《分许化学》（二）课程教学大纲

课程代码：CHET2023

课程类别：自然科学类课程

授课对象：高分子材料与工程等专业

开课学期：2

学 分：2学分

主讲教师：李艺，李晓虹等

指定教材：《分析化学》（第六版），武汉大学主编，高等教育出版社，2016

一、教学目的：

分析化学是基础化学的重要课程之一，是材料工程、化学、化工等专业的学生学习的必不可少的一门课程。 通过学习，可以掌握分析化学的基本概念、基本理论、基本知识和重要化合物的性质。着重培养学生的科学思维方法、创新意识和综合运用所学知识去分析、解决问题的能力，从而为将来相关专业的学习和研究打下扎实的理论基础。

二、课程目标：

通过本课程的教学，使学生具备下列能力：

课程目标1：培养学生具有扎实的分析化学基础知识；

课程目标2：能应用各种分析原理及方法对实验结果进行合理有效的分析。

三、课程目标与毕业要求的对应关系：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 | 达成途径 |
| 工程知识 | 1.2 了解化学、材料科学等基本知识，并能将其用于解决高分子材料领域的复杂工程问题。 | 1. 培养学生具有扎实的分析化学基础知识 | 课程讲授、作 业、讨论 |
| 研究 | 4.4 能对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 2. 能应用各种分析原理及方法对实验结果进行合理有效的分析 | 课程讲授、作 业、讨论 |

四、教学基本内容：

绪论（五号黑体）

课时：0-1周，共1课时

教学内容

一、分析化学研究对象

二、分析化学研究方法

三、分析化学研究目的

第一章 误差及分析数据的统计处理

课时：1周，共3课时

教学内容

（1）精密度与准确度

（2）误差的传递与有效数字

（3）分析结果的数据处理

思考题：

1、误差的绝对值与绝对误差是否相同？

2、常量滴定管估计到±0.01，若要求滴定的相对误差小于0.1%，在滴定时，耗用体积应控制为多少？

3、微量分析天平可称准至±0.001mg，要使称量误差不大于1‰，至少应称取多少试样？

4、下列情况各引起什么误差？如果是系统误差，应如何消除？

a、砝码腐蚀

b、称量时，试样吸收了空气中的水分。系统误差，用递减法称量天平零点稍有变动

c、读取滴定答读数时，最后一位数字值测不准

e、以含量为98%的金属锌作为基准物质标定EDTA溶液的浓度

f、试剂中含有微量待测组分

g、重量法测定SiO2时，试液中硅酸沉淀不完全

h、天平两臂不等长

5、下列数字有几位有效数字？

0.072 36.080 4.4×10-3 6.023×1028 100 998 1000.00 1.0×103 PH=5.2时的[H+]

6、某人用差示光度分析法分析药物含量，称取此药物试样0.0520g最后计算此药物的含量为96.24%。问该结果是否合理？为什么？

7、用基准Na2CO3标定HCl溶液时，下列情况会对HCl的浓度产生何种影响（偏高、偏低或没有影响）？

a、滴定时速度太快，附在滴定管壁的HCl来不及流下来就读取滴定体积。

b、称取Na2CO3时，实际质量为0.1834g，记录时误记为0.1824g

c、在将HCl标准溶液倒入滴定管之前，没有用HCl溶液荡洗滴定管。

d、锥瓶中的Na2CO3用蒸馏水溶解时，多加了50mL蒸馏水

e、滴定开始之前，忘记调节零点，Ha溶液的液面高于零点。

f、滴定管活塞漏出HCl溶液

g、称取Na2CO3时，撒在天平盘上。

h、配制HCl溶液时没混匀

8、下列有关置信区间的定义中，正确的是：

a. 以真值为中心的某一区间包括测定结果的平均值的几率；

b. 在一定置信度时，以测定值的平均值为中心的包括真值的范围；

c. 真值落在某一可靠区间的几率 ；

d. 在一定置信度时，以真值为中心的可靠范围。

9、下述有关平均值的置信区间的论述中，错误的是：

a. 在一定的置信度和标准偏差时，测定次数越多，平均值的置信区间包括真值的可能性越大；

b. 其它条件不变时，给定的置信度越高，平均值的置信区间越宽；

c. 平均值的数值越大，置信区间越宽；

d. 当置信度与测定次数一定时，一组测量值的精密度越高，平均值的置信区间越小。

10、某学生用4法则判断异常值的取舍时，分以下五步进行，其中错误的步骤是：



a. 将全部数据（n个）顺序排好；

b. 求出以上数据的算术平均值；



c. 求出不包括异常值x的平均偏差



d. 求出异常值与平均值之差的绝对值



e. 将与4进行比较。



11、有一组测量值，其总体标准偏差σ为未知，要判断得到这组数据的分析方法是否可靠，应该用下列方法的哪一种：

a. 4法则 b. 格鲁布斯法 c. F检验法 d. t检验法



12、两位分析人员对同一含SO42-的样品用重量法进行分析，，得到两组分析数据，要判断两人分析的精密度有无显著性差异，应该用下列方法中的哪一种：

a. Q检验法 b. F检验法 c. μ检验法 d. t检验法

13、第8题中，若要判断两分析人员的分析结果之间是否存在系统误差，则应该用下列方法中的哪一种：

a. μ检验法 b. F检验法 c. F检验加t检验法 d. t检验法

第二章 酸碱滴定

课时：3周，共9课时

教学内容

（1）酸碱平衡理论与分布曲线

（2）酸碱溶液pH值计算

（3）酸碱指示剂与缓冲溶液

（4）酸碱滴定曲线及应用

思考题：

1、在下列各组酸碱物质中，哪些属于共轭酸碱对？

（1）—

（2）—



（3）—



（4）

（5）—



（6）—



2、判断下列情况对测定结果的影响

（1）标定NaOH溶液时，若邻苯二甲酸氢钾中混有邻苯二甲酸。

（2）用吸收了二氧化碳的NaOH溶液滴定H3PO4至第一化学计量点；若滴定至第二化学计量点时，情况又怎样？

（3）已知某NaOH溶液吸收了CO2，有0.4%的NaOH转变成Na2CO3，用此NaOH溶液测定HAc的含量时，会对结果产生多大的影响？

3、有人试图用酸碱滴定法来测定NaAc的含量，先加入一定量过量标准HCl溶液，然后用NaOH标准溶液返滴定过量的HCl。上述操作是否正确？试述其理由。

4、用HCl中和Na2CO3溶液至pH=10.50和pH=6.00时，溶液中各有哪些组分？其中主要组分是什么?当中和至pH<4.0时，主要组分是什么？

5、下列溶液以NaOH溶液或HCl溶液滴定时，在滴定曲线上出现几个突跃

1）H2SO4+H3PO4 K2SO4的Ka1>103 Ka2=1.0×10-2

H3PO4 Ka1=7.6×10-3 Ka2=6.3×10-8 Ka3=4.4×10-13

2) HCl+H3BO3 (Ka=5.8×10-10)

3) HF+HAC (KHF=6.6×10-4 KHAc=1.8×10-5)

4) NaOH+Na3PO4 (Kb1’=10-1.64 Kb2’=10-6.80 Kb3’=10-11.88)

5) Na2CO3+Na2HPO4 (Na2CO3 Kb1’=10-3.75  Kb2’=10-7.62)

6) Na2HPO4+NaH2PO4

6、有一碱液，可能为NaOH、Na2CO3或NaHCO3，或者其中两者的混合物。今用HCl溶液滴定，以酚酞为指示剂时，消耗HCl体积为V1，继续加入甲基橙指示剂，再用HCl溶液滴定，又消耗HCl体积为V2。在下列情况时，溶液各由哪些物质组成。

第三章 配位滴定

课时：2-3周，共8课时

教学内容

（1）配位平衡理论

（2）副反应及条件稳定常数

（3）金属指示剂与配位滴定曲线

（4）配位滴定应用

思考题：

1、H2O2能与TiOY形成三元络合物TiO(H2O2)Y，试问它使TiOY的条件稳定常数加大了还是减少了？为什么？

2、Hg2+既能与EDTA生成HgY2-，还能与NH3 、OH –继续生成Hg(NH3)Y2-和Hg(OH)Y3-。

若在pH=10的氨性溶液中，用EDTA滴定Hg2+，增大缓冲剂的总浓度（即增大CNH4++NH3）此时lgK，HgY值是增大还是减少？滴定的突跃范围是增大还是减少？试简述其原因。

3、高价金属离子一般较低价金属离子的EDTA络合物更为稳定。但对于Ti(Ⅳ)和Ti(Ⅲ)来说，KTi(III)Y>KTi(IV)Y，试简要说明其理由。

4、10-2mol·L-1的Zn2+约在PH≈6.4开始沉淀，若有以下两种情况：

（1）在pH4~5时，加入等物质的量的EDTA后再调至pH≈10

（2）在pH≈10的氨性缓冲溶液中，用EDTA滴定Zn2+至终点。

当两者体积相同时，试问哪种情况的lgK’ZnY大，为什么？

5、在pH≈10的氨性缓冲液中，用0.02mol·L-1EDTA滴定0.02mol·L-1Cu2+和0.02mol·L-1Mg2+的混合溶液，以铜离子选择电极指示终点。实验结果表明，若终点时游离氨的浓度控制在10-3mol·L-1左右时，出现两个电位突跃；若终点时游离氨的浓度在0.2mol·L-1只有一个电位突跃。试简要说明其原因。

6、Ca2+与PAN不显色，但pH10~12时，加入适量的CuY，却可用PAN作滴定Ca2+的指示剂。简述其原理。

7、KB指示剂为酸性铬蓝K与萘酚绿B混合而成的指示剂，其中萘酚绿B起什么作用？

8、用NaOH标准溶液滴定FeCl3溶液中的游离HCl时，Fe3+将引起怎样的干扰？加入下列哪一种化合物可消除其干扰？

EDTA ， Ca-EDTA， 柠檬酸三钠，三乙醇胺

9、用EDTA滴定Ca2+、Mg2+时，可用三乙醇胺、KCN掩蔽Fe3+，但抗坏血酸或盐酸羟胺则不能掩蔽Fe3+，而在pH≈1左右滴定Bi3+时，恰恰相反，抗坏血酸或盐酸羟胺可掩蔽Fe3+，而三乙醇胺、KCN则不能掩蔽Fe3+，且KCN严禁在pH<6的溶液中使用。试说明原因。

10、由附表13可知，K’Fe(III)Y在pH较大时，仍具有较大的数值，若CFe(III)=10-2mol.L-1，在pH=6.0时，K’Fe(III)Y=14.6，完全可以准确滴定，但实际上并不在此条件下进行，为什么？

11、在pH=5~6时，以二甲酚橙为指示剂，用EDTA测定黄铜（锌铜合金）中锌的含量，现有以下几种方法标定EDTA溶液的浓度：

（1）以氧化锌作基准物质，在pH=10.0的氨性缓冲溶液中，以铬黑T作指示剂，标定EDTA溶液；

（2）以碳酸钙作基准物质，在pH=12.0时，以KB指示剂指示终点, 标定EDTA溶液；

（3）以ZnO作基准物质，在pH=6.0时，以二甲酚橙作指示剂，标定EDTA溶液。

试问，用上述哪一种方法标定EDTA溶液的浓度最合适？试简要说明其理由。

12、配制试样溶液所用的蒸馏水中含有少量的Ca2+，在pH=5.5测定Zn2+和在pH=10.0氨性缓冲溶液中测定Zn2+，所消耗EDTA溶液的体积是否相同？在哪种情况下产生的误差大？

第四章 氧化还原滴定

课时：2-3周，共8课时

教学内容

（1）氧化还原平衡理论（条件电位）

（2）氧化还原反应程度、速度与影响因素

（3）氧化还原滴定曲线，指示剂，应用

思考题：

1、解释下列现象：

a、将氯水慢慢加入到含有Br-和I-的酸性溶液中，以CCl4萃取，CCl4层变为紫色。

b、但Cu2+却能将I-氧化为I2。



c、pH=8.0时，I2滴定AsO33-生成AsO43-，而当酸度为1mol·L-1时，I-却被AsO43-氧化为I2。

d、Fe2+的存在加速KMnO4 氧化Cl-的反应。

e、以KMnO4滴定C2O4 2- 时，滴入KMnO4后红色消失速度由慢到快。

f、于K2Cr2O7标准溶液中，加入过量KI，以淀粉为指示剂，用Na2S2O3溶液滴定至终点时，溶液由蓝变为绿。

g、以纯铜标定Na2S2O3溶液时，滴定到达终点后（蓝色消失）又返回到蓝色。

2、根据标准电位数据，判断下列各论述是否正确。

a、在卤素离子中，除F-外均能被Fe3+氧化。

b、在卤素离子中，只有I-能被Fe3+氧化。

c、金属锌可以将Ti(Ⅳ)还原至Ti(III)，金属银却不能。

d、在酸性介质中，将金属铜置于AgNO3溶液里，可以将Ag+全部还原为金属银。

e、间接碘量法测定铜时，Fe3+和AsO43-都能氧化I-析出I2，因而干扰铜的测定。

3、增加溶液的离子强度，Fe3+/ Fe2+电对的条件电位是升高还是降低？加入PO43-、F-或1,10-二氮菲后，情况如何？

4、已知在1mol·L-1H2SO4介质中，，1,10-二氮菲与Fe3+和 Fe2+均能形成络合物，加入1,10-二氮菲后，体系的条件电位变为1.06V。试问 Fe3+和 Fe2+ 与1,10-二氮菲形成的络合物中，哪一种更稳定？



5、已知在酸性介质中，，MnO4- 被还原至一半时，体系的电位（半还原电位）为多少？试推出对称电对的半还原电位与它的条件电位间的关系。



6、试证明在氧化还原反应中，有H+ 参加反应或者有不对称电对参加反应时，平衡常数计算公式 (4-2)及（4-2a）都是适用的。

7、碘量法中的主要误差来源有哪些？配制、标定和保存及标准溶液时，应注意哪些事项？



8、用KMnO4为预氧化剂，Fe2+为滴定剂，试简述测定和混合液中、的方法原理。



9、怎样分别滴定混合液中的及？



10、用碘量法滴定含的试液，应注意哪些问题。



第五章 沉淀滴定法与重量分析法

课时：3周，共9课时

教学内容

（1）沉淀滴定原理

（2）银量法及应用

（3）重量分析概述

（4）沉淀溶解度影响因素

（5）沉淀的形成、纯度及条件

思考题：

1、解释下列现象：

a. 在pH=3的溶液中的溶解度较在pH=5的溶液中的溶解度大。



b. 在0.0010mol·L-1溶液中的溶解度较在0.0010mol·L-1溶液中的溶解度小;



c. 可用水洗涤而AgCl要用稀洗涤。



d. 沉淀要陈化而AgCl或.nH2O沉淀不要陈化。



e. AgCl和的值差不多，但是可以控制条件得到晶体沉淀，而AgCl智能得到无定形沉淀；



f. ZnS在HgS沉淀表面上而不在沉淀表面上继沉淀。



2、某人计算沉淀在水中的溶解度时，不分析情况，即用公式Ksp=[M3+][OH-]3计算。已知Ksp=1×10-32，求得溶解度为。试问这种计算方法有无错误？为什么？



3、用过量沉淀时，、均能引起共沉淀，问何者共沉淀严重？此时沉淀组成可能是什么？已知离子半径=133pm，=95pm，=135pm。



4、某溶液中含、、三种离子，今需分别测定其中的和，而使以形式沉淀分离除去。问测定和时，应分别在什么条件下进行为好？



5、将0.5和0.1溶液混合时，因浓度较高，需加入动物胶凝聚，使其沉淀完全。动物胶是合氨基酸的高分子化合物（pKa1=2, pKa2=9）其凝聚作用应在什么酸度条件下进行为好？



6、与丁二酮肟（DMG）在一定条件下形成丁二酮肟镍沉淀，然后可以采用两种方法测定：一是将沉淀洗涤烘干，以形式称重，二是将沉淀再灼烧成MO的形式称重。采用哪一种方法较好？为什么？



7、用银量法测定下列试样中的时，选用什么指示剂指示滴定终点比较合适？



（1）（2）（3）（4）



（5）（6）（7）



8、在下列各种情况下，分析结果是准确的，还是偏低或偏高？为什么？

（1）pH≈4 用莫尔法滴定



（2）若试液中含有铵盐，在pH ≈10时，用莫尔法测



（3）用法扬司法滴定时，用曙红作指示剂。



（4）用佛尔哈德法测定时，未将沉淀过滤也未加1,2-二氯乙烷。



（5）用佛尔哈德法测定I- 时，先加铁铵矾指示剂，然后加入过量标准溶液。



9、 沉淀在纯水中的溶解度是否会受到溶解在纯水中的的影响？



第六章 吸光光度法

课时：2-3周，共8课时

教学内容

（1）分子光谱的产生

（2）有机物的吸收光谱

（3）光吸收的基本定律

（4）吸光光度法在有机物和无机物分析中的应用。

思考题：

1、解释下列名词：

a. 光吸收曲线；b. 互补色光；c. 吸光度

2、符合朗伯-比耳定律的某一吸光物质溶液，其最大收吸波长和吸光度随吸光物质浓度的增加其变化情况如何？

3、吸光物质的摩尔吸光系数与下列哪些因素有关：入射光波长、被测物质的浓度、络合物的离解度、掩蔽剂。

4、试说明吸光光度法中标准曲线不通过原点的原因。

5、在吸光光度法中，影响显色反应的因素有哪些？

6、酸度对显色反应的影响主要表现在哪些方面？

7、在吸光光度法中，选择入射光波长的原则是什么？

8、测量吸光度时，应如何选择参比溶液？

9、示差分光光度法的原理是什么？为什么它能提高测定的准确度？

第七章 分析化学中常用的分离和富集方法

课时：2-3周，共8课时

教学内容

（1）常用的分离及富集方法概述

（2）液-液萃取法原理及应用

（3）色谱法基本原理及应用

（4）薄层色谱、纸色谱、气相色谱法简介

思考题：

1、分离方法在定量分析中有什么重要性？分离时对常量和微量组分的回收率要求如何？

2、在氢氧化物沉淀分离中，常用的有哪些方法？举例说明。

3、某矿样溶液含Fe3+，A13+，Ca2+，Mg2+，Mn2+，Cr3+，Cu2+和Zn2+等离子，加入NH4C1和氨水后，哪些离子以什么形式存在于溶液中？哪些离子以什么方式存在于沉淀中？分离是否完全？

4、如将上述矿样用Na2O2熔融，以水浸取，其分离情况又如何？

5、某试样含Fe，A1，Ca，Mg，Ti元素，经碱熔融后，用水浸取，盐酸酸化，加氨水中至出现红棕色沉淀（pH约为3左右），再加六亚甲基四胺加热过滤，分出沉淀和滤液。试问。

为什么溶液中刚出现红棕色沉淀时人们看到红棕色沉淀时，表示pH为3左右？

过滤后得的沉淀是什么？滤液又是什么？

试样中若含Zn2+和Mn2+，它们是在沉淀中还是在滤液中？

6、采用无机沉淀剂，怎样从铜合金的试掖中分离出微量Fe3+？

7、用氢氧化物沉淀分离时，常有共沉淀现象，有什么方法可以减少沉淀对其他组分的吸附？

8、沉淀富集痕量组分，对共沉淀剂有什么要求？有机共沉淀剂较无机共沉淀剂有何优点？

9、何谓分配系数，分配比？萃取率与哪些因素有关？采用什么措施可提高萃取率？

10、为什么在进行螯合萃取时，溶液酸度的控制显得很重要？

11、用硫酸钡重量法测定硫酸根时，大量Fe3+会产生共沉淀。试问当分析硫铁矿（FeS2）中的硫时，如果用硫酸钡重量法进行测定，有什么办法可以消除Fe3+干扰？

12、离子交换树脂分几类，各有什么特点？什么是离子交换树脂的交联度，交换容量？

13、为何在分析工作中常采用离子交换法制备水，但很少采用金属容器来制备蒸馏水？

14、几种色谱分离方法（纸上色谱，薄层色谱及反相分配色谱）的固定相和分离机理有何不同？

15、以Nb和Ta纸上色层分离为例说明展开剂对各组分的作用和展开剂的选择。

16、如何进行薄层色谱的定量测定？

17、用气浮分离法富集痕量金属离子有什么优点？为什么要加入表面活性剂？

18、若用浮选分离富集水中的痕量CrO42-，可采用哪些途径？

19、固相微萃取分离法、超临界萃取分离法、液膜分离法及微波萃取分离法的分离机理有何不同？

20、试述毛细管电泳分离法的分离机理？它的应用如何？

五、建议教学进度：

**课程学时分配表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **教学内容** | **授课学时** | 课程目标 |
| 1 | 绪论 | 1 | 课程目标1： 培养学生具有扎实的分析化学基础知识；  课程目标2：能应用各种分析原理及方法对实验结果进行合理有效的分析 |
| 2 | 误差及分析数据的统计处理 | 3 |
| 3 | 酸碱滴定 | 9 |
| 4 | 配位滴定 | 8 |
| 5 | 氧化还原滴定 | 8 |
| 6 | 沉淀滴定法 | 3 |
| 7 | 重量分析法 | 6 |
| 8 | 吸光光度法 | 8 |
| 9 | 分析化学中常用的分离和富集方法 | 8 |
|  | 合计 | 54 |

六、教学方法：

1、本课程按照“滴定原理-滴定曲线-数据分析”这条主线展开分析化学的教学内容。对课程内容的讲授突出基础，强调重点，对教科书中的内容有所舍取，课堂上讲述要点与学生课后自学相结合。

2、课程采用多媒体课件，配合图片、动画、视频进行教学。在教学过程中通过提问、随堂互动、课后作业等方式进行案例分析，强调理论与实践的结合，学生知识掌握和分析问题解决问题能力提高并重。

七、考核方法及成绩评定方法

本课程为过程化考试课，考核成绩构成为：平时成绩30%+期中考试成绩30%+期末考试成绩40%。

(1) 平时成绩由平时作业、考勤、课堂练习等构成，包含2次闭卷考试。

(2) 期中、期末考试以闭卷形式进行。

试卷考核要围绕课程目标考察学生分析问题、解释实验结果和数据处理能力，尽量覆盖课程的主要知识点。

**试卷考核分值与课程目标对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 课程目标 | 试卷考核分值 | 试题形式 |
| 课程目标 1  【支持毕业要求1.2】 | 15-25 | 选择题 |
| 课程目标 1  【支持毕业要求1.2】 | 15-25 | 填空题 |
| 课程目标 1  【支持毕业要求1.2】 | 30-40 | 计算题 |
| 课程目标 2  【支持毕业要求4.4】 | 20-30 | 分析题 |

八、参考书目

[1] 华东理工大学、四川大学编，《分析化学》，高等教育出版社，2005年

[2] 武汉大学化学系，《仪器分析》，高等教育出版社，2001。

[3] 方恵群，于俊生，史坚编，《仪器分析》，科学出版社，2002

执笔人：李艺

\_\_2021\_\_年\_4\_月\_1\_日