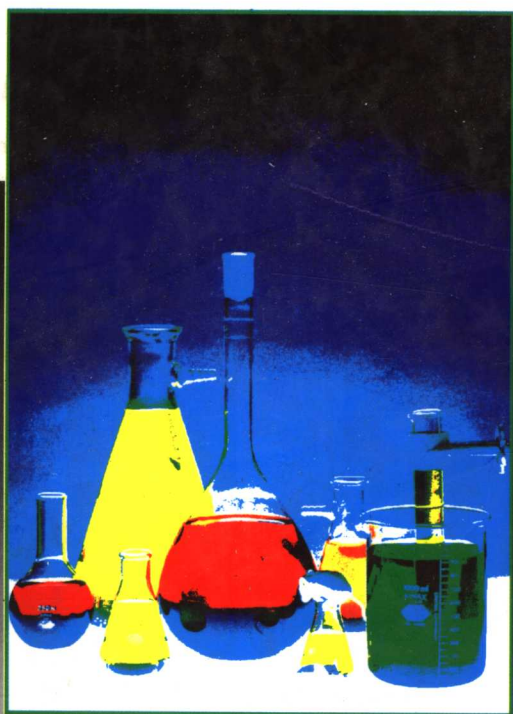


数理化奥林匹克题解丛书

化学

奥林匹克题典



南京大学出版社

数理化奥林匹克题解丛书

化学奥林匹克题典

何炳坤 王金理 黄晓华 魏先文 编

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码:210093)

江苏省新华书店发行 江苏武进市第三印刷厂印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:34.625 字数:1452千

1995年2月第1版 1999年3月第4次印刷

印数:20001—28000

ISBN 7-305-01950-X/O·96

定价:37.00元

《数理化奥林匹克题解丛书》编委会

主 编 单 樽

副主编 胡炳生 (常务)

何炳坤 杜先智

编 委 (以姓氏笔画为序)

王巧林 王金理

刘克和 杜先智

何炳坤 张振环

单 樽 胡礼祥

胡炳生 温业美

序

中学生的学科竞赛(包括数学、物理、化学与信息科学)在我国蓬勃开展,取得了可喜的成绩。特别是 1992 年,四门学科的国际竞赛中,我国学生均取得总分第一。充分证明泱泱大国,人才辈出,莘莘学子,聪明勤奋,预示在下个世纪,中国将成为科学民主的大国。

为了方便广大师生及对学科竞赛有兴趣的朋友,我们将数、理、化三科国内外的竞赛试题整理分类,编成以题解为中心的题典各一卷(信息科学的竞赛刚刚起步,俟有足够资料时再编册)。搜罗(在篇幅允许的条件下)尽量完整全面,解答务求正确简明。每册均附有索引,便于查寻出处。

竞赛题典这一工作在国内外还是首创,我们所作的工作仅是初步的,问题一定很多,敬请高明之士不吝指正。

单 增

1992.11.

编写说明

本卷收编了历届国际奥林匹克化学竞赛题,全国化学冬令营竞赛题,中国化学会全国高中学生化学竞赛题和1984年、1986年全国青年化学竞赛题,1991年、1992年《东华杯》化学竞赛题。选编了1979—1991年部分省市的部分化学竞赛题以及美、苏、英等国部分竞赛试题,共计1764题。选题包括选择、填充、叙述、计算、实验等各种题型,内容由易到难,由简入繁,有适当梯度,可供不同层次读者学习参考。每题都有“题说”,指出各题的出处、解题的关键,以及部分有关的参考资料,以供读者深入探讨。“解答”力求简练、清晰。

各题根据题目内容按化学二级学科分为七篇:A—无机化学;B—有机化学;C—分析化学;D—物理化学;E—结构化学;F—工业化学;G—生物化学。每篇又分为若干子目,以A1, A2……;B1, B2……等表之。各子目中按选择、判断、填充、叙述、综合、计算、实验题型和年代顺序编排。书后有重要竞赛历届试题编号索引,以供读者检索。

本书由何炳坤、王金理、黄晓华、魏先文合作编写,由何炳坤主持编写工作。由吴家良主审全稿,丁秀芬绘图。编者还参阅和利用了化学竞赛的有关资料和书刊。对审稿、绘图和参用资料的作者,在此谨致诚挚的谢意。

由于编者知识水平的局限,时间仓促以及掌握资料的限制,在选题、解答、分类等方面一定存在不少缺点或错误,敬请读者批评指正。

《化学奥林匹克题典》编者

1992年10月

目 录

A 无机化学	(1)
A1 基本概念和定律	(1)
选择题 A1—001~A1—148	(1)
判断题 A1—149~A1—157	(51)
填充题 A1—158~A1—204	(53)
叙述·综合题 A1—205~A1—232	(70)
计算题 A1—233~A1—278	(89)
实验题 A1—279~A1—284	(131)
A2 化学平衡	(136)
选择题 A2—001~A2—035	(136)
判断题 A2—036~A2—038	(149)
填充题 A2—039~A2—044	(150)
叙述·综合题 A2—045~A2—068	(153)
计算题 A2—069~A2—086	(173)
实验题 A2—087~A2—090	(191)
A3 电解质溶液	(196)
选择题 A3—001~A3—065	(196)
判断题 A3—066	(217)
填充题 A3—067~A3—079	(217)
叙述·综合题 A3—080~A3—086	(221)
计算题 A3—087~A3—099	(227)
实验题 A3—100	(239)
A4 电化学	(240)
选择题 A4—001~A4—032	(240)
填充题 A4—033~A4—041	(250)
叙述·综合题 A4—042~A4—054	(254)
计算题 A4—055~A4—063	(266)

实验题 A4—064	(278)
A5 配位化学	(284)
选择题 A5—001	(284)
判断题 A5—002	(284)
填充题 A5—003~A5—010	(285)
叙述·综合题 A5—011~A5—030	(289)
计算题 A5—031	(318)
实验题 A5—032~A5—034	(318)
A6 周期律和周期系	(328)
选择题 A6—001~A6—019	(328)
判断题 A6—020	(333)
填充题 A6—021~A6—035	(333)
叙述·综合题 A6—036~A6—046	(339)
A7 常见元素及其化合物	(347)
选择题 A7—001~A7—174	(347)
判断题 A7—175~A7—185	(393)
填充题 A7—186~A7—275	(399)
叙述·综合题 A7—276~A7—372	(430)
计算题 A7—373~A7—388	(494)
实验题 A7—389~A7—426	(505)
A8 过渡元素及其化合物	(536)
选择题 A8—001~A8—034	(536)
判断题 A8—035	(544)
填充题 A8—036~A8—053	(544)
叙述·综合题 A8—054~A8—085	(551)
计算题 A8—086~A8—095	(575)
实验题 A8—096~A8—104	(583)
B 分析化学	(592)
B1 定性分析	(592)
选择题 B1—001~B1—004	(592)
填充题 B1—005~B1—009	(593)

叙述·综合题 B1—010~B1—012	(596)
计算题 B1—013~B1—014	(598)
实验题 B1—015~B1—036	(600)
B2 定量分析	(626)
选择题 B2—001~B2—017	(626)
填空题 B2—018~B2—021	(631)
叙述·综合题 B2—022~B2—029	(633)
计算题 B2—030~B2—056	(642)
实验题 B2—057~B2—075	(676)
B3 仪器分析	(702)
叙述题 B3—001	(702)
实验题 B3—002	(703)
C 有机化学	(705)
C1 有机化学结构理论和反应机理	(705)
选择题 C1—001~C1—006	(705)
叙述·综合题 C1—007~C1—023	(707)
C2 各类官能团化合物的基本性质	(734)
选择题 C2—001~C2—028	(734)
判断题 C2—029~C2—031	(743)
填空题 C2—032~C2—044	(748)
叙述·综合题 C2—045~C2—100	(753)
计算题 C2—101~C2—104	(818)
实验题 C2—105~C2—113	(822)
C3 有机合成	(828)
选择题 C3—001~C3—004	(828)
叙述题 C3—005~C3—025	(830)
实验题 C3—026~C3—029	(857)
C4 有机分析	(864)
判断题 C4—001	(864)
叙述·综合题 C4—002~C4—011	(865)

计算题 C4—012~C4—017	(873)
实验题 C4—018~C4—019	(879)
C5 立体化学	(882)
选择题 C5—001	(882)
填充题 C5—002	(882)
叙述题 C5—003~C5—013	(883)
D 物理化学	(909)
D1 化学热力学	(909)
选择题 D1—001~D1—005	(909)
填充题 D1—006~D1—008	(911)
叙述·综合题 D1—009~D1—022	(912)
计算题 D1—023~D1—034	(927)
D2 化学动力学	(941)
选择题 D2—001~D2—002	(941)
填充题 D2—003~D2—006	(941)
叙述·综合题 D2—007~D2—018	(943)
计算题 D2—019~D2—023	(964)
实验题 D2—024~D2—026	(971)
D3 溶液和胶体化学	(977)
选择题 D3—001~D3—002	(977)
填充题 D3—003~D3—006	(977)
叙述题 D3—007~D3—008	(979)
实验题 D3—009	(980)
D4 光化学	(983)
叙述题 D4—001	(983)
E 结构化学	(985)
E1 原子结构	(985)
选择题 E1—001~E1—028	(985)
填充题 E1—029~E1—040	(992)
叙述·综合题 E1—041~E1—044	(994)

E2 化学键和分子结构	(1004)
选择题 E2—001~E2—014	(1004)
判断题 E2—015	(1007)
填充题 E2—016~E2—025	(1008)
叙述·综合题 E2—026~E2—037	(1012)
E3 晶体结构	(1030)
选择题 E3—001~E3—005	(1030)
填充题 E3—006~E3—008	(1031)
叙述·综合题 E3—009~E3—013	(1032)
计算题 E3—014	(1046)
E4 光谱学	(1047)
综合题 E4—001~E4—003	(1047)
计算题 E4—004	(1050)
F 工业化学	(1052)
F1 无机化工 F1—001~F1—005	(1052)
F2 有机化工 F2—001~F2—002	(1056)
F3 环境保护 F3—001~F3—006	(1060)
F4 一般化工概念 F4—001~F4—002	(1062)
G 生物化学 G—001~G—013	(1073)
重要竞赛试题索引	(1089)

A 无机化学

A1 基本概念和定律

选 择 题

A1-001 X、Y、Z 三种金属. X 可与水蒸气反应, 但与冷水不反应; Y 的碳酸盐在加热时无反应; Z 的氧化物在加热时能生成金属 Z 和氧气. 则 X、Y、Z 的活动次序为 ()

A. $X > Y > Z$

B. $X > Z > Y$

C. $Y > X > Z$

D. $Y > Z > X$

E. $Z > X > Y$

【题说】1982 年秦皇岛市化学竞赛试题第一、6 题.

【解】C.

Y 的碳酸盐热稳定性很大, 说明 Y 很活泼. 如 IA、IIA 族某些金属, 其碳酸盐对热很稳定, 但它们与冷水反应都很剧烈; X 与冷水不反应, 与水蒸气反应; Z 和氧气难以直接化合, 说明 Z 在这三种金属中活泼性最小.

A1-002 含浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 某金属离子 R^{n+} 溶液 10 cm^3 刚好把 20 cm^3 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 可溶性碳酸盐溶液里的 CO_3^{2-} 离子全部沉淀, n 为 ()

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

【题说】1983 年秦皇岛市化学竞赛试题第二、3 题.

【解】B.

金属离子 R^{n+} 的物质的量为:

$$0.4 \times 10 = 4 (\text{mmol})$$

CO_3^{2-} 的物质的量为:

$$0.2 \times 20 = 4 (\text{mmol})$$

R^{n+} 与 CO_3^{2-} 的物质的量之比为 1:1, 故 $n = 2$.

A1-003 下列五种说法, 其中正确的是 ()

A. 铝元素原子核最外层电子构型为 $3s^2 3p^1$. 所以铝属于周期表中的 p 区

B. 在 OF_2 分子中 F 的化合价为 +1

C. 1dm^3 水中溶解 40 克 NaOH , 此溶液的物质的量浓度为 $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

D. 含有五个结晶水的硫酸铜是混合物

E. 元素铁失去 2 个电子变成 Fe^{2+} 离子, 失去 3 个电子变成 Fe^{3+} 离子, 所以 Fe^{2+} 比 Fe^{3+} 稳定

【题说】1984 年金华市高中二年级化学竞赛试题第一、12 题。

【解】A.

B 中 F 为 -1 价; C. 并非 1dm^3 水中溶解 40 克 NaOH ; D. 结晶水合物为纯净物; E. 元素各价态的稳定性并非均与失电子多少成正相关。

A1-004 a、b 两种元素的原子, 当它们获得两个电子形成惰性气体元素的电子层结构时, a 放出的能量大于 b, 那么可推知 ()

A. a^{2-} 的氧化性大于 b^{2-}

B. a^{2-} 和 b^{2-} 不具有还原性

C. b^{2-} 的还原性大于 a^{2-}

D. a 和 b 都是弱氧化剂、强还原剂

E. a^{2-} 和 b^{2-} 的氧化能力强弱与放热大小无关

【题说】1984 年金华市高中二年级化学竞赛试题第一、22 题。

【解】C.

a^{2-} 、 b^{2-} 失去两个电子分别变成 a、b 原子时, b^{2-} 所需吸收的能量小于 a^{2-} 。

A1-005 用 CO 还原 m 克 Fe_2O_3 得到铁 n 克, 铁的原子量表示为

$$\text{A. } \frac{24n}{2m-2n} \quad \text{B. } \frac{16n}{m-n} \quad \text{C. } \frac{24n}{m-n} \quad \text{D. } \frac{m-n}{48n}$$

【题说】1984 年甘肃省中学生化学竞赛试题第一、6 题。

【解】C.

设铁的原子量为 M , 则

$$m \times \frac{2M}{2M+48} = n$$

$$M = \frac{24n}{m-n}$$

A1-006 将盛有 $45\text{cm}^3 \text{N}_2$ 和 NO_2 混和气体的试管倒置水中, 过一段时间后, 相同条件下气体体积减为 35cm^3 (忽略 N_2 的溶解), 则混和气体中 N_2 和 NO_2 的体积比为 ()

A. 7:2

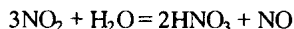
B. 2:1

C. 4:5

D. 2:7

【题说】1984年甘肃省中学生化学竞赛试题第一、7题。

【解】B.



从反应式看,减少的体积为 NO_2 体积的 $\frac{2}{3}$,故混和气体中 NO_2 的体积为

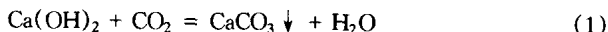
$$(45 - 35) \div \frac{2}{3} = 15(\text{cm}^3), \text{N}_2 \text{ 为 } 30\text{cm}^3.$$

A1-007 $0.02\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的石灰水 100cm^3 , 吸收适量 CO_2 后, 产生沉淀 0.1 克. 此时吸取 CO_2 的体积在标准状况下是 ()

A. 11.2cm^3 B. 22.4cm^3 C. 33.6cm^3 D. 44.8cm^3 E. 67.2cm^3

【题说】1984年开封市高中化学竞赛试题第三、7题。

【解】B、E.



$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为 0.002mol , CaCO_3 为 0.001mol .

CO_2 量不足时, 仅按(1)式反应, 生成 0.1 克沉淀需 $\text{CO}_2 0.001\text{mol}$ (B);

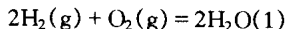
CO_2 足量时, 按(1)、(2)式反应, 先生成 0.002mol CaCO_3 继而其中一半被溶解为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 共需 0.003mol CO_2 , 即 E.

A1-008 室温下氢氧混合气体 100cm^3 , 点火爆炸再冷却到室温后剩余气体 25cm^3 , 则原来混和气体的组成是 ()

A. H_2 、 O_2 各 50cm^3 B. $\text{H}_2: 62.5\text{cm}^3$, $\text{O}_2: 37.5\text{cm}^3$ C. $\text{H}_2: 75\text{cm}^3$, $\text{O}_2: 25\text{cm}^3$ D. $\text{H}_2: 25\text{cm}^3$, $\text{O}_2: 75\text{cm}^3$

【题说】1984年开封市高中化学竞赛试题第三、8题。

【解】A、C.



A. 剩余气体为 O_2 ; C. 剩余的为 H_2 .

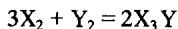
A1-009 气体 X 与气体 Y 反应生成气体 Z, 它们的体积比为 3:1:2, 若 X 和 Y 都是双原子分子, 且体积比是在同一条件下测定的, 则 Z 的分子式为 ()

- A. X_2Y B. XY_3 C. X_3Y_2 D. X_3Y

【题说】1984 年秦皇岛市化学竞赛试题第二、2 题.

【解】D.

同温同压下, 体积比即物质的量之比.



A1-010 将 100cm^3 水和 100cm^3 酒精混和均匀后, 其体积为 ()

- A. 大于 200cm^3 B. 小于 200cm^3 C. 等于 200cm^3

【题说】1985 年上海市中学生化学实验竞赛初试试题第一、4 题.

【解】B.

水和乙醇形成分子间氢键.

A1-011 在盛有硫酸铜饱和溶液的容器中, 投入一块不规则的硫酸铜晶体, 隔一段时间后, 看到的现象是 ()

- A. 晶体部分溶解了
B. 晶体的形状和质量都不变
C. 晶体的质量增加, 形状也发生改变
D. 晶体的质量不变, 形状改变了
E. 晶体的质量减少, 形状改变了

【题说】1985 年上海市中学生化学实验竞赛初试试题第一、9 题.

【解】D.

变成完整的晶体结构, 晶体具有规则的外形.

A1-012 下列叙述不正确的是 ()

- A. 凡含有相同电子数的微粒, 就是同种元素的原子
B. 在水溶液中能电离出 H^+ 的物质, 不一定是酸
C. 浓硝酸略显黄色的主要原因是含有 Fe^{3+} 杂质
D. 原子间以极性键结合的分子, 不一定是极性分子
E. 盐酸是无氧酸, 在不同反应中, 既可表现还原性, 也可表现氧化性

【题说】1985 年重庆市中学生化学竞赛试题(初赛)第一、5 题. B 中意指电离理论的酸的概念.

【解】A、C. 有相同电子数的“微粒”不一定是原子, 如 F^- 、 Ne 、 Na^+ 等; 浓硝

酸显黄色主要是因硝酸见光分解生成的 NO_2 溶解于硝酸中。

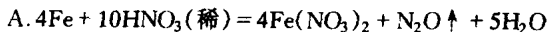
NaHSO_4 在水溶液中能电离出 H^+ ，但按照酸碱的电离理论看它不是酸，(B)； CH_4 为非极性分子，其中 C—H 键是极性键，(D)； HCl 中 Cl^- 具有还原性， H^+ 具有氧化性(E)。

A1-013 在下列有硝酸参加的反应中，硝酸既表现氧化性，又表现酸性的反应是 ()

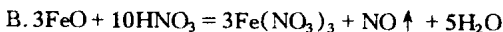
- A. $\text{Fe} + \text{HNO}_3$ B. $\text{FeO} + \text{HNO}_3$ C. HNO_3 遇热分解
D. $\text{CuO} + \text{HNO}_3$ E. $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3$

【题说】1985 年重庆市中学生化学竞赛试题(初赛)第一、7 题。

【解】



其中 2 分子硝酸表现氧化性，8 分子表现酸性。



其中 1 分子 HNO_3 作氧化剂，其余 9 分子作为酸。

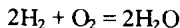
C、E 中， HNO_3 未表现酸性；D 中 HNO_3 仅表现为酸性。

A1-014 H_2 和 CO 的混和气体 10 厘米³，完全燃烧共用去氧气 5 厘米³，这混和气体中 H_2 和 CO 的体积比是 ()

- A. 1:1 B. 1:2 C. 2:1 D. 1:3 E. 任何比例

【题说】1985 年重庆市中学生化学竞赛试题(初赛)第一、18 题。

【解】 E.



等体积的 H_2 和 CO ，完全燃烧用去的氧气量相同。

A1-015 物质的量浓度相同的两种酸 H_nRO_{2n} 及 $\text{H}_{n+1}\text{R}'\text{O}_{2n}$ 分别与等量 NaOH 完全反应，其体积比是 ()

- A. 1:2 B. 2:1 C. 3:2 D. $(n+1):n$ E. $n:(n+1)$

【题说】1985 年重庆市中学生化学竞赛试题(初赛)第一、22 题。

【解】 D.

设 H_nRO_{2n} 为 $V(\text{dm}^3)$ ， $\text{H}_{n+1}\text{R}'\text{O}_{2n}$ 为 $V'(\text{dm}^3)$ ，二者浓度均为 $C(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3})$ ，则完全中和 NaOH 的量分别为 VCn 和 $V'(n+1)$ 摩尔。

$$VCn = V'C(n+1)$$

$$V : V' = (n+1) : n$$

A1-016 测得某地除去灰尘的干燥空气的体积组成: N_2 —78.08%, O_2 —20.95%, CO_2 —0.03%, Ar 等惰性气体—0.9326%, 其他气体—0.0074%。在标准状况下, 这种空气 0.56 米³ 中含有惰性气体总微粒数与下列哪个数最接近

()

A. 9.03×10^{23}

B. 1.40×10^{23}

C. 15.05×10^{23}

D. 12.04×10^{23}

【题说】1985年重庆市中学生化学竞赛试题(复赛)第一、2题。

【解】B.

$$\frac{0.56 \times 1000}{22.4} \times 0.9326\% \times 6.02 \times 10^{23} \\ = 1.40 \times 10^{23}$$

A1-017 有 X、Y、Z 三组混和气体。X 组: H_2 1dm³, Cl_2 1dm³; Y 组: H_2S 0.5dm³, O_2 1.5dm³; Z 组: H_2 1.5dm³, O_2 0.5dm³。各组分别发生反应后, 气体体积大小的关系是(气体体积均在常温常压下测定)

()

A. $X > Y > Z$

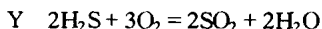
B. $X > Y = Z$

C. $X > Z > Y$

D. $Y > Z > X$

【题说】1985年重庆市中学生化学竞赛试题(复赛)第一、7题。

【解】反应后的气体:



生成 0.5dm³ SO_2 , 剩余 0.75dm³ O_2 , 总体积为 1.25dm³



$$X > Y > Z \quad (A)$$

A1-018 电解普通水(H_2O)和重水(D_2O)的混和物。通一定时间后, 两极共生成气体 18.5 克, 其体积为 33.6 分米³(标准状况下)。在所生成的气体中, 重氢(D)和普通氢(H)的原子数目之比与下列哪个数值最接近

()

A. 0.1

B. 0.2

C. 0.3

D. 0.4

【题说】1985年重庆市中学生化学竞赛试题(复赛)第一、17题。

【解】C.

设阴极生成的气体 x 摩尔, 其中 H_2 为 y 摩尔, 则 D_2 为 $x - y$ 摩尔, 阳极生成气体 $x/2$ 摩尔.

$$(x + \frac{x}{2}) \times 22.4 = 33.6$$

$$2y + (x - y) \times 4 + \frac{x}{2} \times 32 = 18.5$$

解得 $x = 1$, $y = 0.75$

即 $D_2 = 0.25\text{mol}$, $H_2 = 0.75\text{mol}$

A1-019 下列各种分散系中的分散质不能透过半透膜的是 ()

- A. 碘水 B. 蛋白质溶液
C. 食盐水 D. $Fe(OH)_3$ 胶粒

【题说】 1986 年全国青年化学竞赛陕西省复赛试题第一、12 题.

【解】 B、D.

碘水和食盐水为分子溶液(或称真溶液), 其中 I_2 或 Na^+ 、 Cl^- 均能透过半透膜; 蛋白质分子与溶胶粒子的大小相近, 均不能透过半透膜.

A1-020 氯在自然界中有两种同位素 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl , 已知氯的近似原子量为 35.5, 那么 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 在自然界中原子个数比是 ()

- A. 3:1 B. 1:3 C. 35:37 D. 4:1

【题说】 1986 年全国青年化学竞赛陕西省复赛试题第一、10 题.

【解】 A.

设 ^{35}Cl 和 ^{37}Cl 的原子个数比为 $x : y$, 则

$$\frac{35x}{x+y} + \frac{37y}{x+y} = 35.5$$

解得 $x : y = 3 : 1$

A1-021 下列哪种方法能证明一种无色液体是纯净的水? ()

- A. 测得 $pH = 7$
B. 在 101325Pa 的压强下测得其沸点为 373K
C. 电解这种液体得到氢气和氧气, 且它们的体积比为氢气:氧气 = 2:1
D. 电解这种液体, 在阴极得到的气体体积为阳极气体体积的 2 倍
E. 测得这种液体的密度为 1克/厘米^3

【题说】 1985 年西安市中学生化学竞赛试题(笔试)第一、29 题.

【解】 B.