体
物质.....(489)
- 六、盐类在水中的溶
解性.....(490)
- 七、某些难溶物质的
溶度积.....(492)

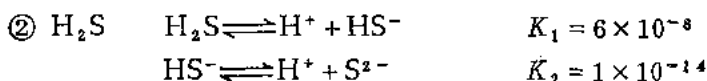
一、电离平衡

1. 电离方程式 (不考虑水解反应)

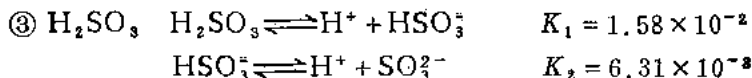
(1) 某些酸电离时各步骤的电离方程式



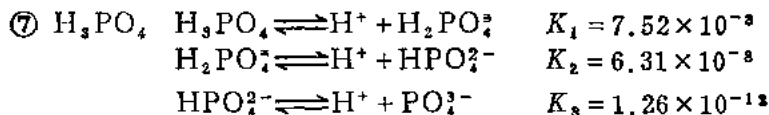
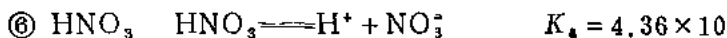
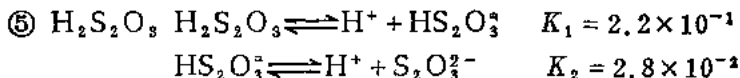
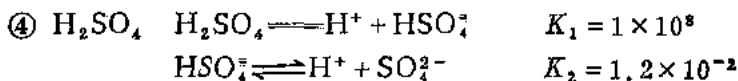
氢氟酸的酸性较弱，但在氢氟酸的浓溶液中，由于部分 F^- 通过氢键与 HF 形成缔合离子 HF_2^- 、 H_2F_3^- 、 H_3F_4^- 等，则氢氟酸成为强酸。



氢硫酸是很弱的酸。室温下硫化氢饱和溶液中的 $[\text{H}_2\text{S}]$ 约为 0.1M。

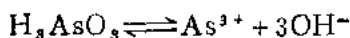


亚硫酸溶液为中强二元酸。到目前为止尚未制得游离的亚硫酸，它的水溶液很易分解成为 SO_2 和 H_2O 。

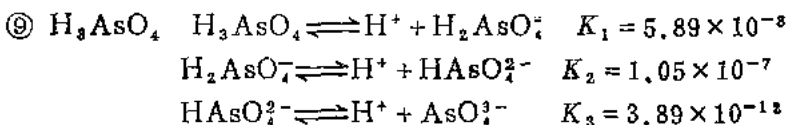


磷酸是三元酸，也是无氧化性的、不挥发性的中强酸。

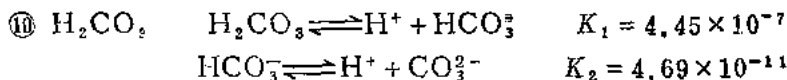




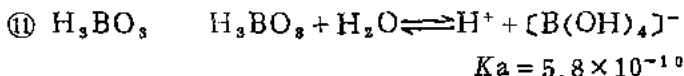
H_3AsO_3 是两性物质，偏酸性。只有在强酸性溶液中，才能显示出 As^{3+} 离子的特征。



砷酸为一中强酸。

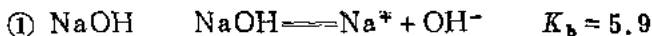


碳酸为二元弱酸，也很不稳定，只能存在于水溶液中。

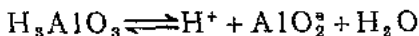


硼酸为白色片状晶体，微溶于水。它是一元弱酸，可加合来自 H_2O 分子的 OH^- 而释放出 H^+ 离子，故呈现为酸性。

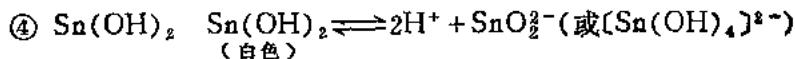
(2) 某些碱的电离方程式



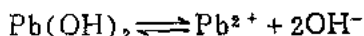
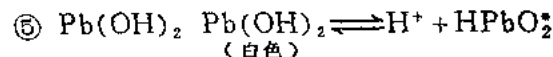
苛性钠为白色晶体，具有强碱性，溶于水时放出大量的热。



氢氧化铝呈两性，其碱性强于酸性，为一弱碱。



$\text{Sn}(\text{OH})_2$ 白色，具有两性。

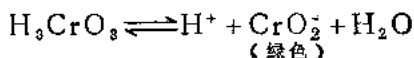
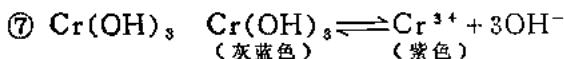


$\text{Pb}(\text{OH})_2$ 为两性物质，既能与酸作用，也能与碱作用。

⑥ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在氨水中存在如下平衡:

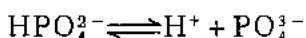
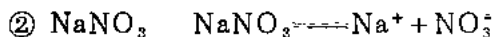
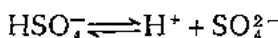
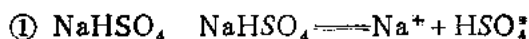


$$K_b = 6.3 \times 10^{-5}$$



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ 具有两性。

(3) 某些盐的电离方程式



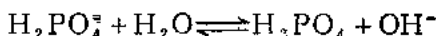
HPO_4^{2-} 离子很少离解, 而大部分与水作用



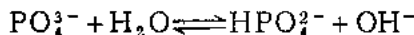
由于 OH^- 比 H^+ 多, 故溶液呈微碱性。



H_2PO_4^- 离子部分与水作用

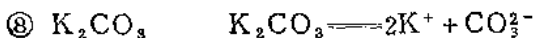
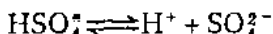


比较后两个式子, 最后一式由于 H_3PO_4 为中强酸, 则平衡向左移动, 溶液中 H^+ 比 OH^- 多, 所以溶液呈微酸性。



由于 OH^- 离子的生成, 因此 Na_3PO_4 溶液呈碱性。





注意正盐不分级电离。 CO_3^{2-} 可进一步水解。

