

龙门品牌  学子至爱

新课标

龙门
考题

高中化学

主 编 张希顺
本册主编 潘会涛

化学
计算



龍 門 書 局

www.Longmenbooks.com

新课标

化学计算



高中化学

主 编:张希顺

本册主编:潘会涛

编 者:郑先例 谭 廉 刘建龙
刘兴富 王光永 张天俊
夏 京 付传利 王九龙

龍 門 書 局

北 京

版权所有 侵权必究

举报电话:(010)64030229;(010)64034315;13501151303

邮购电话:(010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

龙门专题:新课标.高中化学.化学计算/张希顺主编;潘会涛
本册主编. —北京:龙门书局,2008

ISBN 978-7-5088-1459-9

I. 龙… II. ①张…②潘… III. 化学课—高中—教学参考
资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 117909 号

责任编辑:田旭 马建丽 佟艳丽/封面设计:耕者

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

北京一二零一工厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2008年8月第一版 开本:A5(890×1240)

2008年8月第一次印刷 印张:6 3/4

字数:240 000

定 价: 12.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

1.《龙门专题》适合什么样的同学使用?

《龙门专题》是针对中等程度及中等程度以上的学生研究开发的,尤其是对尖子生来讲,《龙门专题》是必备图书!

2.中等程度的学生使用本书应注意什么?

这套书在设计上全面贯彻循序渐进的学习方法,中等程度的学生要特别注意:

“知识点精析与应用”部分侧重夯实学生的基础,重点在把基础知识讲细、讲透,适合为中等程度的学生奠定扎实的基础;

“能力拓展”部分重点在于拓展学生思维,直接与中高考的难度、题型接轨,适合中等学生提高成绩。

3.《龙门专题》适合什么时间使用?(3-5理科)

同步学习使用;

《龙门专题》每一节内容都是按照教材的顺序编排的,因此可以随着教学进度同步使用,老师讲到哪里,就紧跟着做透哪一本专题。

中高考复习:

“基础篇”适用于第一轮全面复习,全面梳理知识点,从这一角度,专题比任何高考复习资料都要详细、全面;

“综合应用篇”适用于第二轮专项复习,尤其是跟其他专题、其他学科进行交叉综合时,事半功倍。

4.如何使用《龙门专题》打下扎实的基础知识?

“万变不离其宗!”考试题目都是由基础知识演化而来的,因此基础知识是极其重要的,只有准确地理解、牢固地掌握基础知识,才能灵活、轻松地应用和解题!

使用《龙门专题》打基础,重点注意每节的“知识点精析与应用”,它分为三个小部分:

知识点精析:可帮助学生更全面的理解重点,突破难点;

解题方法指导:通过经典和新颖的例题帮助学生掌握解题规律和技巧;

基础达标演练:可以即学即练,便于巩固。

5.如何使用《龙门专题》拓展视野,提高素质?

“能力拓展”栏目是在牢固掌握基础的前提下,提高学生的综合素质和应试能力的,它同样包括三个小部分:

释疑解难:以综合性,关联所学知识,并作深度的拓展和延伸;

典型例题导析:最具代表性的例题、全面的思路分析、有的放矢的总结和反思,培养学生的解题技巧和方法;

思维拓展训练:完美的拓展训练设计,提升学生的学科思维能力。

6.怎么样在中高考复习中使用《龙门专题》?

“知识点精析与应用”用于梳理知识脉络,掌握基本知识点;复习时侧重使用“能力拓展”栏目,这部分立足于教材,对中高考必考内容进行拓展提升,也包括了一些难点和失分率较高的内容。

此外,“本书知识结构”、“本讲知识网络图”能帮助学生迅速快捷地掌握全部知识体系,提高复习效率。在中高考的复习备考中,还要注意:近年本专题知识在高考(中考)中所占分数比例,紧跟第二轮专项复习节奏使用。

7.尖子生如何使用《龙门专题》?

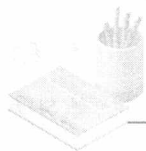
从全国调查看,尖子生最喜爱的教辅图书中,《龙门专题》被提及率十分高;来自高考状元的信息也表明,尖子生是特别适合使用本书的。尖子生在使用本书时,要注意以下几点:

首先,立足基础,通过自学或者预习的方式将基础知识理解并掌握;

其次,学习的重点放在“能力拓展”上,提高综合能力和应对中高考的能力;

再次,在复习中,一个板块一个板块的逐一解决,力争做到没有任何知识点的遗漏;

最后,中高考的复习,侧重于专题与专题之间、不同学科之间的复合型试题的研究和训练,确保在考试中基础题目不失分。



未名湖畔，博雅塔旁。

明媚的晨光穿透枝叶，懒散的泻落在林间小道上，花儿睁开惺忪的眼睛，欣喜地迎接薄薄的雾霭，最兴奋是小鸟，扇动翅膀在蔚蓝的天空中叽叽喳喳地欢唱起来了。微风轻轻拂动，垂柳摇曳，舒展优美的身姿，湖面荡起阵阵涟漪，博雅塔随着柔波轻快地翩翩起舞。林间传来琅琅的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，三三两两静静的坐着，那是求索知识的学子……

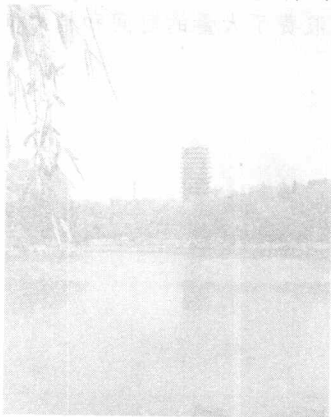
在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨都是这样的；在复旦，在交大，在南大，在武大……其实，在每一所高校里，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在过去几年时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥赛金牌得主还有其他优秀的学子到全国各地巡回演讲。揭开他们“状元”的光环，他们跟我们是那么的相似，同样的普通与平凡。

是什么成就了他们的“状元”辉煌？

在来来往往带他们出差的路上，在闲来无事的聚会聊天过程中，我越来越发现，在普通平凡的背后，他们每个人都是一道亮丽独特的风景，都是一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的成功，是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，但学习一直平平；在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有了，一切只能靠你自己了。”她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大年



三十的晚上还学习到深夜三点？你们又有谁发烧烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说，她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。6.4 万美金，当时相当于人民币 52 万。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，最近被全球最大的软件公司 MICROSOFT 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈的努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖上游弋，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多很多优秀的学子，他们也都有自己的故事，酸甜苦辣，很真实，很精彩。我有幸跟他们朝夕相处，默默观察，用心感受，他们的自信，他们的执着，他们的勤奋刻苦，尤其是他们的“学而得其法”所透露出来的睿智更让人拍案叫绝，他们人人都有一套行之有效的学习方法，花同样的时间和精力他们可以更加快速高效，举一反三。我一直在想：如果当年我也知道他们的这些方法，或许我也能考个清华北大的吧？

多年以来，我一直觉得我们的高考把简单的事情搞复杂了，学生们浪费了大量的时间和精力却收效甚微；多年以来，我们也一直在研究如何将一套优良的学习方法内化在图书中，让同学们在不知不觉中轻松快速的获取高分。这，就是出版《龙门专题》的原因了。

一本好书可以改变一个人的命运！名校，是每一个学子悠远的梦想和真实的渴望。“少年心事当拿云，谁念幽寒坐呜呃！”
龙门专题，走向名校的阶梯！



总策划

王

2008 年 7 月

《龙门专题》状元榜

赵永胜 2007年山西省文科状元

中国人民大学财政金融学院

星座：射手座

喜欢的运动：爬山 乒乓球

喜欢的书：伟人传记，如《毛泽东传》

人生格言：生命不息，奋斗不止

学习方法、技巧：兴趣第一，带着乐趣反复翻阅教科书，从最基本的知识入手，打牢“地基”，从基础知识中演绎难题，争取举一反三，融会贯通。合理安排时间，持之以恒，坚信“天道酬勤，熟能补拙”。



卢毅 2006年浙江省理科状元

北京大学元培学院

星座：天秤座

喜欢的运动：跑步 滑板

喜欢的书：《卡尔维诺文集》

人生格言：做自己

学习方法、技巧：注重知识点的系统性，将每门学科的知识点作一个系统地梳理，无论是预习还是复习，这样便可在课上学习时有的放矢，课后复习时查漏补缺。坚持锻炼，劳逸结合。



武睿颖 2005年河北省文科状元

北京大学元培学院

星座：天秤座

喜欢的运动：游泳 网球

喜欢的书：《A Thousand Splendid Suns》

人生格言：赢得时间，赢得生命

学习方法、技巧：勤奋是中学学习的不二法门；同时要掌握良好的学习方法，如制定学习目标、计划，定期总结公式、解题思路等，这样能事半功倍。最后要培养良好的心态，平和积极地面对学习中的得失。



刘诗泽 2005年黑龙江省理科状元

北京大学元培学院

星座：金牛座

喜欢的运动：篮球 台球 排球

喜欢的书：《三国演义》

人生格言：战斗到最后一滴血

学习方法、技巧：多读书，多做题，多总结。看清眼前成绩，注重长期积累。坚持锻炼，劳逸结合。



邱汛 2005年四川省文科状元

北京大学

星座：处女座

喜欢的运动：篮球 乒乓球

喜欢的书：《哈利·波特》

人生格言：非淡泊无以明志，

非宁静无以致远

学习方法、技巧：1. 要保持一颗平常心来面对考试、繁重的学习任务和激烈的竞争。2. 学会从各种测验考试中总结经验、教训，而不要仅仅局限于分数。3. 学会计划每一天的学习任务，安排每一天的学习时间。4. 坚持锻炼，劳逸结合。



林叶 2005年江苏省文科状元

北京大学

星座：水瓶座

喜欢的运动：跑步 台球 放风筝

喜欢的书：《黑眼睛》《笑面人》

人生格言：不经省察的生活不值得过

学习方法、技巧：学习分两类，一类和理想真正有关，另一类只是不得不过的门槛。不要总因为喜好就偏废其中的一个，它不仅是必须的，而且你也许会发现，它本来也值得你热爱和认真对待。你自己的学习方法别人永远无法替代，它也是你生活的一部分，完善它，就像完善你自己。



田禾 2005年北京市理科状元

北京大学元培学院

星座：水瓶座

喜欢的运动：羽毛球

喜欢的书：历史类书籍

人生格言：认真、坚持

学习方法、技巧：认真听讲，勤于思考，作阶段性总结，及时调整学习计划，坚持阅读课外书和新闻，一以贯之，学不偏废。



朱师达 2005年湖北省理科状元

北京大学元培学院

星座：水瓶座

喜欢的运动：足球 篮球 游泳

喜欢的书：《追风筝的人》《史记》

人生格言：有梦想就有可能，有希望就不要放弃

学习方法、技巧：1. 知识系统化、结构化是掌握知识的有用技巧和重要体现。2. 知其然还要知其所以然，记忆才更牢固。3. 整体把握兴趣和强弱科的平衡。4. 正确认识自己的弱点，集中力量克服它。



编委会

主 编：张希顺

编委会成员：张希顺 左勇芳 张希全

潘会涛 郑恩兴 郝建国

刘金城 马丽丽 丁恒文

Contents

目录

基础篇	(1)
第一讲 以物质的量为核心的计算	(2)
1.1 物质的量	(2)
1.2 气体摩尔体积	(10)
1.3 物质的量浓度	(18)
本讲知识整合	(26)
第二讲 关于化学常用计量的计算	(37)
本讲知识整合	(48)
第三讲 关于化学方程式的计算	(58)
3.1 化学方程式计算	(58)
3.2 热化学方程式的计算	(73)
3.3 化学反应速率和化学平衡的计算	(86)
3.4 有机化学计算	(101)
本讲知识整合	(113)
第四讲 关于溶液计算	(128)
4.1 溶液浓度的计算	(128)
4.2 关于溶液 pH 及 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 的计算	(139)
本讲知识整合	(149)
第五讲 化学计算技巧	(157)
本讲知识整合	(176)
综合应用篇	(191)
综合专题	(191)
方法技巧归类	(192)
专题跟踪训练	(196)
模拟考场	(201)

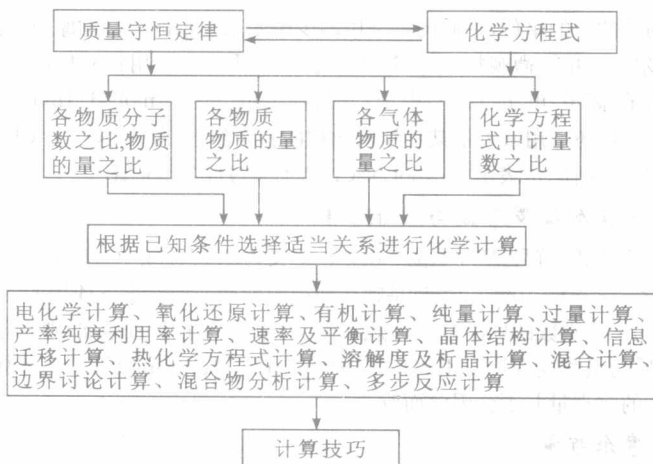


基础篇

高考大纲

- (1) 了解相对原子质量、相对分子质量的定义,并能进行有关计算。
- (2) 理解质量守恒定律的含义。
- (3) 能根据化合价正确书写化学式(分子式),或根据化学式判断化合价。
- (4) 了解物质的量的单位——摩尔(mol)、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度、阿伏加德罗常数的含义。
- (5) 根据物质的量与微粒(原子、分子、离子等)数目、气体体积(标准状况下)之间的相互关系进行有关计算。
- (6) 了解溶解度、饱和溶液的概念。
- (7) 了解溶液的组成。理解溶液中溶质的质量分数的概念,并能进行有关计算。
- (8) 了解配制一定溶质质量分数、物质的量浓度溶液的方法。
- (9) 了解热化学方程式的含义,能用盖斯定律进行有关反应热的简单计算。
- (10) 了解化学平衡建立的过程。理解化学平衡常数的含义,能够利用化学平衡常数进行简单的计算。
- (11) 了解溶液 pH 的定义。了解测定溶液 pH 的方法,能进行 pH 的简单计算。
- (12) 能正确书写化学方程式和离子方程式,并能进行有关计算。
- (13) 各类计算的综合应用。

本专题知识体系框图





第一讲 以物质的量为核心的计算

1.1 物质的量

知识网络图解



知识点精析与运用



知识点精析

知识点一 物质的量

物质的量是国际单位制中的七个基本物理量之一,符号为 n , 其单位为摩尔(符号 mol)。它是表示物质所含微粒数多少的物理量。它是指该物质所含粒子(分子、原子、离子、电子、质子、中子)的多少,其单位是摩尔。

注:①物质的量有量纲,有明确的物理含义。②在理解概念时,不能按字面理解成物质的质量或物质的数量是多少,它是一个专用名词。③微观粒子可以是分子、原子、电子、质子、中子以及它们的特定组合。④物质的量与物质的质量有关而与物质所处的状态无关。⑤物质的量的大小,可衡量物质所含微粒的多少,但物质的量的数值并不是微粒的个数,它的个数应该是物质的量乘以 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

知识点二 摩尔

摩尔是物质的量的单位,物质的量是用多少摩尔来表示的。简称摩,符号为 mol。

注:①摩尔只适用于微观粒子,不适用于宏观物质。②应用符号标明微观粒子的种类(如分子、原子、离子、电子、质子、中子)或其特定组合,如 1 mol H 、 1 mol H_2 、 1 mol H^+ 等。③“物质的量”还可用来表示某些结构微粒的特定组合,如由 Na^+ 与 Cl^- 按 1:1 特定组合构成的 NaCl 晶体,可表示为 1 mol NaCl ,而不能写成“ 1 mol 氯 ”。

知识点三 阿伏加德罗常数与 6.02×10^{23}

阿伏加德罗常数:符号 N_A , 单位 mol^{-1} 。定义为 $0.012 \text{ kg}^{12}\text{C}$ 所含碳原子的准确数目,是个精确值。 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 只是阿伏加德罗常数一般情况下使用的一个近似值。

注:阿伏加德罗常数的标准是人为规定的,如果改变了它的标准,则摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度等均发生改变。而质量、粒子数、一定质量的气体体积、气体密度等客观存在的物理量并不会因此而改变。

知识点四 摩尔质量

摩尔质量是单位物质的量的物质所具有的质量,单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



注:①使用范围:任何一种微观粒子;无论是否纯净;也无论物质的状态如何。②与式量的比较:化学式量与以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位的摩尔质量仅数值上相等。但摩尔质量与式量意义不同,单位不同,其中摩尔质量单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,化学式量单位是 1。③与 1mol 物质的质量的比较:摩尔质量和质量的物理意义不同,单位不同。以 g 为单位时,在数值上等于化学式的式量。④混合物只要组成一定,那么 1mol 混合物的质量,就是该混合物的平均摩尔质量,当以 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 为单位时,在数值上等于该混合物的平均相对分子质量。



解题方法指导

题型一 物质的量的概念

[例 1] (2007·上海)下列有关物理量相应的单位表达错误的是 ()

- A. 摩尔质量 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. 气体摩尔体积 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 溶解度 $\text{g}/100\text{g}$ D. 密度 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

剖析 有单位,数值才有意义,所以在表示化学量的时候要注意有无单位,单位是什么,从而准确理解其含义。

答案 C

技巧探测 考查学生对化学中常用物理量的量纲的认识。

题型二 物质的量的概念及其计算

[例 2] (2005·全国)已知 Q 与 R 的摩尔质量之比为 9:22, 在反应 $\text{X} + 2\text{Y} \longrightarrow 2\text{Q} + \text{R}$ 中,当 1.6 g X 与 Y 完全反应后,生成 4.4 g R,则参与反应的 Y 和生成物 Q 的质量之比为 ()

- A. 46:9 B. 32:9 C. 23:9 D. 16:9

剖析 依题意可知当生成 4.4 g R 时,生成 Q 为 3.6g。根据质量守恒,可知 Y 的质量为 6.4g; $m(\text{Y}):m(\text{Q})=16:9$,故选 D。

答案 D

技巧探测 正确理解摩尔质量的含义以及应用化学反应中质量守恒定律计算。

题型三 阿伏加德罗常数判断

[例 3] 用 N_A 代表阿伏加德罗常数,下列说法正确的是 ()

- A. 0.5mol Al 与足量盐酸反应转移电子数为 $1N_A$
B. 标准状况下,11.2L SO_3 所含的分子数为 $0.5N_A$
C. 0.1mol CH_4 所含的电子数为 $1N_A$
D. 46g NO_2 和 N_2O_4 的混合物含有的分子数为 $1N_A$



剖析 0.5mol Al与足量HCl反应转移电子数为 $1.5N_A$ 。标准状况下 SO_3 为固体。 NO_2 与 N_2O_4 的质量相同时,前者的分子数是后者的两倍,由于存在 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$,因此46g NO_2 的气体分子数小于 $1N_A$ 。1mol CH_4 含 $10N_A$ 个电子。

答案 C

技巧探测 熟练掌握物质的量、微粒数、质量、物质的量浓度和气体体积之间的关系。其中物质的量是核心,是解决其他问题的桥梁。

解题规律总结 物质的量、阿伏加德罗常数、摩尔质量等基本概念是学好化学的基础,只有充分理解概念的内涵和外延以及它们之间的联系,才能有效地提高分析问题的能力。另外,解答阿伏加德罗常数题目时注意下列问题:(1)用 $22.4L \cdot mol^{-1}$ 作为气体摩尔体积进行换算时,一定要看清所给出的条件,只有标准状况下的气体才能使用;(2)质量与物质的量、粒子数之间的换算与物质的存在状态及外界条件无关;(3)看清所分析的是何种粒子;(4)与化学反应有关的应看清反应的物质比例关系及真实存在形式。



基础达标演练

一、选择题

- 下列有关叙述中正确的是 ()
 - 镁的原子质量就是镁的相对原子质量
 - 一个 ^{12}C 原子的质量约等于 $\frac{12}{6.02 \times 10^{23}}g$
 - 二氧化碳的相对分子质量是 $44g \cdot mol^{-1}$
 - 硫酸的摩尔质量是98g
- 与8.8g CO_2 所含分子数相等的CO的质量为 ()
 - 5.6g
 - 11.2g
 - 28g
 - 16.8g
- (原创)当前有许多科学家认为造成“温室效应”的原因是人类向大气排放了大量的 CO_2 。下列说法错误的是 ()
 - 常温常压下,88g CO_2 含氧原子数为 $4N_A$
 - 大量植树造林可以减轻温室效应
 - 一个 CO_2 分子的质量约为 $\frac{44g \cdot mol^{-1}}{6.02 \times 10^{23}mol^{-1}}$
 - 标准状况下,4.4g CO_2 中含有0.1mol质子
- 20g A物质和14g B物质完全反应,生成8.8g C物质、3.6g D物质和0.2mol E物质。则E的摩尔质量为 ()
 - $100g \cdot mol^{-1}$
 - $108g \cdot mol^{-1}$
 - $111g \cdot mol^{-1}$
 - $123g \cdot mol^{-1}$
- 下列有关叙述正确的是 ()
 - 铜锌原电池中铜为负极
 - 0.1mol N_2 与0.3mol H_2 在一定条件下反应,达到平衡时,生成0.2mol NH_3
 - $1mol \cdot L^{-1}$ $AlCl_3$ 溶液中, Al^{3+} 物质的量浓度为 $1mol \cdot L^{-1}$
 - 18g H_2O 中含1mol氧原子



二、填空题

6. 已知 a mol 硝酸含有的氧原子数与 b 个水分子所含有的氢原子数相同,阿伏加德罗常数为_____。
7. 含有 3.01×10^{23} 个水分子的水的体积为 9.0 cm^3 ,在该条件下水的密度约为_____。

三、综合计算题

8. 哥伦比亚号航天飞机曾用金属铝粉和高氯酸铵混合物作为固体燃料,加热铝粉使其氧化并放出大量热,促使混合物中另一种燃料分解。 m mol 高氯酸铵分解时除产生 $2m$ mol 水蒸气和 m mol 氧气外,其他组成元素均以单质气体形式放出,因而产生巨大的推动力。写出其中涉及的化学方程式:①_____;②_____。根据此反应原理,1mol 高氯酸铵分解所产生的气体有_____ mol。

答案与提示

1. B 提示:本题主要考查对摩尔质量的理解。镁的原子质量不等于其相对原子质量; CO_2 的相对分子质量是 44; H_2SO_4 的摩尔质量是 $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

2. A 提示:我们可以依据 $n = \frac{m}{M}$,首先计算出 8.8 g CO_2 的物质的量,然后再依据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 的关系,计算出 CO 的物质的量。依据 $m = nM$ 的关系计算出 CO 的质量。

3. D 提示:4.4g CO_2 中含 2.2mol 质子。

4. B 提示:根据质量守恒定律:



$$20 \text{ g} \quad 14 \text{ g} \quad 8.8 \text{ g} \quad 3.6 \text{ g}$$

由此, $m(E) = 20 + 14 - 8.8 - 3.6 = 21.6 \text{ g}$ 。故 $M(E) = \frac{m(E)}{n(E)} = \frac{21.6 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

5. D 提示:铜锌原电池中活泼的锌应为负极,A 不正确。B 项中合成氨为可逆反应,不可能完全转化,不能生成 0.2 mol NH_3 ,B 不正确。C 项中 Al^{3+} 水解, Al^{3+} 的浓度要稍小于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 不正确。

6. $\frac{2b}{3a} \text{ mol}^{-1}$ 提示:每个水分子含有氢原子为 2 个,所以 b 个水分子含有 $2b$ 个氢原子。

每个硝酸分子(HNO_3)含有 3 个氧原子, $n(\text{HNO}_3) = \frac{2b}{3N_A}$ 。因为 a mol 硝酸含有的氧原子数与 b 个水分子含有的氢原子数相同,所以 $N_A = \frac{2b}{3a} \text{ mol}^{-1}$ 。

7. $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 提示:依据 $m = n \cdot \frac{M}{N_A}$ 的关系,首先计算出含有 3.01×10^{23} 个水分子的质量,

然后依据 $\rho = \frac{m}{V}$ 的关系,计算出水的密度。 $m(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ g}$, $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

8. $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{NH}_4\text{ClO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow$ 4

提示:高氯酸中氯元素为 +7,其化学式为 HClO_4 ,故高氯酸铵的化学式为 NH_4ClO_4 。方程



式中,物质的化学计量数之比等于物质的量之比,可知 NH_4ClO_4 与生成 H_2O 、 O_2 的化学计量数之比为 1:2:1,另外的产物显然为 N_2 和 Cl_2 ,其化学计量数可用观察法确定。

能力拓展

1 难点指津

命题规律一 以物质的量为中心的各化学量的计算

物质的量与其他化学常用计量间的相互求算,是重要的基本化学计算。其解题关键是熟练掌握下列恒等式:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V(\text{g})}{V_m} = \frac{N}{N_A} = \frac{Q}{\Delta H} = c \cdot V(\text{aq}) = \frac{xS}{M(100+S)}$$

式中 n 为物质的量,单位为 mol; m 为物质质量,单位为 g; M 为摩尔质量,单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V(\text{g})$ 为气体体积,单位为 L; V_m 为气体摩尔体积,单位为 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$; N 为粒子个数; N_A 为阿伏加德罗常数是 $6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$; Q 为物质的反应热,单位为 J 或 kJ; ΔH 为摩尔反应热,单位为 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; c 为物质的量浓度,单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V(\text{aq})$ 为溶液体积,单位为 L; x 为饱和溶液的质量,单位为 g; S 为溶解度,单位为 g/100g 水。

命题规律二 阿伏加德罗常数的应用

1. 状态问题:如水在标准状况下为液态或固态; SO_3 在标准状况下为固态,常温常压下为液态;在标准状况下,碳原子数大于 4 而小于 16 的烃为液态,大于或等于 16 的烃为固态, CCl_4 为液体。

2. 状况条件:考查气体时经常给非标准状况,如常温常压下, $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、 25°C 等。

3. 氧化还原反应:考查指定物质参加氧化还原反应时,常设置氧化还原反应中氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物、被氧化、被还原、电子转移(得失)数目方面的陷阱;尤其注意较复杂的氧化还原反应中,转移电子数目。如 Na_2O_2 和 H_2O 反应,电解 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液等。还曾考过的有 Na、Mg、Cu 等。

4. 电离、水解:考查电解质溶液中微粒数目或浓度时常涉及弱电解质的电离,盐类水解方面的陷阱。如某些离子或原子团在水溶液中能发生水解反应,离子数目要改变。

5. 物质结构:考查一定物质的量的物质中含有多少微粒(分子、原子、电子、质子、中子等)时常涉及稀有气体 He、Ne 等单原子分子, Cl_2 、 N_2 、 O_2 、 H_2 等双原子分子和 O_3 等三原子分子。曾考过的物质还有 CH_4 、 CCl_4 、 C_8H_8 等一定体积的物质中所含原子数、分子数以及一些物质结构中化学键数目,如金刚石、石墨、 SiO_2 、Si、 CH_4 、 P_4 等。

6. 特殊物质的摩尔质量,如 D_2O 、 T_2O 、 $^{18}\text{O}_2$ 等。

7. 一定体积和一定物质的量浓度溶液中所含电解质离子数、分子数,如稀硫酸、硝酸镁等。

8. 阿伏加德罗常数与 6.02×10^{23} 的区别和联系。区别:阿伏加德罗常数 (N_A) (单位: mol^{-1}) 是指 $12\text{g}^{12}\text{C}$ 中含有的原子数目,是一个常数,但目前尚未能精确确定。 6.02×10^{23} 是一个纯数,作为阿伏加德罗常数的近似值。联系:在具体的计算过程中,可用 6.02×10^{23} 代替阿伏加德罗常数的值进行计算。



应用能力

题型一 阿伏加德罗常数的判断

【例1】(2003·江苏)设 N_A 表示阿伏加德罗常数,下列叙述中正确的是()

- A. 常温常压下,2L 氧气所含的原子数为 N_A
 B. 1.8g 的 NH_4^+ 中含有的电子数为 N_A
 C. 常温常压下,48g O_3 含有的氧原子数为 $3N_A$
 D. 2.4g 金属镁变为镁离子时失去的电子数为 $0.1N_A$

剖析 常温常压下,气体的摩尔体积大于 $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$,故 11.2L O_2 所含原子数小于 N_A ; 1.8g NH_4^+ 中含有的电子数为 $\frac{1.8\text{g}}{18\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 \times N_A = N_A$; 48g O_3 所含氧原子数为 $\frac{48\text{g}}{3 \times 16\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \times N_A = 3N_A$; 2.4g 镁变为 Mg^{2+} 时失去电子数为 $\frac{2.4\text{g}}{24\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times N_A = 0.2N_A$ 。

答案 BC

技巧探测 对于本题若忽视 $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的适用条件易错选 A; 若不清楚 Mg 失 $2e^- \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ 易错选 D; 若将质量与物质的量的换算局限于标准状况下,易漏选 C; 若将 NH_4^+ 的摩尔质量等同于 NH_3 的摩尔质量或将其所含电子数误认为是 $11e^-$, 易漏选 B。

题型二 阿伏加德罗常数的测定方法

【例2】现有一种简单可行的测定阿伏加德罗常数的方法,具体步骤为:①将固体 NaCl 细粒干燥后,准确称取 m 克 NaCl 固体并转移到定容器 A 中;②用滴定管向仪器 A 中加苯,不断振荡,继续加苯至 A 仪器的刻度处,计算出 NaCl 固体的体积为 $V\text{mL}$ 。请回答下列问题:

(1)步骤①中 A 仪器最好用_____。

- A. 量筒
 B. 烧杯
 C. 容量瓶
 D. 试管

(2)步骤②中用酸式滴定管还是碱式滴定管_____,理由由是_____。

(3)能否用水代替苯_____,理由是_____。

(4)已知 NaCl 晶体中(如图 1-1 所示),靠得最近的钠离子与氯离子间的平均距离为 $a\text{cm}$,用上述方法测得的阿伏加德罗常数的表达式为_____。

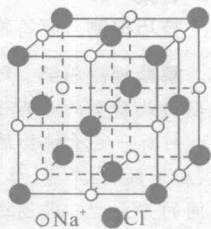


图 1-1

剖析 阿伏加德罗常数(N_A)是建立宏观和微观的桥梁关系。

	质量	体积
宏观:	$m(\text{g})$	$V(\text{mL})$
微观:	$\frac{4 \times 58.5}{N_A}(\text{g})$	$(2a)^3(\text{cm}^3)$

列式求得: $N_A = \frac{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot V \text{cm}^3}{2 \cdot m\text{g} \cdot a^3 \text{cm}^3}$ 。



答案 (1)C

(2)酸式滴定管,理由是苯容易腐蚀碱式滴定管下端的橡皮管

(3)不能,理由是 NaCl 溶于水,无法准确地测定 NaCl 的体积

$$(4)N_A = \frac{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot V \text{ cm}^3}{2 \cdot \text{mg} \cdot \text{a}^3 \text{ cm}^3}$$

技巧探測 本题中欲准确测定氯化钠的体积,就必须准确测定苯的体积,从而选择所用的仪器。求阿伏加德罗常数,需要建立数学模型,体现出数学知识与化学知识的融合,达到应用数学工具解决化学问题的目的。

题型三 与物质的量有关的计算

例3 (2007·白塔期中)如图 1-2 所示,横坐标表示燃烧时消耗可燃气体 X(X=A、B、C)的体积 $V(X)$,纵坐标表示消耗 O_2 的体积 $V(O_2)$,A、B 是两种可燃气体,C 是 A 和 B 的混合气体,则 C 中 $n(A):n(B)$ 为

A. 2:1

B. 1:2

C. 1:1

D. 任意比

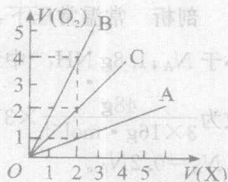


图 1-2

剖析 由图像可知燃烧 2 体积 A 消耗 1 体积 O_2 ,燃烧 2 体积 B 消耗 4 体积 O_2 ,而燃烧 2 体积 A、B 两种混合气体消耗 2 体积 O_2 ,设 2 体积混合气体中,含 A 为 x 体积,B 为 $(2-x)$ 体积,则消耗 $O_2: \frac{x}{2} + 2(2-x) = 2$,则 $x = \frac{4}{3}$, $2-x = \frac{2}{3}$,故 $V(A):V(B) = n(A):n(B) = 2:1$ 。

答案 A

技巧探測 解答物质的量计算注意有关概念公式的恰当运用和方程式的计算。

解题规律总结 阿伏加德罗常数的综合应用是高考命题的一个热点,近五年的高考试题对此题型的考查保持了相当强的连续性。其命题特点:一是已知阿伏加德罗常数为 N_A ,判断一定量的物质所含的某种粒子数目的多少,重点考查物质的量与阿伏加德罗常数、粒子数目、质量、体积等之间的关系以及物质的量与气体摩尔体积、阿伏加德罗定律之间的关系。二是通过阿伏加德罗常数进行一些量之间的换算。三是阿伏加德罗常数与某些物理学知识相联系,如电解时析出金属(或放出气体)的质量与耗电量之间换算时必然要用到阿伏加德罗常数。

思维拓展训练

一、选择题

- 与 2mol NaCl 电离出的 Cl^- 数目相同的是 ()
 A. 1mol $MgCl_2$ B. 2mol $KClO_3$ C. 1mol $AlCl_3$ D. 1.5mol $CaCl_2$
- 关于等质量的 NO 与 NO_2 (不考虑与 N_2O_4 间的转化),下列叙述正确的是 ()
 A. 一定含有相同的氮原子数,而氧原子数之比为 1:2
 B. 所占的体积一定不相同