

金牌奥校



化学奥林匹克

高中

HUAXUEAOLINPIKETIDIAN

裘大彭 主编

题典



中国少年儿童出版社

金牌奥校



裘大彭 主编

化学奥林匹克 高中

HUAXUE AOLINPIKETIDIAN

题典

中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学奥林匹克题典·高中/《金牌奥校》编写组编.
- 北京: 中国少年儿童出版社, 2000.12
(金牌奥校)
ISBN 7-5007-5524-4
I. 化… II. 金… III. 化学课-高中-习题 IV. G634.85
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 79006 号

主编: 裘大彭

编著: 赵德民 李 埴 冯 朋

常文泉 傅 民 孙克铨

化学奥林匹克题典·高中

中国少年儿童出版社 出版发行

责任编辑: 惠 玮

美术编辑: 徐 欣

社址: 北京东四十二条 21 号

邮政编码: 100708

印刷: 山东电子工业印刷厂

经销: 新华书店

850×1168 1/32 14.125 印张 336 千字

2001 年 1 月北京第 1 版 2001 年 1 月山东第 1 次印刷

印数: 1—20000 册

ISBN 7-5007-5524-4/G·4316

(全二册) 总定价: 28.60 元 本册定价: 15.80 元

凡有印装问题, 可向印装厂家调换

编写说明

推进素质教育，培养创新能力，是当前我国教育的一个重大方向，并受到教育界的普遍重视和社会的广泛关注。多年的学科竞赛实践表明，合理地开展学科竞赛活动，是促进学校教育改革，提高学生学科素质的积极因素。

为了配合素质教育改革的形势需要，进一步推动学科竞赛活动的开展，我们依据统编教材，并按照我国学科竞赛大纲的规定，编写了这套《金牌奥校》丛书。希望能对中学生开阔视野、启迪思维、发展智力、提高能力有所帮助，从而促进从知识型向能力型的转变。同时也希望能为广大同行在对中学生实施素质教育的过程中提供一些参考。

《金牌奥校》丛书是数学、物理、化学等专业学会专家学者及奥校教练员、部分省市教研员，在认真分析了中学生应具备的各学科基础知识和基本技能的前提下，结合奥校智能训练实际情况编写而成的，本丛书有以下二个特色：

一、面向全体中学生

本丛书覆盖了中学的全部基础知识、基本方法、基本技能和学科思想。取材源于统编教材，但又不局限于课本，坚持“强化基础，适当提高，突出重点”的原则，对课本内容作了必要概括、合理变通和适应拓广。因此该套丛书可作为中高考复习资料。

二、照顾有兴趣特长的中学生

本套丛书设立了专题研究，对竞赛中的常见方法在理论和实践的基础上作了综合性研究，可培养深广的学科思维能力、学科思想方法和学科应用意识。因此本套丛书又可作为竞赛学习、培训的资料和教材。

本套丛书按年级和学科编写，并包括以下几个部分：奥林匹克教程、奥林匹克集训题精编、奥林匹克题典、奥林匹克模拟试卷。内容由易到难，由简入繁，讲练结合，编排科学合理。

本丛书是在统一规划下，根据详细的计划界定而由全体编委分工编写的。它是教学和科研的成果，是集体智慧的结晶。在编写和统稿的过程中，我们虽然注意博采众长，并力求有自己的风格，但由于水平有限，缺点和错误难免，诚恳地希望读者能提供宝贵意见和建议。

编 者

目 录

第一章	化学基本概念	(1)
第二章	化学基本理论	(54)
第三章	元素化合物知识	(137)
第四章	有机化学	(232)
第五章	化学实验	(331)
第六章	化学计算	(394)

第一章 化学基本概念

1. 某物质经分析,只含一种元素,则此物质 ().
- A. 一定是一种单质
B. 一定是纯净物
C. 一定是混合物
D. 可能是纯净物,也可能是混合物

【分析】 本题主要是考查单质,化合物,纯净物,混合物等物质分类等方面的基本知识,把握住概念的内涵,找出概念的区别,解答此题并不难.

只含一种元素的物质可能是单质,如: H_2 .也可能是混合物,如: O_2 和 O_3 的混合物.只含一种元素的物质可能是纯净物如:单质氢气,但也可能是混合物,如:金刚石和石墨的混合物.从上所述,只含一种元素,不一定是混合物,也可能是纯净物,所以选项 A、B、C 都不正确.该物质可能是纯净物,也可能是混合物,选项 D 正确.

【答案】 D

2. 下列说法正确的是 ().
- A. 分子保持原物质的化学性质,原子不保持
B. 分子在化学变化中可分,原子在化学变化中不可分
C. 在氯化氢溶于水,石油裂化,加热氯化铵的变化中,都破坏了化学键
D. 在干冰气化的变化中,也需要破坏化学键

【分析】 本题主要考查分子、原子,物理变化、化学变化等重

要概念。

A,分子是构成宏观物质的一种微粒,其实原子也可能直接构成宏观物质,如金刚石.因此原子也是保持宏观物质化学性质的微粒,A选项不正确.

B,化学变化中分子碰撞破裂成原子,原子重新组合成新的分子,原子在化学反应中不可分.故选项B正确.

C,氯化氢溶于水完全电离,极性共价键在水分子作用下断裂,破坏了化学键.氯化铵加热可分解,化学键被破坏.石油裂化,它是大分子的烃热裂化成小分子的烃,化学键也被破坏.因此选项C正确.

D,干冰是二氧化碳的固体,当它气化时仅仅是分子间的作用力发生了改变, CO_2 中碳氧之间共价键未被破坏.选项D不正确.

【答案】 B、C

3. 当把金原子看成是半径为 0.144nm 的圆球时,试计算金原子的密度? ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$)

【分析】 Au 原子的体积

$$\begin{aligned} V &= \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}(3.14)(1.44 \times 10^{-8}\text{cm})^3 \\ &= 1.25 \times 10^{-23}\text{cm}^3 \end{aligned}$$

一个 Au 原子的质量(m)

$$m = \frac{197}{6.02 \times 10^{23}} = 3.27 \times 10^{-22}\text{g}$$

则原子的密度 ρ 为:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} = \frac{3.27 \times 10^{-22}\text{g}}{1.25 \times 10^{-23}\text{cm}^3} \\ &= 26.2\text{g/cm}^3 \end{aligned}$$

【答案】 Au 原子的密度为 26.2g/cm^3

4. 通过 X 射线的衍射,可测定晶体中原子的几何排列和原子间距离.今测得在铜的晶体中,四个铜原子占据边长为 0.363nm 的立方体的体积.设铜的密度为 $8.92\text{g}/\text{cm}^3$.计算 1 克铜中所含的原子个数?

【分析】 一个铜原子所占的体积 V :

$$V = \frac{(3.63 \times 10^{-8} \text{cm})^3}{4} = 1.20 \times 10^{-23} \text{cm}^3$$

一个铜原子的质量为 m

$$\begin{aligned} m &= 1.20 \times 10^{-23} \text{cm}^3 \times 8.92 \text{g}/\text{cm}^3 \\ &= 1.07 \times 10^{-22} \text{g} \end{aligned}$$

设 1 克铜中所含的原子个数为 x

$$\text{则 } x \cdot 1.07 \times 10^{-22} \text{g} = 1 \text{g}$$

$$x = 9.35 \times 10^{21} \text{个铜原子}$$

【答案】 1 克铜中含有 9.35×10^{21} 个铜原子.

5. 在化合物 X_2Y 和 YZ_2 中, Y 的质量分数分别约为 40% 和 50%, 则在化合物 X_2YZ_3 中 Y 的质量分数约为 ().
- A. 20% B. 25% C. 30% D. 35%

【分析】 在化合物 X_2Y 中 Y 的质量分数为 40%, 则 X 的质量分数应为 60%. 在化合物中所含两种元素的质量比应为 $\frac{2X}{Y} = \frac{3}{2}$, 在化合物 YZ_2 中, Y 的质量分数为 50%, 则 Z 的质量分数应为 50%, 在此化合物中两种元素的质量比应为 $\frac{Y}{2Z} = \frac{1}{1}$

原子量比为:

$$\text{X}_2\text{Y 中, } \frac{X}{Y} = \frac{3}{4} \quad \text{YZ}_2 \text{ 中 } \frac{Y}{Z} = \frac{2}{1} = \frac{4}{2}$$

在 X_2YZ_3 中 Y 的质量分数约为:

$$\frac{4}{3 \times 2 + 4 + 3 \times 2} \times 100 = 25\%$$

【答案】 B

4. 在某温度时,一定量的元素 A 的氢化物 AH_3 ,在一定体积的密闭容器中可以完全分解成两种气态单质,此时压强增加了 75%,则 A 单质的一个分子中有_____个原子, AH_3 分解反应的化学方程式是_____.

【分析】 从题设中,此时压强增加 75%,说明在密闭容器内的气体反应前的压强与反应后的压强之比为 1:1.75,即反应前的气态氢化物 AH_3 的物质的量与反应后两种气态单质(单质 A 和 H_2)的物质的量之比为 1:1.75.

在化学方程式中,各物质的化学计量数之间的关系就是它们的物质的量的关系.由于一般的化学方程式中,各物质的化学计量数都是整数,因而将 1:1.75 化整,扩大 4 倍,可得到 4:7.这表明,参加反应的 AH_3 有 4 个分子,生成单质 A 和 H_2 共有 7 个分子.由于单质 A 全部由 A 原子构成.从上述关系可判断出单质 A 的分子式一定是 A_4 .

则该反应的化学方程式为 $4\text{AH}_3 = \text{A}_4 + 6\text{H}_2$

【答案】 $4, 4\text{AH}_3 = \text{A}_4 + 6\text{H}_2$

7. 下列说法正确的是 ().

- A. 非金属氧化物都是酸性氧化物
- B. 凡是酸性氧化物都可以直接与水反应生成对应的酸
- C. 与水反应生成酸的氧化物,不一定是该酸的酸酐
- D. 金属氧化物都是碱性氧化物

【分析】 掌握概念要准确,思维应全面,考虑问题不应绝对化,要具体问题具体分析.

A 项.非金属氧化物很多都是酸性氧化物,如 CO_2 , SO_3 等.但不全都是酸性氧化物,如 CO 就不是酸性氧化物.

B 项.许多酸性氧化物都能与水反应生成对应的酸,但有的酸

性氧化物是不能的, SiO_2 是酸性氧化物, 它不能溶于水形成硅酸.

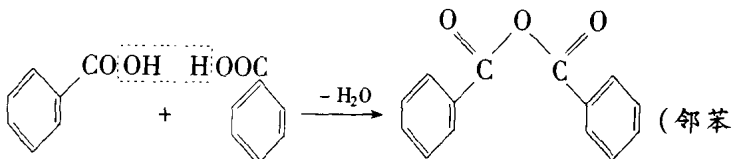
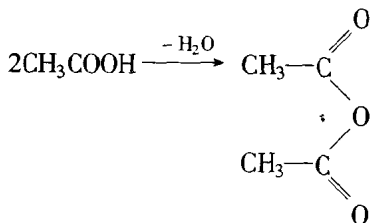
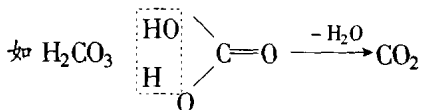
C 项与水反应生成酸的氧化物不一定是该酸的酸酐, 如: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, NO_2 不是硝酸的酸酐, 硝酸的酸酐是 N_2O_5 .

D 项金属氧化物不一定是碱性氧化物, 如 Al_2O_3 是两性氧化物.

【答案】 C

8. 已知 $\text{HCOOH} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{CO}$, $\text{NaOH} + \text{CO} \longrightarrow \text{HCOONa}$ 为什么 CO 不是 HCOOH 的酸酐?

【分析】 含氧酸中由 OH 脱尽 H_2O 所得产物称之为酸酐. 例



二甲酸酐) 而从 $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ 结构分析 $\text{O}=\text{C} \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{H} \end{array}$ 不全是由羟基脱去的, 所以 CO 不能认为是 HCOOH 的酸酐.

【答案】 同上

9. 下列各组物质中, 由原子直接构成的是 ().

- (1) SiO_2 (2) NO_2 (3) SO_3 (4) SiC
 (5) P_4 (6) Cl_2 (7) NaCl (8) H_2O
 A. (1) (5) (6) B. (2) (3) (8)
 C. (1) (4) (7) D. (1) (4)

【分析】从微观的角度来看,物质是由分子、离子、原子组成.氧气、氢气等非金属单质,气态氢化物、酸类、有机物它们都是由分子构成的.大多数盐类、强碱类和低价金属的氧化物,它们是由离子构成的物质.金刚石、石墨、晶体硅、二氧化硅等都是由原子构成的.金属钠、镁、铝等都是由金属离子和自由电子构成的物质.题中所给的物质,其中 SiO_2 、 SiC 是由原子直接构成的原子晶体, NaCl 是由离子构成的离子晶体.其它物质均属于分子构成的.选项 D 符合题意.

【答案】 D

10. 在四种化合物 (1) NaHCO_3 (2) $\text{Al}(\text{OH})_3$ (3) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ (4)
 $\text{CH}_2\text{—COOH}$ 中与盐酸和 NaOH 溶液都能反应的是 ().



- A. 只有(2), (4) B. 只有(1), (2)
 C. 只有(1), (2), (3) D. (1), (2), (3), (4)

【分析】既能与酸反应又可与碱反应的化合物,一般可从以下类别化合物来考虑:两性化合物,如: Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, ZnO , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{CH}_2\text{—COOH}$; 弱酸的酸式盐,如 NaHCO_3 , NaHS ; 还有弱酸



的铵盐,如 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. 分析题中四种化合物,它们均符合题意.

【答案】 D

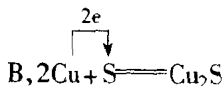
10. 设 N_A 代表阿伏加德罗常数,下列说法正确的是 ().

- A. 18g D_2O 中所含中子数为 $10N_A$
 B. 6.4g Cu 与 S 反应, 失去电子数为 $0.2N_A$
 C. 任何情况下产生 1mol Cl_2 时, 转移的电子数为 $2N_A$
 D. 1L $0.1mol \cdot L^{-1}$ 的 CH_3COOH 溶液中所含 CH_3COO^- 离子和 CH_3COOH 分子之和为 $0.1N_A$

【分析】 本题主要考查以物质的量为中心的有关概念之间相互转化的知识。

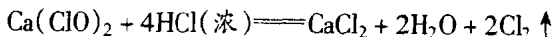
A, 18g D_2O 的物质的量为:

$18 \div 20(\text{mol})$ 含有的中子数为 $\frac{18}{20} \times 10 = 9N_A$, 故该选项错误。



1mol Cu 原子失去 1mol 的电子成为 Cu^+ . 6.4g Cu 共失去的电子数为 $\frac{6.4}{64} \times N_A = 0.1N_A$, 故该选项错误。

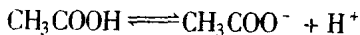
C, 该题前提条件叙述不清, 故结论不确切. 如下述反应



产生 1mol 的 Cl_2 时, 则转移了 $1N_A$ 电子. 该选项错误。

D, CH_3COOH 在水溶液中建立电离平衡, 设其转化浓度为 $x mol \cdot L^{-1}$

则:



起始浓度 ($mol \cdot L^{-1}$) 0.1 0 0

转化浓度 ($mol \cdot L^{-1}$) x x x

平衡浓度 ($mol \cdot L^{-1}$) $0.1 - x$ x x

CH_3COOH 分子和 CH_3COO^- 数目之和应为:

$(0.1 - x + x) \times 1 \times N_A = 0.1N_A$ 该选项正确

【答案】 D

11. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列说法不正确的是 ().

- A. 醋酸的摩尔质量与 N_A 个醋酸分子的质量在数值上相等
- B. N_A 个氧分子和 N_A 个氢气分子的质量比等于 16:1
- C. 28g 氮气所含的原子数目为 N_A
- D. 在标准状况下, $0.5N_A$ 个氯气分子所占体积是 11.2L

【分析】 此题是考查学生对阿伏加德罗常数摩尔质量, 气体摩尔体积和物质的量理解情况.

A, 醋酸的摩尔质量是 $60\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, N_A 个醋酸分子即为 1mol 醋酸分子, 其质量仍为 60g, 故 A 选项正确.

B, N_A 个氧分子和 N_A 个氢分子的质量比, 等于 1mol 氧分子和 1mol 氢分子的质量比, 即等于 16:1, 故 B 选项正确.

C, 氮气是双原子分子, 28g N_2 即 1mol N_2 , 含有 $2N_A$ 个氮原子. 所以是错误的.

D, $0.5N_A$ 个氯气分子即 0.5mol 氯气分子, 在标准状况下所占体积约为 11.2L, 故 D 选项正确.

【答案】 C

12. 下列各分子中所有原子都满足最外层为 8 电子结构的是 ().

A. BeCl_3

B. PCl_3

C. PCl_5

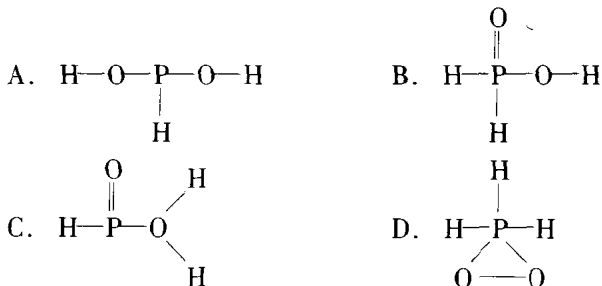
D. N_2

【分析】 N_2, PCl_3 的电子式分别是 $\text{N}::\text{N}$ $\begin{array}{c} \text{:Cl:} \\ \text{:Cl:} \text{P} \text{:Cl:} \end{array}$ 分子中各原子都满足最外层 8 电子结构. 而 $\text{BeCl}_2, \text{PCl}_5$ 中的 Be, P 最外层电子数分别是 4, 10. 故选项 B、D 正确.

【答案】 B、D

13. 已知磷酸分子 $\left[\begin{array}{c} \text{H-O} \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{P} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H-O} \quad \text{O} \end{array} \right]$ 中的三个氢原子都可以跟重

水(D_2O)中的 D 原子发生氢交换. 又知次磷酸(H_3PO_2)也可以跟 D_2O 进行氢交换, 但次磷酸钠(NaH_2PO_2)却不再能跟 D_2O 发生氢交换. 由此可推断出 H_3PO_2 的分子结构是 ().



【分析】 本题是信息题, 它所给的信息是: 磷酸的结构式, 磷酸的三个氢原子都可与 D_2O 发生氢交换, NaH_2PO_2 中的氢原子却不能发生氢交换, 说明 H_3PO_2 分子中只可能存在一个 $-OH$, 另两个氢原子未形成 $-OH$, 所以不能发生氢交换. 由此分析四个选项. (B) 中 H_3PO_2 分子内有一个 $-OH$, 符合题意.

【答案】 B

14. 下列说法正确的是 (N_A 表示阿伏加德罗常数的值) ().

- A. 标准状况下, 以任意比例混合的甲烷和丙烷的混合物 22.4L, 所含有的分子数为 N_A
- B. 标准状况下, 1L 辛烷完全燃烧后, 所生成的气态产物的分子数为 $\frac{8}{22.4} N_A$
- C. 常温常压下, 活泼金属从盐酸中置换出 1mol H_2 , 发生转移的电子数为 $2N_A$
- D. 常温常压下, 1mol 氦气含有的核外电子数为 $4N_A$

【分析】 本题主要考查对阿伏加德罗常数的理解, 以及各化学量之间的关系和换算.

A. 根据气体摩尔体积的概念,标准状况下,1mol 任何气体所占体积都约 22.4L,所含分子个数为 N_A ,因此该选项正确。

B. 标准状况下的辛烷(8个碳)是液态,1L 辛烷的物质的量不是 $\frac{1}{22.4}$ (mol),因此燃烧后的气态产物 CO_2 决不是 $\frac{8}{22.4}$ (mol),分子个数也不会等于 $8N_A/22.4$,该选项不正确。

C. 常温常压下,活泼金属从盐酸中置换出 1mol H_2 ,根据 $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2 \uparrow$,转移的电子数是 $2N_A$,因此正确。

D. 稀有气体氦气是单原子分子,1mol 氦气中所含氦原子也是 1mol,其核外电子数为 $2N_A$,该选项不正确。

【答案】 A、C

15. 下列说法正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数的值) ()。

A. 28g 氮气所含有的原子数目为 N_A

B. 4g 金属钙变成钙离子时失去的电子数目为 $0.1N_A$

C. 1mol 甲烷的质量与 N_A 个甲烷分子的质量和相等

D. 标准状况下,22.4L 甲烷和乙炔混合物所含的分子数为 N_A

【分析】 A. 28g N_2 为 1mol,含有的原子数目为 $2N_A$,该选项错误。

B. 4g 金属钙为 0.1mol,根据 $\text{Ca} - 2\text{e} = \text{Ca}^{2+}$ 失去电子数应为 $0.2N_A$,该选项错误。

C. N_A 个 CH_4 分子的物质的量为 1mol,则 1mol CH_4 的质量与 N_A 个 CH_4 分子质量相等,该选项正确。

D. 在标准状况下,22.4L CH_4 与 C_2H_2 混合物的物质的量为 1mol,其所含分子数为 N_A ,该选项正确。

【答案】 C、D

16. 如果 ag 某气体中含有的分子数为 b ,则 cg 该气体在标准状况下的体积是(式中 N_A 为阿伏加德罗常数) ()。

$$A. \frac{22.4bc}{aN_A} L \quad B. \frac{22.4ab}{cN_A} \quad C. \frac{22.4ac}{bN_A} L \quad D. \frac{22.4b}{acN_A}$$

【分析】 根据阿伏加德罗推论：

同温同压下相同气体它们的质量之比等于它们的体积之比。

$$\text{列式: } a:c = \frac{b}{N_A} \times 22.4:V$$

$$\therefore V = \frac{22.4bc}{aN_A} (L)$$

【答案】 A

17. 设 N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法正确的是 ()。

A. 2.4g 金属镁变成镁离子时失去的电子数目为 $0.1N_A$

B. 2g 氢气所含原子数目为 N_A

C. 在 25℃, 压强为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时 11.2L 氮气所含的原子数目为 N_A

D. 17g 氨气所含电子数目为 $10N_A$

【分析】

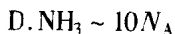


$$24 \quad 2N_A$$

$$2.4 \quad x \quad x = \frac{2.4}{24} \cdot 2N_A = 0.2N_A$$

$$B. 2g \text{ H}_2 \text{ 所含原子数为: } \frac{2g}{2g \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2N_A = 2N_A$$

C. 25℃, 压强为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 不是标准状况, 所以 11.2L N_2 含的原子数目不是 N_A



$$17 \quad 10N_A \quad \text{正确}$$

【答案】 D

18. 依照阿伏加德罗定律, 下列叙述中正确的是 ()。