



重难点手册

- ★九千万学子的制胜宝典
- ★八省市名师的在线课堂
- ★十九年书业的畅销品牌



YZLI0890140847

高中物理

选修 3-3

张立稳 主编



配人教版

重难点手册

新课标
Xinkbiao

配人教版

宁波市鄞州图书馆藏
YZ
高中物理
选修 3-3
主编 张立稳

★十九年书业的畅销品牌
★八省市名师的在线课堂
★九千万学子的制胜宝典



YZLI0890140847



华中师范大学出版社

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

重难点手册——高中物理选修 3—3(配人教版)/张立稳 主编. —3 版.

—武汉:华中师范大学出版社,2011.7(2011.9 重印)

ISBN 978-7-5622-4830-9

I. ①重… II. ①张… III. ①物理课—高中—教学参考资料

IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029335 号

重难点手册——高中物理选修 3—3(配人教版)

主编:张立稳

责任编辑:胡小忠

封面设计:新视点

编辑室:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67867371 027-67865356 027-67867076

传真:027-67865347

网址:<http://www.ccnupress.com>

印刷:仙桃市新华印务有限公司

字数:288 千字

开本:880mm×1230mm 1/32

版次:2011 年 7 月第 3 版

定价:16.80 元

选题策划:华大鸿图编辑室

责任校对:万春春

封面制作:胡 灿

邮编:430079

邮购电话:027-67861321

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

督印:章光琼

印张:9

印次:2011 年 9 月第 2 次印刷

欢迎上网查询、购书

敬告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

体例特色与使用说明

- **新课标：**贯彻新课标精神，定位新课标“三维”目标，贴近新课标高考大纲要求，注重学习规律和考试规律的整合，全面提升考试成绩和综合素质。
- **大突破：**突破传统的单向学习模式，将教材知识、拓展知识和隐性方法类知识植入新课堂，立体凸现学科知识结构和解题方法规律，破解高考“高分”瓶颈。

自主学习——教材导学，突出重点

以教材内容为蓝本，以落实基本知识、基本概念和基本规律为重点，梳理整合，引导自学，强化知识网络结构，实现认知快速有效迁移。

合作学习——问题释疑，突破重点

切中教材中的教学难点和疑点，以问题为主线，设问质疑、引发互动、激活思维、加深理解，从而释疑解难，真正提高辨析问题的能力与交流与合作的能力。

研究学习——方法展示，探究规律

以相关题型的问题求解为主线，引导思路、展示方法、探究规律，学会用一种方法解决一类问题，用多种知识和方法解决综合问题，切实提高分析解题能力，并掌握探究问题的一般方法。

创新学习——视野拓展，综合应用

以典型实例为依托，联系实际，创设情境，突出STSS思想，体现学以致用。

第九章
物态和物态变化
§9.1 固体

自主学习——教材导学，突出重点

1. 固体和液体
固体和液体在宏观上都具有确定的形状和体积，在微观上，分子间的相互作用力较强，分子只能在平衡位置附近做无规则的热运动。

2. 晶体和非晶体
晶体具有规则的几何外形，晶体内部微粒按一定规律排列，具有各向异性。非晶体没有规则的几何外形，内部微粒排列杂乱无章，具有各向同性。

3. 晶体的熔化和凝固
晶体在熔化过程中，温度保持不变，吸收的热量全部用于破坏晶体的空间点阵结构。非晶体在熔化过程中，温度不断升高，吸收的热量一部分用于破坏晶体的空间点阵结构，另一部分用于增加分子的动能。

4. 晶体的溶解和结晶
晶体在溶解过程中，温度保持不变，吸收的热量全部用于破坏晶体的空间点阵结构。非晶体在溶解过程中，温度不断升高，吸收的热量一部分用于破坏晶体的空间点阵结构，另一部分用于增加分子的动能。

合作学习——问题释疑，突破重点

问题：为什么晶体在熔化过程中温度保持不变？
答：晶体在熔化过程中，吸收的热量全部用于破坏晶体的空间点阵结构，因此温度保持不变。

问题：为什么非晶体在熔化过程中温度不断升高？
答：非晶体在熔化过程中，吸收的热量一部分用于破坏晶体的空间点阵结构，另一部分用于增加分子的动能，因此温度不断升高。

研究学习——方法展示，探究规律

1. 晶体的熔点
晶体的熔点是晶体在熔化过程中温度保持不变的点。晶体的熔点与晶体的种类有关，与晶体的大小、形状、纯度等因素无关。

2. 晶体的凝固点
晶体的凝固点是晶体在凝固过程中温度保持不变的点。晶体的凝固点与晶体的种类有关，与晶体的大小、形状、纯度等因素无关。

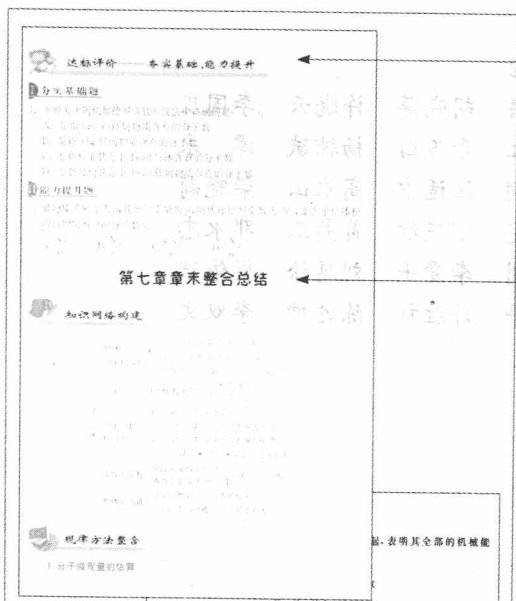
创新学习——视野拓展，综合应用

1. 晶体的结构模型
晶体的结构模型是描述晶体内部微粒排列规律的模型。晶体的结构模型可以分为简单立方、体心立方、面心立方、六方密堆积等。

2. 晶体的X射线衍射
X射线衍射是研究晶体结构的重要手段。X射线衍射实验可以测定晶体的晶格常数、晶面间距等。

——新课标《物理重难点手册》新突破

- **讲实用：**完全同步于新教材，导-学-例-训四位一体，落实课程内容目标和考纲能力要求，揭密高考解题依据和答题要求，破解重点难点。
- **大品牌：**十多年的知名教辅品牌，一千多万学子全程参与，十余万名物理教师的倾力实验，堪称学习规律与考试技术深度融合的奇迹，缔造着使用效果显著、发行量惊叹的神话。



达标评价——夯实基础，能力提升

以新课程标准为依据，精心设计符合新的课程标准要求的训练题，摒弃题海战术，控制训练层次，确保训练适度，旨在培养学生的学科思想和学科精神。

章末整合总结

对每章的重点、难点、考点知识和解题规律进行科学的梳理和提炼，优化知识结构，最新高考题例释，帮助您认识高考考查类型、角度和深度，全面提高复习和考试水平。

达标检测题

根据课程标准要求，按照高考题型设计，分章精选达标检测试题。自我检测，自我诊断，实现课程目标要求，在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面得到同步提升。

答案详解与提示

所有训练题、达标检测题均配有参考答案，中档题及难度较大的题都给出了提示或详解，便于自我诊断时参考。

代人数值解得 $\mu = 16$ 。
解：(1) 0°C 的冰和 100°C 的水蒸气混合后，若冰刚好全部融化，那么冰和水蒸气的质量比应为多少？(已知冰的融化热是 $\lambda = 3.34 \times 10^5 \text{ J/kg}$ ，水在 100°C 时的汽化热是 $L = 2.25 \times 10^6 \text{ J/kg}$) [竞赛题]

第九章达标检测题

(时间：90分钟 满分：100分)

一、选择题(每小题4分，共16分)

1. 下列关于晶体和非晶体的说法中正确的是()。
- A. 凡是晶体，都具有确定的几何外形
 - B. 金属整体表现为各向同性，故金属是非晶体
 - C. 化学成分相同的物质，只能生成同一晶体
 - D. 晶体的各向异性是由于组成晶体的微粒呈现有序排列的结果



参考答案

与提示

第七章 分子动理论

7.1 物体是由大量分子组成的

1. (1) D

(2) B [由 $\lambda = \frac{v}{\nu}$ 可以判断。

《高中物理重难点手册》编委会

主 编	张立稳				
编 委	李毓洪	胡晓萍	许晓云	李国庆	
	杨宇红	李玉白	杨辅斌	谭 永	
	程 嗣	汪适中	高永山	柴晓莉	
	程首宪	丁庆红	黄鼎三	邓永忠	
	周望洲	李爱平	刘延松	梁依斌	
	曾少平	许胜祥	陈乾坤	李双文	

目 录

第七章 分子动理论	(1)
7.1 物体是由大量分子组成的	(1)
◇◇阿伏加德罗常数的应用和估算◇◇	(7)
题型一 利用阿伏加德罗常数的估算问题	(9)
题型二 阿伏加德罗常数的综合应用	(9)
7.2 分子的热运动 分子间的作用力	(12)
◇◇分子动理论及其应用方法◇◇	(20)
题型一 布朗运动的轨迹	(24)
题型二 分子间相互作用力的综合应用	(25)
7.3 温度和温标	(28)
◇◇温度的测量及量度方法◇◇	(31)
题型一 有关温度计的读数问题	(33)
题型二 热学与电学的综合	(34)
7.4 内能	(36)
◇◇物体内能的大小及改变的判断方法◇◇	(42)
题型一 分子间的作用力做功与分子势能的关系	(43)
题型二 内能与分子间的势能	(44)
题型三 分子间相互作用力与分子间距离的关系应用	(45)
第七章章末整合总结	(48)
第七章达标检测题	(53)
第八章 气体	(56)
8.1 气体的等温变化	(56)



◇◇1. 应用玻意耳定律解题的一般方法◇◇	(64)
◇◇2. 应用玻意耳定律解题的常见问题◇◇	(65)
题型一 水银柱的移动问题	(68)
题型二 静态和动态相结合问题	(69)
题型三 热学中的临界条件问题	(70)
题型四 力热综合问题	(71)
8.2 气体的等容变化和等压变化	(75)
◇◇液柱移动问题的分析方法◇◇	(82)
题型一 多过程的综合	(83)
题型二 查理定律的应用	(84)
8.3 理想气体的状态方程 气体热现象的微观意义	(89)
◇◇1. 理想气体状态方程的应用方法◇◇	(96)
◇◇2. 应用图象分析方法◇◇	(98)
题型一 选取部分气体来研究变质量问题	(101)
题型二 升温使水银溢出的处理	(100)
题型三 等温变化和等压变化综合	(104)
第八章章末整合总结	(107)
第八章达标检测题	(119)
第九章 物态和物态变化	(125)
9.1 固 体	(125)
◇◇单晶体的特点及应用◇◇	(129)
题型 晶体结构问题的分析	(130)
9.2 液 体	(134)
◇◇液体表面张力问题的分析方法◇◇	(142)
题型一 表面张力的现象解释	(144)
题型二 利用液体的性质分析实际问题	(144)
9.3 饱和汽与饱和气压	(149)
◇◇计算相对湿度的方法◇◇	(154)
题型一 有关天气现象的分析和判断	(155)



题型二 联系实际问题分析	(157)
9.4 物态变化中的能量交换	(160)
◇◇热量问题的计算方法◇◇	(163)
题型一 基本概念的理解和应用	(165)
题型二 熔化热和汽化热的计算	(165)
题型三 实验及现象解释	(166)
第九章章末整合总结	(170)
第九章达标检测题	(174)
第十章 热力学定律	(179)
10.1 功和内能 热和内能	(179)
◇◇物体内能改变的判断方法◇◇	(185)
题型一 做功与内能变化问题分析	(187)
题型二 热传递与内能变化问题分析	(187)
题型三 内能改变的两个方式问题分析	(188)
题型四 应用气态方程分析气体内能变化问题	(188)
题型五 联系实际应用问题分析	(189)
10.2 热力学第一定律 能量守恒定律	(194)
◇◇应用能量守恒定律的思路方法◇◇	(199)
题型一 气体内能改变的判断	(202)
题型二 气体图象的综合应用	(202)
题型三 汽缸热学问题的综合分析	(203)
题型四 能量转化与守恒问题的综合分析	(204)
10.3 热力学第二定律 热力学第二定律的微观解释	(209)
◇◇利用热力学第二定律解题◇◇	(216)
题型一 热力学定律的综合判断	(217)
题型二 单一热源吸热的分析	(218)
题型三 真空中扩散问题辨析	(218)
题型四 熵与热力学第二定律结合分析	(219)
题型五 热力学第二定律微观解释	(220)



10.4 能源和可持续发展	(225)
◇◇太阳辐射能量(功率)的计算方法◇◇	(232)
题型一 清洁能源的利用问题	(233)
题型二 新能源的开发问题	(235)
第十章章末整合总结	(239)
第十章达标检测题	(245)
参考答案与提示	(250)



第七章

分子动理论

§ 7.1 物体是由大量分子组成的



自主学习——教材导学,突出重点

1. 热学中的分子

分子是具有各种物质的化学性质的最小粒子,而在热学研究中,分子、原子、离子遵循相同的热运动规律,所以统称为分子.物质是由大量分子组成的.

2. 分子的大小

分子很小,用能放大几亿倍的扫描隧道显微镜才能观察到物质表面的分子.通常用单分子油膜法粗略测算分子的大小,但问题是怎样才能知道水面上所形成的是单分子油膜,以及怎样简单、准确地计算油膜面积.这些问题将在合作学习中得到解决.

(1) 分子的两模型

① 球体模型

由 $V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$ 可得分子直径 $d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}$.

② 立方体模型

由 $V = d^3$ 得分子直径 $d = \sqrt[3]{V}$.

(2) 一般分子直径的数量级为 10^{-10} m; 分子质量的数量级为 10^{-26} kg.

3. 阿伏加德罗常数

阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 它的含义是: 1 mol 的任何物质都含有相同的分子数(这里所说的分子是原子、离子和分子的统称). 例如: 1 mol 的氧气中含有 6.02×10^{23} 个氧气分子, 1 mol 的碳中含有 6.02×10^{23} 个碳原子.

阿伏加德罗常数是联系宏观世界和微观世界的桥梁,在用分子动理论研



究热现象时,常要寻求宏观量与微观量之间的关系,例如:

- (1) 物质的摩尔质量 M_m 与分子质量 $m_{分}$ 的关系

$$M_m = N_A m_{分} \quad ①$$

- (2) 物质的摩尔体积 V 与分子体积 $V_{分}$ 的关系

$$V = N_A V_{分} \quad ②$$

- (3) 物质的摩尔数 n 与分子数 N 的关系

$$n = \frac{N}{N_A} \quad ③$$

阿伏加德罗常数把分子质量、分子大小和分子数这些无法直接测量的微观量跟摩尔质量、摩尔体积和物质的量这些易于测量的宏观量联系起来,为用分子动理论定量地研究热现象提供了重要条件。

在上述三个基本关系中,式①、③对固体、液体、气体都是适用的,式②只适用于固体和液体.对于气体,由于分子间距离比较大,式②中的 $V_{分}$ 应理解为气体分子所占空间的体积,它比分子本身的体积大得多。

另:在利用上述关系式进行计算时,由于数据的数字太大或太小,为了书写方便,习惯用科学计数法把数据写作乘 10 的乘方,如 $3.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ 、 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 等,我们称 10 的乘方(10^{-10} 、 10^{23} 等)为“数量级”.对于分子的大小和质量,只要粗略地了解它的数量级就可以了。

例 1 只要知道下列一组物理量,就可以估算出气体分子间的平均距离的是()。

- 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和质量
- 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和密度
- 阿伏加德罗常数、该气体的质量和体积
- 该气体的密度、体积和摩尔质量

导析 分析和求解此类问题的基本方法是分析与综合.即可首先导出气体分子间平均距离的表达式,再对照题目中各选项所给条件进行判断.另外一种就是从题给条件出发,看能否求得所需结果,从而作出正确判断。

解答 方法一:导出气体分子间的平均距离 d 的表达式,由气体分子的正方体模型: $d = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{\frac{M_m}{\rho N_A}}$,对照 4 个选项的条件,由公式可以看出选项 B 正确。

方法二:对 4 个选项的条件逐一分析,看根据每个选项的条件能求出何种物理量,该物理量能否最终求出分子间的距离 d ,如: A 选项的条件只能求出



分子的总个数,而不能继续求得分子的体积 V_0 ,故A选项不正确;同理可对选项C、D进行分析判断,C只能求出该气体的密度,D只能求出该气体的质量和摩尔数.故正确答案为B.

说明 两方法相比,方法一得出结果快,但易造成选项不全;方法二虽麻烦些,但不易出现漏选.

拓展 利用本题中条件,能否得出每个气体分子的质量和体积?

[提示:可求得气体分子质量 $m_0 = \frac{M}{N_A}$,不能求得气体分子的体积]

例2 黄金的密度为 19.3g/cm^3 ,摩尔质量为 197g/mol .求:(1)金分子的质量.(2)金分子的体积.(3)金分子的半径.

导析 在分析和求解问题时,要注意分清对于固体和液体,其分子排列可看做一个挨一个的,所以物体的质量等于所有分子质量总和,物体的体积等于所有分子的体积总和;而对于气体,由于分子间距较大,所以气体的体积不等于所有气体分子的体积之和.

解答 (1) 在 $M_0=197\text{g}$ 的黄金中含有 N_A 个金分子,所以每个金分子的质量

$$m = \frac{M_0}{N_A} = \frac{197 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} = 3.27 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

(2) 金的摩尔体积 V_0 和分子的体积 V 分别为

$$V_0 = \frac{M_0}{\rho} = \frac{197 \times 10^{-3}}{19.3 \times 10^3} = 1.02 \times 10^{-5} \text{ m}^3,$$

$$V = \frac{V_0}{N_A} = \frac{1.02 \times 10^{-5}}{6.02 \times 10^{23}} = 1.70 \times 10^{-29} \text{ m}^3.$$

(3) 金分子取球模型,半径为 r ,据球体积公式 $V = \frac{4\pi r^3}{3}$,则

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 1.59 \times 10^{-10} \text{ m}$$

拓展 如果把金分子视为立方体模型,其分子直径的数量级改变吗? [答案:不改变.]



合作学习——问题探究,突破难点

问题1: 怎样用油膜法估测分子的大小?



诠释 用油膜法估测分子的大小是一个通过等效替换来间接测量微小长度的实验问题.

1. 实验原理

油酸是一种脂肪酸,其分子的一部分和水分子有很强的亲和力,当把一滴用酒精稀释过的油酸滴在水面上时,酒精溶解于水或挥发,在水面上形成一层油酸薄膜,薄膜可认为是球状单分子膜,如图 7-1-1 所示.

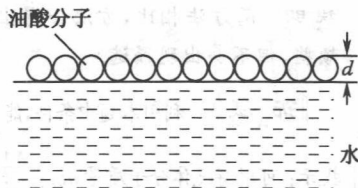


图 7-1-1

实验中设法测一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 V 和这滴油酸在水面上形成单分子纯油酸油膜的面积 S , 由此求出的油膜的厚度就可认为是油酸分子的直径, 即 $d = \frac{V}{S}$.

2. 实验器材

用酒精稀释过的油酸溶液、注射器或滴管、量筒、浅盘、有机玻璃板、彩笔、坐标纸、痱子粉或石膏粉、静水.

3. 基本操作

(1) 往边长约为 $30\text{cm} \sim 40\text{cm}$ 的浅盘里倒入约 2cm 深的水, 然后将痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面上.

(2) 用注射器或滴管将事先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中, 记下量筒内增加 1mL 时的滴数.

(3) 用注射器或滴管将事先配制好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上, 油酸在水面上散开, 其中的酒精溶于水中并很快挥发, 在水面上形成如图 7-1-1 所示形状的一层纯油酸薄膜.

(4) 待油酸薄膜的形状稳定后, 将事先准备好的有机玻璃板放在浅盘上, 然后将油酸薄膜的形状用彩笔画在玻璃板上.

(5) 将画有油酸薄膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上, 算出油酸薄膜的面积 S (求面积时以坐标纸上边长为 1cm 的正方形为单位, 计算轮廓内正方形的个数, 不足半个的舍去, 多于半个的算一个).

(6) 根据配制的油酸酒精溶液的浓度, 算出一滴溶液中纯油酸的体积 V .

(7) 根据一滴油酸的体积 V 和薄膜的面积 S , 即可算出油酸薄膜的厚度, 即油酸分子的直径.

4. 注意事项



- (1) 在水面上撒石膏粉时,注意不要触动浅盘和盘中的水。
- (2) 在有机玻璃板上描绘轮廓时,动作要轻而迅速,眼睛视线要始终与玻璃板垂直。
- (3) 在向水中滴液时,液滴高度距水面大约 1 cm 左右。
5. 在理解和把握以上内容后,建议实际做一做这个实验,估测出油酸分子的直径。

这里有两点应该说明:

- (1) 稀释油酸是为了控制油膜面积,以便于实验和测定.若采用纯油酸,即使只有 0.1 mL,其单分子油膜面积也可高达 $50\text{m}^2 \sim 70\text{m}^2$ 。
- (2) 在水面撒一层很薄的痱子粉或石膏粉是为了清楚地显示油膜的边界,以便于估算油膜面积。

例 3 (1) “用油膜法估测分子的大小”实验的简要步骤如下:

- (A) 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上,数出轮廓内的方格数(不足半个的舍去,多于半个的算一个),再根据方格的边长求出油膜的面积 S 。
- (B) 将一滴油酸酒精溶液滴在水面上,待油酸薄膜的形状稳定后,将玻璃板放在浅盘上,用彩笔将薄膜的形状描画在玻璃板上。
- (C) 用浅盘装入约 2 cm 深的水,然后将痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面上。
- (D) 用公式 $d = \frac{V}{S}$, 求出薄膜厚度,即油酸分子直径的大小。
- (E) 根据油酸酒精溶液的浓度,算出一滴溶液中纯油酸的体积 V 。
- (F) 用注射器或滴管将事先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒,记下量筒内增加一定体积时的滴数。

上述实验步骤的合理顺序是_____。

- (2) 在步骤(B)中滴入盛水浅盘中的油酸溶液所含的纯油酸的体积为 4.0×10^{-6} mL,将浅盘平放在方格边长为 1 cm 的坐标纸上,水面上散开的油膜轮廓如图 7-1-2 所示,该油膜面积约为 _____ cm^2 , 此油酸分子直径约为 _____ m。

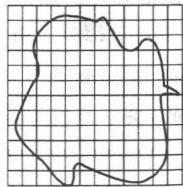


图 7-1-2

导析 分析求解时,关键是对实验原理的理解.在计算 S 时,采用“互补法”,即不足半个舍去,多于半个的算一个。

解答 (1) 由题意知,实验步骤的合理顺序为(C)(F)(B)(A)(E)(D);

(2) 数得方格数为 84 个,所以油膜面积 $S = 84 \times 1\text{cm}^2 = 84\text{cm}^2$,



$$\text{分子直径 } d = \frac{V}{S} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{84 \times 10^{-4}} \text{ m} \approx 4.8 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

拓展 若在该实验中,将 $V = 1 \text{ cm}^3$ 的油酸($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)溶于酒精,制成 $V' = 200 \text{ cm}^3$ 的油酸酒精溶液.测出 1 cm^3 溶液有 $n = 50$ 滴,则一滴溶液中含有的纯油酸的体积为多少? [提示:每滴溶液中所含油酸的体积

$$V_0 = \frac{V}{nV'} = \frac{1}{50 \times 200} \text{ cm}^3 = 10^{-4} \text{ cm}^3.]$$

问题2:油酸酒精溶液滴入水中后,发现油膜的面积开始比较大,紧接着迅速变小,然后稳定下来,这是为什么?本实验误差的主要来源有哪些?

诠释 油酸溶液中含有大量的酒精,油酸溶液滴入水中后,开始在水面形成的油膜的面积比单纯的油膜面积要大,随着酒精在水中的溶解和在空气中的挥发,最后显示出的油膜面积会缩小.这也可用实验来验证,换用体积比相差很大的不同的油酸溶液重复试验,可以发现油膜的这种收缩现象有明显的差别,当降低油酸溶液的浓度后,这种收缩现象会加强;增大油酸溶液的浓度后,这种收缩现象会减弱;如果用纯油酸,很难观察到这种收缩现象.

误差主要来自:(1)实验时油酸酒精溶液的实际浓度和理论值存在偏差.(2)实验时一滴油酸酒精溶液的实际体积和测量值间存在偏差.(3)实验时粉粒与油酸在水面上的实际情况和理想中的“均匀”、“单分子纯油酸层”间存在偏差.(4)实验时采用“互补法”(即不足半个格舍去,多余半格的算一个格)计算获得的油酸膜面积与实际的油膜面积间存在偏差.

例4 一滴油在水面上形成的油膜最大面积是 1.25 m^2 .若油滴原来的体积是 1.0 mm^3 ,密度为 $0.86 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,此种油的摩尔质量为 131.3 g/mol ,试估算阿伏加德罗常数.(取两位有效数字)

导析 由于实验本身就存在误差,通过实验数据估算阿伏伽德罗常数时,要注意单位换算,计算要细心,其结果与准确数据比较有一定误差是正常的,决不能因计算烦琐就直接把 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 写上.

解答 油分子直径 $d = \frac{V}{S}$,一个油分子的体积为 $\frac{1}{6} \pi d^3$,油滴所包含分子的摩尔数为 $\frac{\rho V}{M_m}$,由总分子数相等建立方程,则有 $\frac{\rho V}{M_m} N_A = \frac{V}{\frac{1}{6} \pi \left(\frac{V}{S}\right)^3}$.

$$\text{由上式可求得阿伏加德罗常数 } N_A = \frac{6M_m S^3}{\pi V^2 \rho} \approx 5.7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

拓展 由以上数据能否求出一个油分子的质量? [提示: $m_{\text{分}} = \frac{M_m}{N_A}$.]



研究学习——方法展示, 探究规律

◇◇阿伏加德罗常数的应用和估算◇◇

阿伏加德罗常数 N_A 是联系宏观物理量和微观物理量的桥梁. 在实际应用和估算中, 必须明确如下几点:

1. 微观物理量有: 分子质量 m , 分子体积 $V_{分}$ 和分子直径 d (或分子间的距离 L).
2. 宏观物理量有: 物质的质量 m_0 , 摩尔质量 M_m , 物体的体积 V , 摩尔体积 V_m , 物质的密度 ρ .
3. 相互间的关系式:

$$\textcircled{1} \text{ 一个分子的质量: } m = \frac{M_m}{N_A} = \frac{\rho V_m}{N_A}. \quad \textcircled{2} \text{ 一个分子的体积: } V_{分} = \frac{V_m}{N_A} = \frac{M_m}{\rho N_A}.$$

③ 分子的直径:

$$\text{球体模型 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_{分}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6V_m}{\pi N_A}}; \quad \text{立方体模型 } d = \sqrt[3]{V_{分}} = \sqrt[3]{\frac{V_m}{N_A}}.$$

$$\textcircled{4} \text{ 物质所含的分子数: } n = \frac{m_0}{M_m} N_A = \frac{V}{V_m} N_A = \frac{\rho V}{M_m} N_A = \frac{m_0}{\rho V_m} N_A.$$

例 5 某种物质的摩尔质量为 M (kg/mol), 密度为 ρ (kg/m³), 若用 N_A 表示阿伏加德罗常数, 则

- (1) 每个分子的质量是 _____ kg;
- (2) 1m³ 的这种物质中包含的分子数目是 _____;
- (3) 1mol 的这种物质的体积是 _____ m³;
- (4) 平均每个分子所占据的空间是 _____ m³.

导析 分析和求解此类问题, 要注意如下两点:

- (1) 在宏观量与微观量的有关计算中要充分考虑阿伏加德罗常数的桥梁作用.
- (2) 正确理解质量、体积、密度之间的关系.

解答 (1) 每个分子的质量等于摩尔质量与阿伏加德罗常数的比值,

$$\text{即 } m_0 = \frac{M}{N_A}.$$

$$(2) 1\text{m}^3 \text{ 的物质中含有的分子的物质的量 } n = \frac{1}{M} = \frac{\rho}{M}.$$