

化学实验与化学计算

综合题解题培训

西南交通大学出版社

化学实验与化学计算

综合题解题培训

刘汉西
阎梦醒 等编
何宗良

西南交通大学出版社

新登字 (川) 018 号

编委名单: (无先后顺序)

刘汉西 阎梦醒 何宗良 徐全民
马采文 任兴成 续兴郁 孟昭坤
沈瑞琪 林世厚 崔 峰 曹洪昌
廖传珠 韩瑜晟

化学实验与化学计算综合题解题培训

刘汉西 阎梦醒 何宗良 等编

※

西南交通大学出版社出版发行

(四川成都九里堤)

四川省新华书店经销

省华夏信息工程公司照排站照排

彭山县彩印厂印刷

※

开本: 787×1092 1/32 印张: 11.0625

字数: 200 千字 印数: 1—13000 册

1992 年 9 月第 1 版 1992 年 9 月第 1 次印刷

ISBN7-81022-410-7/O·036

定价: 4.25 元

前 言

1991年8月，在“新时期中学化学教学教改研讨会”（西安）会上，来自全国各地的代表一致认为化学综合实验和化学综合计算是当前乃至今后中学化学教学进程中的最大障碍，严重影响教学质量。因此，培养和训练中学生的综合能力是提高教学质量的当务之急。十四位与会代表经过研究讨论，联合编写了这本书。

本书以国家教委颁发的新《大纲》和国家教委考试中心制订的高考《考试说明》为准则，分析在剖析近五年高考试题的基础上，结合自己的教学经验和教研成果，总结了解答综合实验题和综合计算题的解题思路与解题技巧，试图让读者通过阅读和实际操作（练习）以掌握解题规律和培养、提高解答综合题的能力。

本书立足于培养能力，特别是结合实验、计算解决化学问题的能力。本书所介绍的解题方法主要是最新、最优的方法，所搜集的试题几乎包容了到目前为止已出现的相应的各种题型。

根据调查，学生中有很多人解答综合试题时，思路正确，也能运用某些技巧方法，还能得出正确结果，但是书面表达不完整、不准确、不严密、不规范。这是一件不容忽视的事！所以我们刻意在解题过程的书面表达上下了功夫，对于练习题就不是简单地给出结果，而是列出了详细的解答过程，其

意义则应是多方面的了。

参加本书编写的有（排名无先后）：

- 刘汉西 四川省乐山市草堂高中
阎梦醒 北京清华大学附中
何宗良 山西省太原市十二中
徐全民 辽宁省大连理工大学附中
马采文 陕西省西安市 83 中
任兴成 黑龙江省牡丹江市铁三中
续兴郁 山西省大同市教委教研室
孟昭坤 山东省济南市九中
沈瑞琪 上海市行知中学
林世厚 广西桂林市逸仙中学
崔 峰 山东省利津一中
廖传珠 陕西省商州市中学
曹洪昌 山东省安丘县一中
韩瑜晟 河南省汝州望嵩中学

本书由刘汉西、阎梦醒和何宗良（特级教师）三同志主编。

限于作者水平，加之时间仓促，难免出现错误，恳请读者批评指正。

编 者
一九九二年六月

目 录

第一部分 化学综合实验

一、化学高考中的实验能力考核	(1)
(一) 1987—1991 年化学高考综合实验题剖析	(1)
(二) 化学高考中的实验能力考核	(14)
1. 阅读、挖掘题示信息的能力	(16)
2. 选择利用仪器、药品、条件、技术的能力	(18)
3. 正确进行实验基本操作的能力	(18)
4. 观察、测量、分析、判断现象的能力	(20)
5. 分析、推理、概括、判断过程的能力	(21)
6. 选择、组合、修改、设计实验的能力	(22)
7. 综合运用化学知识与技能的能力	(23)
8. 准确处理数据与文字表达的能力	(24)
9. 评价实验, 提出改进意见的能力	(25)
10. 有序、同步、合理安排实验工作的能力	(26)
二、综合实验题解题思路与技巧	(28)
(一) 注意阅读挖掘题示信息	(28)
(二) 注意综合运用基础知识	(30)
(三) 注意理解原理联系实际	(32)
(四) 注意选择仪器连接装置	(34)
(五) 注意现象分析过程推理	(37)
(六) 注意物质分离步骤方法	(39)

(七) 注意数据处理文字表达	(41)
(八) 注意实验设计正确合理	(42)
(九) 只用一种试剂的鉴别题	(44)
(十) 不用外加试剂的鉴别题	(46)
(十一) 需分析因果的简答试题	(47)
(十二) 解题要注重概念准确性	(49)
三、化学实验题类型训练	(68)
(一) 制取制备物质题	(68)
(二) 分离提纯物质题	(94)
(三) 鉴别鉴定物质题	(105)
(四) 定量分析物质题	(117)
(五) 实验基本操作题	(138)
(六) 实验误差分析题	(162)
(七) 确定组成结构题	(169)
(八) 化学实验设计题	(183)

第二部分 化学综合计算

一、化学高考中综合计算能力考核	(195)
二、综合计算题解题思路与技巧	(216)
(一) 方程组法	(224)
(二) 巧用平衡关系 (守恒法)	(230)
(三) 十字交叉法	(236)
(四) 量差法	(245)
(五) 讨论法	(259)
(六) 过量计算问题	(290)
(七) 带有图象的计算题	(299)
综合练习	(312)

第一部分 化学综合实验

一、化学高考中的实验能力考核

【一】1987—1991 年化学高考综合实验题剖析

1987 年化学高考综合实验题剖析

【第三题 2 小题】可用于分离或提纯物质的方法有：

(A) 分馏 (B) 盐析 (C) 过滤 (D) 重结晶 (E) 升华
(F) 渗析 (G) 电解 (H) 加热分解 (I) 蒸馏

下列各组混和物的分离或提纯应选用上述哪一种方法最合适？(把选用的方法标号填入方括号内)

(1) 除去 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中悬浮的 CaCO_3 微粒。答【 】

(2) 除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中混有的 Cl^- 离子。答【 】

(3) 除去乙醇中溶解的微量食盐。答【 】

(4) 分离石油中各种不同沸点范围的成分。答【 】

(5) 除去固体碘中混有的少量碘化钠。答【 】

二、高三的教学内容，要求从给定的 9 种分离提纯物质的方法中对给定的 6 种混和物分离提纯，要求选出最合适的方法进行匹配。它涉及的知识和技能包括：分离不溶性固体和液

体应用过滤法；分离胶体和溶液应用渗析法；分离可溶性固体和液体应用蒸馏法；分离互溶但沸点不同的液体应用分馏法；分离能升华物质与不能升华的稳定物质应用升华法；分离某些稳定物质和某些不稳定物质有时可采用加热法。

【第三题 3 小题】制备下表所列的各种化合物时，请从下列(I)项中选择原料，从(II)项中选择无机试剂及实验条件。将正确答案的标号填写在相应的答案栏里。

化合物		TNT	三溴苯酚	苯磺酸	乙 醛	氯乙烯	硝酸乙酯
答 案	(I)						
	(II)						

(I) 可供选用的有机化合物原料为

- (A) 乙烯 (B) 苯 (C) 乙醇 (D) 苯酚
(E) 甲苯 (F) 甘油 (G) 乙炔

(II) 可供采用的无机试剂及实验条件为

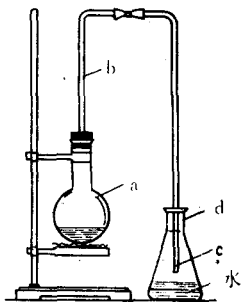
- (a) 加入溴水振荡。
(b) 跟浓硫酸共热到 70—80℃。
(c) 在催化剂存在下跟 HCl 作用(150—160℃)。
(d) 跟硝酸反应。
(e) 在催化剂存在并加热的条件下，用空气氧化。
(f) 跟酸性高锰酸钾水溶液作用。
(g) 跟浓 HNO₃ 和浓 H₂SO₄ 混和酸作用。

【答案】

化合物		TNT	三溴苯酚	苯磺酸	乙 醛	氯乙烯	硝酸乙酯
答 案	(I)	E	D	B	C	G	C
	(II)	g	a	b	e	c	d

【剖析】 此题为制取制备物质题。它综合考核烃及烃的衍生物中各类典型代表物的性质、制法、用途，并要求从给定的原料(I)和无机试剂及实验条件(I)中进行匹配选择。它涉及的知识和技能包括：甲苯的硝化、苯酚的溴代、苯的磺化、醇的催化氧化、乙炔跟 HCl 的加成反应、乙醇跟硝酸的酯化反应、原料及实验条件的选择等。它突出地考核了综合运用化学基础知识的能力。

【第三题 4 小题】 中学实验室用下图装置制取少量溴苯，请填写下列空白。



(1) 在烧瓶 a 中装的试剂是苯、溴和铁屑。导管 b 的作用有两个：一是导气，二是兼起_____的作用。

(2) 反应过程中在导管 c 的下口附近可以观察到有白雾出现，这是由于反应生成的_____遇水蒸气而形成的。

(3) 反应完毕后，向锥形瓶 d 中滴入 AgNO_3 溶液，有_____生成。

(4) 反应完毕后，将烧瓶 a 中的液体倒入盛有冷水的烧杯里，可以观察到烧杯底部有_____色不溶于水的液体。这是溶解了_____的粗产品溴苯。

(5) 写出烧瓶 a 中发生的反应的化学方程式_____。

【答案】 (1) 冷凝器 (2) HBr (3) 淡黄色沉淀或 AgBr 沉淀 (4) 褐 溴 (5) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$

【剖析】 此题为制取制备物质题。它通过制取溴苯的实验，考核了反应原理、仪器用途、现象分析、物质(反应物与

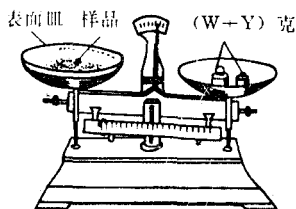
产物)性质和物质检验等知识、技能,本题重视考核实验中的分析能力。因为苯和溴均易挥发,所以需安装长导管 b 起冷凝回流作用来减少损耗;因为有 HBr 生成,所以能形成酸雾且溶于水后电离了 Br⁻;因为剩余的溴溶于溴苯,所以使无色的溴苯呈褐色。

1988 年化学高考综合实验题剖析

【第四题】实验室中有一瓶氯化钾和氯化钙的固体混和物,通过下面的实验可确定该混和物中氯化钾和氯化钙的质量比,也可制得纯净的氯化钾。根据实验步骤填写下列空白。

1. 调整零点时,若指针偏向左边,应将左边的螺丝帽向(填左、右)_____转动。

2. 某学生用已知质量 Y 克的表面皿,准确称取 W 克样品。他在托盘天平的右盘上放入 (W + Y) 克砝码,在左盘的表面皿中加入样品,这时指针偏向右边(如



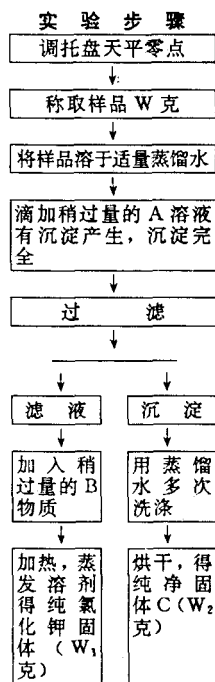
右图所示),下面他的操作应该是_____使_____。

3. 加入的 A 是_____,检验 A 是否过量的方法是_____。

4. 过滤时,某学生的操作如下页右图。请用文字说明图中的错误是_____。

5. 滤液中加入的 B 物质是_____。应该加入过量的 B 物质,理由是_____。

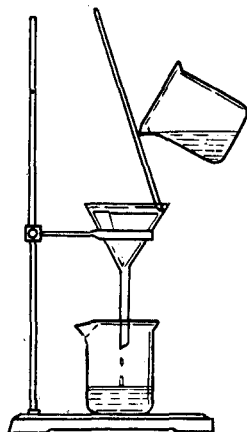
6. 为了检验沉淀是否洗净,应在最后几滴洗出液中加入_____若_____,表示沉淀已洗净。



7. 得到的固体 C 是_____。

8. 该混合物中氯化钾与氯化钙质量比的计算式是_____。

9. 配制 100 毫升 0.20M 氯化钾溶液：



某学生将准确称量的 1.49 克氯化钾固体放入烧杯中，加入约 30 毫升蒸馏水，用玻璃棒搅拌使其溶解。将溶液由烧杯倒入 100 毫升容量瓶中，然后往容量瓶中小心地加蒸馏水，直到液面接近刻度 2—3 厘米处，改用胶头滴管加蒸馏水，使溶液凹液面最低点恰好与刻度相切，把容量瓶盖紧，再振荡摇匀。

该生操作中的错误是_____。

【答案】1. 右；2. 继续加入样品 指针指在标尺的中间；3. 碳酸钾(或 K_2CO_3) 用玻璃棒沾试液滴在红色石蕊试纸上，试纸变蓝(或取上层清液滴加 K_2CO_3 溶液无沉淀产生，或取上层清液滴加酸液有气泡产生)；4. 玻璃棒下端没有(或应该)靠在(三层)滤纸上 漏斗颈没有(或应该)靠在烧杯内壁；5. 盐酸(或 HCl) 除尽过量的 K_2CO_3 ；6. 硝酸银溶液(或 $AgNO_3$ 溶液)无沉淀生成；7. 碳酸钙(或 $CaCO_3$)；8. KCl 与

$$\text{CaCl}_2 \text{ 的质量比} = \frac{W - W_2 \frac{M_{\text{CaCl}_2}}{M_{\text{CaCO}_3}}}{W_2 \frac{M_{\text{CaCl}_2}}{M_{\text{CaCO}_3}}}; \quad 9. \text{ 溶液不能直接倒入容量}$$

瓶(应沿玻璃棒注入)没有用蒸馏水洗涤烧杯,应用少量(20—30 毫升)蒸馏水洗涤烧杯 2—3 次,洗涤液也应注入容量瓶(振荡,使溶液混匀)。

【剖析】此题是分离提纯物质题(并容基本操作、定量分析、制取制备等于一题中)。它由 9 个小题组成,并由给定的实验步骤串联构成一个整体,将实验与性质、原理与操作、方法与步骤、分离与鉴别、测定与计算、产物与应用紧密结合起来。

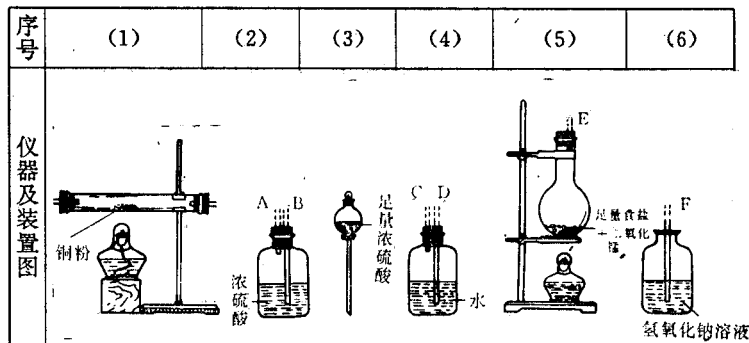
该题的最大特点是突出实验能力的综合考核。例如在实验基本操作能力的考核中,既有托盘天平、过滤器、胶头滴管、容量瓶等仪器的使用,又有各项实验操作贯穿始终;既考正确操作又考错误操作的判别。例如在考核综合运用化学基础知识与技能的能力时,既要考虑被除去物质(Ca^{2+} 、 CO_3^{2-})的性质和分离操作的步骤方法,又要考虑所加入物质(K_2CO_3 、 HCl)的性质和检查过量、除去过量物质的操作的步骤方法。

本题实验结果处理既要考虑所用的量,又要考虑得到的量。由于实验过程中加入 K_2CO_3 、盐酸过量,增加了不少氯化钾产物,所以计算氯化钾与氯化钙的质量比公式,只能用碳酸钙的质量 W_2 来换算。

1989 年化学高考综合实验题剖析

【第五题】 实验室里用下列仪器和药品来制取纯净的无

水氯化铜：



图中 A、B、C、D、E、F 虚线部分表示玻璃管接口，接口的弯曲和伸长等部分未画出。根据要求填写下列各小题空白。

39. 如果所制气体从左向右流向时，上述各仪器装置的正确连接顺序是(填各装置的序号)()接()接()接()接()接()；其中，(2)与(4)装置相连时，玻璃管接口(用装置中字母表示)应是_____接_____。

40. 装置(2)的作用是_____；装置(4)的作用是_____；装置(6)中发生反应的化学方程式是_____。

41. 实验开始时，应首先检验装置的_____；实验结束时，应先熄灭_____处的酒精灯。

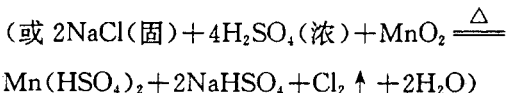
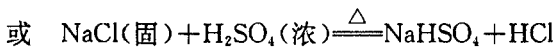
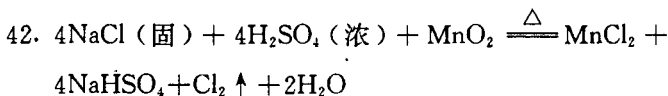
42. 在装置(5)的烧瓶中，发生反应的化学方程式为_____。

43. 待充分反应后，装置(1)的玻璃管中剩余物呈_____色。冷却后，将制得的产物配成饱和溶液，溶液呈_____色。

【答案】39. (5)接(3)接(4)接(2)接(1)接(6)(或(3)接(5)接(4)接(2)接(1)接(6)); C接B(或B接C)

40. 除去氯气中混杂的水蒸气; 除去氯气中混杂的氯化氢气体; $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

41. 气密性, (1)

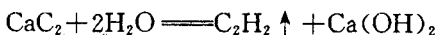


43. 棕褐(或棕黄) 绿

【剖析】此题为制取制备物质题, 是一道综合性很强的考核知识、技能、能力的实验题。它所涉及到的知识包括: Cl_2 、Cu、HCl、 CuCl_2 、浓硫酸、NaOH溶液等的物理、化学性质, Cl_2 的实验室制法等。它所考核的实验基本技能包括: 实验装置的识别, 仪器的组装, 各装置的作用, 物质的加热, 气密性检查, 气体的干燥、净化、尾气的处理等实验基本操作, 实验现象的观察与描述等。该题能很好地将做过实验与没做过实验的学生分开。凡做过实验的学生, 会很自然地按制氯气、净化(先)、干燥(后)、与铜反应、尾气吸收的步骤选择仪器、连接装置。

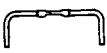
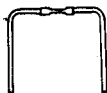
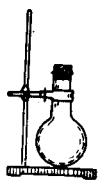
1990年化学高考综合实验题剖析

【第五题 37题】电石中的碳化钙和水能完全反应:



使反应产生的气体排水，测量排出水的体积，可计算出标准状况乙炔的体积，从而可测定电石中碳化钙的含量。

(1) 若用下列仪器和导管组装实验装置：

序号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
						
每个橡皮塞上都打了两个孔						

如果所制气体流向从左向右时，上述仪器和导管从左到右直接连接的顺序（填各仪器、导管的序号）是（ ）接（ ）接（ ）接（ ）接（ ）接（ ）。

(2) 仪器连接好后，进行实验时，有下列操作（每项操作只进行一次）：

- ① 称取一定量电石，置于仪器 3 中，塞紧橡皮塞。
- ② 检查装置的气密性。
- ③ 在仪器 6 和 5 中注入适量水。
- ④ 待仪器 3 恢复到室温时，量取仪器 4 中水的体积（导管 2 中的水忽略不计）。
- ⑤ 慢慢开启仪器 6 的活塞，使水逐滴滴下，至不产生气体时，关闭活塞。

正确的操作顺序（用操作编号填写）是_____。

(3) 若实验产生的气体有难闻的气味, 且测定结果偏大, 这是因为电石中含有_____杂质。

(4) 若实验时称取的电石为 1.60 克, 测量排出水的体积后, 折算成标准状况乙炔的体积为 448 毫升, 此电石中碳化钙的百分含量是_____%。

【答案】 (1)(6)接(3)接(1)接(5)接(2)接(4)

(2) ②①③⑤④ (或①③②⑤④)

(3) 其它可与水反应产生气体的

(4) 80%

【剖析】 此题为定量分析物质题。此题涉及的知识、技能包括: 乙炔的制备及排水收集, 排水测气的原理及应用, 杂质的存在、性质及对实验的影响, 分液漏斗、圆底烧瓶、集气瓶及长短导管的使用, 仪器装置的连接及操作顺序, 实验误差分析及纯度求算等等。

组装仪器的一般顺序是: 自左而右, 自上而下。此题应特别注意对“排水测气”的理解。制气装置与盛装适量水的集气瓶之间应用短导管 1 连接, 而集气瓶与烧杯之间应用长导管 2 连接。所以正确连接顺序为(6)接(3)接(1)接(5)接(2)接(4)。此题第(3)小题是实验误差分析题, 凡定量实验均应进行误差分析。依据实验原理及已学知识分析实验现象(气体有难闻气味), 则可知测定结果偏大的原因, 是因为电石中含有其它可与水反应产生气体的杂质。

1991 年化学高考综合实验题剖析

【第四题 31 题】 某化学课外小组用海带为原料制取了少量碘水。现用 CCl_4 从碘水中萃取碘并用分液漏斗分离两种溶液。其实验操作可分解为如下几步: