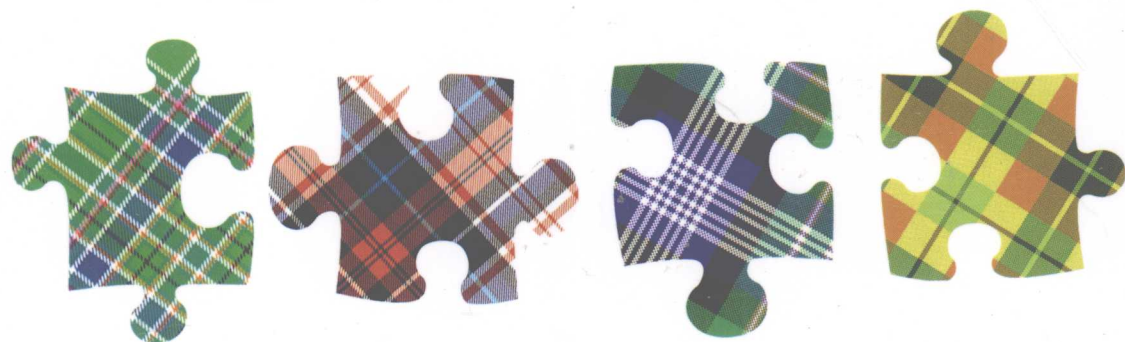


 提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 物理 4

(选修 3-3~3-5)

主编 蔡晔



YZLI0890146621



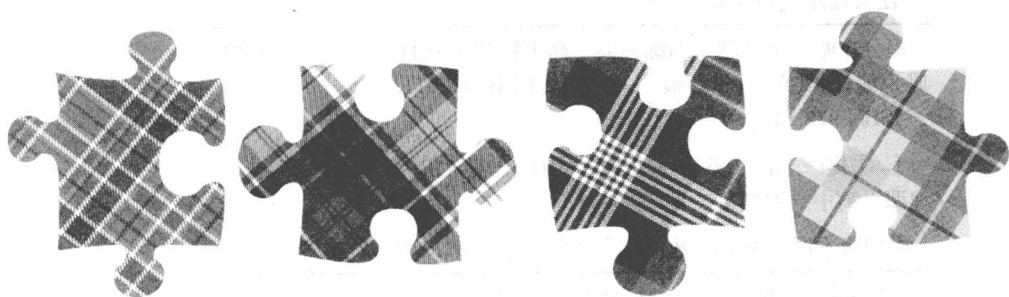
龍門書局

龙门品牌·学子至爱
www.longmenbooks.com

 提分攻略系列

常考题型训练题典

CHANGKAO TIXING XUNLIAN TIDIAN



高中 物理 4

(选修 3-3~3-5)

丛书主编
丛书副主编
编者

蔡藏书

冯素梅

闫洪兴

肖华林



YZLI0890146621

龍門書局

北 京

版权所有 翻印必究

举报电话:(010) 64031958,13801093426 (打假办)

邮购电话:(010) 64034160,88937471

图书在版编目(CIP)数据

提分攻略 常考题型训练题典 高中物理4(选修3-3~3-5)/蔡
晔主编;闫洪兴,肖华林编. —北京:龙门书局,2011.6

ISBN 978-7-5088-3128-2

I. ①提… II. ①蔡… ②闫… ③肖… III. ①中学物
理课—高中—习题集 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第118625号

责任编辑:潘恭华 高 鹏/封面设计:浩蓝书籍设计

龍 門 書 局 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

化学工业出版社印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2011年6月第 一 版 开本:B5

2011年6月第二次印刷 印张:15 1/4

字数:308 000

定 价:23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言



新课标教学和新课改理念越来越重视对学生的思维能力、实践能力和创新能力的培养。《考试大纲》告诉我们高考的命题将全面落实新课改理念,把以能力测试为主导的命题指导思想落实到每一道题中,在继承和发展传统命题优势的情况下,高考将更加注重对学生各种能力的考查,并真正把对能力的考查放在首要位置。

《提分攻略》系列图书正是在这种背景下应运而生,它包含《疑难与规律详解》和《常考题型训练题典》两大子系列,涉及数学、物理、化学、生物和英语五大学科,供中学各年级教师和学生使用。《常考题型训练题典》系列丛书由多位优秀的一线骨干教师和研究员,结合新课标教学理念和考试大纲的要求分学科、分模块、分年级编排成册,总的说来本书有以下特点:

体例切合学习认知规律

本丛书从学生学习认知的心理规律出发,以母题与衍生的形式呈现知识内容,每一个题型都让学生经过学、悟、练的过程,进而将需要掌握的知识快速地内化到自己的知识结构中,帮助学生提高理解和运用知识的效率。

题型牢牢把握考试动向

本丛书在编写过程中,本着“遵循教材但不拘泥于教材”的原则,以考试大纲为指导,将各分册知识内容以题型的形式科学系统地归纳整理,考点、重点、难点一目了然,让同学们在学习的过程中目标明确、有的放矢。

题型全面总结通式通法

本书在全面梳理各节考点、重点、难点的同时,兼顾各题型中涉及的解题方法、规律并以解题锦囊的形式高度总结通式通法,全面科学地归纳各节的知识特点,揭示解题技巧,提升解题能力;并通过易错题、探究题、创新题等综合题型的专项训练,进一步提升同学们运用知识解决综合性问题的能力。

编写思路新颖

本丛书一改传统题典类图书的简单罗列例题的形式,采取了考点归类、举一反三的方式,全面梳理各种常考题型。并提炼出题中能够激发思维的重要内容,强化记忆,引导学生思考、研究、学习、提升。

编者

2011.5.20



第七章 分子动理论

第一节 分子动理论	1
第二节 温度和内能	9
综合专题	16
易错题型	19
探究题型	20
创新题型	21

第八章 气体

第一节 气体的等温变化	22
第二节 气体的等容变化和等压 变化	28
第三节 理想气体的状态方程 气体热现象的微观意义	36
综合专题	42
易错题型	50
探究题型	51
创新题型	53

第九章 物态和物态变化

综合专题	61
易错题型	65
探究题型	66
创新题型	67

第十章 热力学定律

第一节 做功、热传递和内能 热力学第一定律	69
第二节 热力学第二定律 能源	75
综合专题	79
易错题型	82

探究题型	84
创新题型	85

第十一章 机械振动

第一节 简谐运动的描述及规律	87
第二节 单摆和受迫振动	95
综合专题	104
易错题型	108
探究题型	109
创新题型	111

第十二章 机械波

第一节 波的形成和传播规律 ...	113
第二节 波的几种常见现象	122
综合专题	130
易错题型	133
探究题型	135
创新题型	136

第十三章 光

第一节 光的折射	138
第二节 光的干涉 用双缝干涉 测光的波长	141
第三节 光的色散、衍射、偏振和 全反射	145
综合专题	152
易错题型	155
探究题型	156
创新题型	158

第十四章 电磁波

综合专题	160
易错题型	163

探究题型	163
------------	-----

创新题型	164
------------	-----

第十五章 相对论简介

综合专题	165
------------	-----

易错题型	166
------------	-----

探究题型	167
------------	-----

创新题型	167
------------	-----

第十六章 动量守恒定律

第一节 动量守恒定律	169
------------------	-----

第二节 碰撞、反冲运动	179
-------------------	-----

综合专题	184
------------	-----

易错题型	189
------------	-----

探究题型	191
------------	-----

创新题型	192
------------	-----

第十七章 波粒二象性

综合专题	194
------------	-----

易错题型	196
------------	-----

探究题型	197
------------	-----

创新题型	198
------------	-----

第十八章 原子结构

第一节 电子的发现 原子的核式	
-----------------	--

结构模型	200
------------	-----

第二节 氢原子光谱 玻尔的原子	
-----------------	--

模型	204
----------	-----

综合专题	208
------------	-----

易错题型	210
------------	-----

探究题型	212
------------	-----

创新题型	214
------------	-----

第十九章 原子核

第一节 原子核的组成 放射性	
----------------	--

元素	216
----------	-----

第二节 核力与结合能 裂变与	
----------------	--

聚变	224
----------	-----

综合专题	230
------------	-----

易错题型	233
------------	-----

探究题型	235
------------	-----

创新题型	237
------------	-----



第七章 分子动理论

第一节 分子动理论

题型一 油膜法测分子直径

母题 在做“用油膜法估测分子的大小”实验时，每 10^4 mL 油酸酒精溶液中有纯油酸 6 mL。用注射器测得 75 滴这样的溶液为 1 mL。把 1 滴这样的溶液滴入盛水的浅盘里，把玻璃板盖在浅盘上并描画出油酸膜轮廓，如图 7-1 所示。（图中正方形小方格的边长为 1 cm）

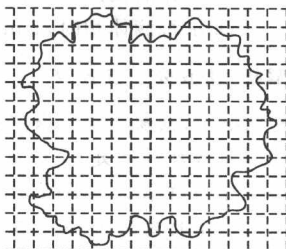


图 7-1

(1) 1 滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是多少？

(2) 油酸膜的面积是多少？

(3) 按以上数据，估算油酸分子直径的大小。

分析：油酸分子在水面上形成单分子油膜，把形成单分子油膜的油酸分子视为紧密排列的球形分子，油膜的厚度就是油酸分子直径。

解答：(1) 1 滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积为

$$V = \frac{1 \times 10^{-6}}{75} \times \frac{6}{10^4} \text{ m}^3 = 8 \times 10^{-12} \text{ m}^3.$$

(2) 根据油酸膜轮廓可数出小方格数，注意在边界上的小方格超过一半算一个，不足一半不算，小方格总数为 109 个。

所以油膜面积为 $S = 109 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 1.09 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 。

(3) 油酸分子的直径为 $d = \frac{V}{S} = \frac{8 \times 10^{-12}}{1.09 \times 10^{-2}} \text{ m} = 7.34 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

解题锦囊

① 解题的关键是要理解单分子油膜模型：油酸分子在水面上形成紧密排列的单分子油膜，将油酸分子视为球形，则油膜厚度就是油酸分子的直径。② 一般解题思路是先求出一滴油酸溶液中所含纯油酸的体积 V ，再通过数格数求出油膜面积 S ，则油酸分子直径 $d = V/S$ 。③ 求油膜面积时，采用四舍五入的办法，即少于半个的舍去，多于半个的算一个。④ 解题时一定要统一单位，采用国际单位制，注意最终结果的数量级是否为 10^{-10} m 。

衍生训练

衍生 1 某种油剂的密度为 $8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ ，若不慎将 0.8 kg 这种油剂漏到湖水中并形成单分子油膜，则湖面受污染面积约为

学习心得

指点迷津

本实验中为便于观察油酸膜轮廓，应在滴油酸溶液前在水面上均匀撒一层痱子粉或石膏粉。

学习心得

指点迷津

湖面足够大,油剂形成单分子油膜,油膜面积即为污染面积.

指点迷津

油膜法估测分子直径,关键是获得一滴油酸酒精溶液,并由配制浓度求出其中所含纯油酸的体积,再就是用数格子法(对外围小格采用“互补法”)求出油膜面积,再由公式 $d = \frac{V}{S}$ 计算结果.

指点迷津

1 滴溶液中含油酸的体积的求解方法为:每滴溶液体积乘以溶液浓度(体积比浓度).

A. 10^{-3} m^2

B. 10^7 cm^2

C. 10 km^2

D. 10^{-10} m^2

解析:油滴的体积 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0.8}{8 \times 10^3} \text{ m}^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$,湖面受污染面积

$$S = \frac{V}{d} = \frac{1 \times 10^{-3}}{10^{-10}} \text{ m}^2 = 10^7 \text{ m}^2 = 10 \text{ km}^2, \text{ 故选 C.}$$

衍生 2 ★★★ 某同学在用油膜法估测分子直径的实验中,计算结果明显偏大,可能是由于 ()

A. 油酸未完全散开

B. 将一滴油酸酒精溶液当成一滴纯油酸

C. 计算油膜面积时舍去了所有不足一个的方格

D. 求每滴体积时,1 mL 溶液的滴数多计了 10 滴

解析:油酸分子直径 $d = \frac{V}{S}$, 计算结果明显偏大,可能是 V 取大了或 S 取小了,油酸未完全散开,所测 S 偏小, d 偏大,A 正确;把油酸酒精溶液当成纯油酸处理, V 变大,故 d 变大,B 正确;若计算油膜面积时舍去了所有不足一个的方格,使 S 变小, d 变大,C 正确;若求每滴体积时,1 mL 溶液的滴数多计了 10 滴,使 V 变小, d 变小,D 不正确,故选 ABC.

衍生 3 ★★★ 将 1 cm^3 的油酸溶于酒精,制成 200 cm^3 的油酸酒精溶液,已知 1 cm^3 薄层溶液有 50 滴,现取 1 滴油酸酒精溶液滴到水面上,随着酒精溶于水,油酸在水面上形成一单分子薄层,已测出这一薄层的面积为 0.2 m^2 . 由此可估算出油酸分子的直径为多大.

解析:1 滴油酸酒精溶液的体积为 $V' = \frac{1}{N} \text{ cm}^3$. 式中 $N=50$,为总的滴数.

由于取用的油酸酒精溶液的浓度为 $\frac{1}{200} = 0.5\%$,故 1 滴溶液中油酸

$$\text{的体积为 } V = V' \times 0.5\% = \frac{1}{N} \times 0.5\% \text{ cm}^3$$

$$= \frac{1}{N} \times 0.5\% \times 10^{-6} \text{ m}^3.$$

已知油酸薄层的面积为 $S = 0.2 \text{ m}^2$,所以油酸分子的直径为 $d = \frac{V}{S} =$

$$\frac{1}{N} \times \frac{0.5\% \times 10^{-6}}{S} = \frac{1}{50 \times 0.2} \times 0.5\% \times 10^{-6} \text{ m} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

题型二 阿伏加德罗常数应用

母题 1 ★★★ 已知水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,水的摩尔质量 $M_{\text{mol}} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$,求:

(1) 1 cm^3 水中有多少个水分子?

(2) 估算一下水分子的线度是多大.

分析:估算分子数或分子线度,首先要确定摩尔体积,固体、液体的摩尔体积可由物质的摩尔质量和密度求得;再者要确定分子的模型,如球形或立方块形,若知道每个分子的平均体积,则较容易求出分子线度.



解答:水的摩尔体积为

$$V_{\text{mol}} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho} = \frac{1.8 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^3} \text{ m}^3/\text{mol} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}.$$

$$(1) 1 \text{ cm}^3 \text{ 水中水分子的数目为 } n = \frac{N_A}{V_{\text{mol}}} = \frac{6.0 \times 10^{23}}{1.8 \times 10^{-5} \times 10^6} \text{ 个}/\text{cm}^3 \approx 3.3 \times 10^{22} \text{ 个}/\text{cm}^3.$$

$$(2) \text{建立水分子的球模型,有 } \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A},$$

$$\text{水分子的直径为 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{N_A \pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 1.8 \times 10^{-5}}{6.0 \times 10^{23} \times 3.14}} \text{ m} \approx 3.9 \times 10^{-10} \text{ m},$$

$$\text{建立水分子的立方体模型,有 } a^3 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A},$$

水分子的直径为

$$a = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}} = \sqrt[3]{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{6.0 \times 10^{23}}} \text{ m} \approx 3.1 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

由上可见,用不同模型处理水分子,得出的结果稍有不同,但数量级相同.

解题锦囊

固体、液体分子微观量的估算方法

1. 分子数 $N = N_A \cdot n = N_A \cdot \frac{m}{M_{\text{mol}}} = N_A \cdot \frac{V}{V_{\text{mol}}}$ 式中 n 为摩尔数, m 为固体、液体质量, V 为固体、液体的体积, M_{mol} 为摩尔质量, V_{mol} 为摩尔体积, N_A 为阿伏加德罗常数.

2. 分子质量的估算方法

$$\text{每个分子的质量 } m_0 = \frac{M_{\text{mol}}}{N_A}.$$

3. 分子体积(分子所占空间)的估算方法

每个分子的体积(分子所占空间) $V_0 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho} \cdot \frac{1}{N_A}$, 式中 ρ 为固体、液体的密度.

4. 分子直径的估算方法

把固体、液体分子看成球体,则分子直径 $d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{\pi N_A}}$; 把固

体、液体分子看成立方体,则: $d = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}}.$

母题2 ★★★★★ 已知氧气分子的质量是 $5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 标准状况下氧气的密度是 $\rho = 1.43 \text{ kg}/\text{m}^3$, 求在标准状况下, 1 cm^3 的氧气中含有多少个氧气分子, 每个氧气分子的平均占有体积是多大.

分析: 氧气的密度不能理解为氧分子的密度, 这是因为氧分子间的距离较大, 所有氧分子的体积总和比氧气的体积小. 如果用氧气分子的质量 $5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 去除以氧气的密度 $1.43 \text{ kg}/\text{m}^3$, 结果是 $3.7 \times 10^{-26} \text{ m}^3$, 这正是氧气分子的平均占有体积, 而不是氧气分子的体积.

解答: 在标准状况下, 1 cm^3 氧气的质量是:

学习心得

指点迷津

对于液体和固体可以将分子视为正方体形状, 也可以视为球形.

指点迷津

气体分子间距离远大于分子直径, 不能再视作紧密排列的弹性球或正方体.



学习心得

指点迷津

只要能求出单个气体分子所占空间就能求出气体分子间距.

指点迷津

要求分子个数,先求物质的量 n . $n =$

$$\frac{V}{V_{\text{mol}}} = \frac{M}{M_{\text{mol}}}.$$

$$m = \rho V = 1.43 \times 1 \times 10^{-6} \text{ kg} = 1.43 \times 10^{-6} \text{ kg},$$

$$\text{含有氧气分子的个数为 } N = \frac{m}{m_0} = \frac{1.43 \times 10^{-6}}{5.3 \times 10^{-26}} = 2.7 \times 10^{19} (\text{个}),$$

$$\text{每个氧气分子平均占有体积为 } \bar{V} = \frac{V}{N} = \frac{1 \times 10^{-6}}{2.7 \times 10^{19}} \text{ m}^3 = 3.7 \times 10^{-26} \text{ m}^3.$$

解题锦囊

① 气体分子间距非常大,气体体积除以分子个数得到的是气体分子所占的体积(空间),而不是气体分子体积.将分子所占空间视为正方体,则正方体棱长即为两相邻气体分子间距.

② 气体问题中常用到一个常量:标准状况下,理想气体的摩尔体积为 22.4 L.

$$\text{③ 计算固体、液体分子体积或气体分子所占空间: } V_0 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M_{\text{mol}}}{\rho N_A},$$

固体或液体分子直径: $d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$ (球体模型), $d = \sqrt[3]{V_0}$ (立方体模型).

衍生训练

衍生 1

★★★★ 只要知道下列哪一组物理量,就可以估算出气体中分子间的平均距离 ()

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

解析: 设气体的密度、摩尔质量和摩尔体积分别为 ρ 、 M 和 V , 则 $V = M/\rho$. 因为 1 mol 气体中的分子数为阿伏加德罗常数 $N_A = 6.023 \times 10^{23}$, 因此可以估算出每个气体分子所占的体积 $V_1 = V/N_A$. 除了一些有机物质的大分子外, 一般分子直径的数量级都是 10^{-10} m , 因此由每个分子所占体积和分子的本身直径的数量级, 便可估算出气体间的平均距离, 故选 B.

衍生 2

★★★★ 已知金刚石的密度为 $3.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 现有一小块金刚石, 其体积是 $5.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3$, 则这一小块金刚石含碳原子个数约是 ()

- A. 10^{20} B. 10^{21} C. 10^{22} D. 10^{23}

解析: 已知金刚石的密度和体积, 可求得金刚石的质量, 再利用碳的摩尔质量和金刚石的质量, 求得这块金刚石的物质的量, 最后, 利用阿伏加德罗常数求解.

设金刚石的质量为 m , 则

$$m = \rho V = 3.5 \times 10^3 \times 5.7 \times 10^{-8} \text{ kg} = 1.995 \times 10^{-4} \text{ kg}.$$



金刚石的摩尔质量为 μ_0 , 物质的量为 n ,

$$\mu_0 = 1.2 \times 10^{-2} \text{ kg/mol},$$

根据 $n = m/\mu_0$, 得:

$$n = \frac{1.995 \times 10^{-4}}{1.2 \times 10^{-2}} \text{ mol} = 1.66 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

根据阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 得

$$N = 1.66 \times 10^{-2} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个} = 9.99 \times 10^{21} \text{ 个} \approx 10^{22} \text{ 个}, \text{ 故答案}$$

为 C.

【衍生3】 ★★★ 已知金刚石的密度为 $\rho = 3.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 现有一块体积为 $4.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3$ 的金刚石, 它含有多少个碳原子? 假如金刚石中的碳原子是紧密地挨在一起, 试估算碳原子的直径. (保留两位有效数字)

解析: 先求这块金刚石的质量:

$$m = \rho V = 3.5 \times 10^3 \times 4.0 \times 10^{-8} \text{ kg} = 1.4 \times 10^{-4} \text{ kg}.$$

这块金刚石的物质的量

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1.4 \times 10^{-4}}{12 \times 10^{-3}} \text{ mol} = 1.17 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

这块金刚石所含的碳原子数

$$n' = n N_A = 1.17 \times 10^{-2} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个} = 7.0 \times 10^{21} \text{ 个}.$$

一个碳原子的体积为

$$V_0 = \frac{V}{n'} = \frac{4.0 \times 10^{-8}}{7.0 \times 10^{21}} \text{ m}^3 = 5.7 \times 10^{-30} \text{ m}^3.$$

把金刚石中的碳原子看成球体, 则由公式 $V_0 = \frac{\pi}{6} d^3$ 可得碳原子直径

$$\text{为 } d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 5.7 \times 10^{-30}}{3.14}} \text{ m} = 2.2 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

【衍生4】 ★★★★★ 在标准状况下, 水蒸气的摩尔体积是 $22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$, 则水蒸气分子的平均间距约是水分子直径的 ()

- A. 1 倍 B. 10 倍 C. 100 倍 D. 1000 倍

解析: 水蒸气是气体, 在标准状况下的摩尔体积是 $22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$, 每个水分子所占体积(包括水分子和它的周围空间的体积)为

$$V = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 3.72 \times 10^{-26} \text{ m}^3.$$

把每个分子和它所占空间看成一个小立方体, 分子间距等于每个立方体的棱长, 即 $d = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{3.72 \times 10^{-26}} \text{ m} = 3.35 \times 10^{-9} \text{ m}.$

水的摩尔体积 $V_{\text{mol}} = 18 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{mol}$, 一个水分子的体积为 V_{mol}/N_A ,

$$\text{把水分子看成球形, 其直径为 } D = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{\pi N_A}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 18 \times 10^{-6}}{3.14 \times 6.02 \times 10^{23}}} \text{ m} = 3.85 \times 10^{-10} \text{ m}, \therefore d/D = 10, \text{ 故选 B}.$$

题型三 分子的热运动

【母题】 ★★★★★ 关于布朗运动的正确说法是 ()

学习心得

指点迷津

由宏观量去计算微观量, 或由微观量去计算宏观量, 都要通过阿伏加德罗常数建立联系. 所以说, 阿伏加德罗常数是联系宏观量与微观量的桥梁.

指点迷津

在标准状况下, 用摩尔体积除以阿伏加德罗常数, 得到的是一个分子和它的周围空间的总体积, 而不是一个分子的体积. 分割气体空间体积时必须分割成紧密相连的立方体, 而不应该是球体.

指点迷津

尘埃的运动是由于空气流动时,气体分子对尘埃碰撞而造成的,但不是由气体分子热运动而造成的。

学习心得

指点迷津

弄清什么是布朗运动、布朗运动的特点以及布朗运动产生的条件和原因,是分析判断此类问题的关键。

- A. 因为布朗运动的激烈程度跟温度有关,所以布朗运动也可以叫做热运动
- B. 布朗运动反映了分子的热运动
- C. 在室内看到的尘埃不停地运动是布朗运动
- D. 室内尘埃的运动是空气分子碰撞尘埃造成的现象

分析: 布朗运动是悬浮在液体中的小颗粒受到液体分子的作用而做的无规则运动,它反映了液体分子的无规则运动,而不能说它的运动就是热运动,所以 A 错误而 B 正确。能在液体或气体中做布朗运动的微粒都是很小的,一般数量级在 10^{-6} m,这种微粒用肉眼不能直接观察到,必须借助于显微镜。室内尘埃的运动不是布朗运动,而是尘埃在空气气流作用下所做的宏观运动,并不是无规则运动。只有微小的颗粒(肉眼看不到)才能做布朗运动。

解答: 只有 BD 正确。

解题锦囊

- ① 热运动与分子的定向运动是不同的。热运动指分子自身杂乱无章的运动,而定向运动是由于受力不平衡或惯性做的有规律运动。
- ② 布朗运动指固体小颗粒的运动,产生原因是受周围气体或液体分子的撞击力不平衡造成的。热运动指组成物质分子固有的运动形式。
- ③ 热运动特点是:永不停息、杂乱无章;温度越高,运动越激烈。
- ④ 布朗运动的剧烈程度与温度和颗粒大小有关。

衍生训练

衍生 1 ★★ 在有关布朗运动的说法中,正确的是 ()

- A. 液体的温度越低,布朗运动越显著
- B. 液体的温度越高,布朗运动越显著
- C. 悬浮微粒越小,布朗运动越显著
- D. 悬浮微粒越大,布朗运动越显著

解析: 本题考查学生对布朗运动的理解程度,温度高,液体分子运动剧烈,对微粒的碰撞也越剧烈,所以布朗运动明显,微粒的体积大,液体分子在各个方向上的碰撞趋向平衡,同时体积大质量也大,运动状态难以改变,所以布朗运动不明显,故选 BC。

衍生 2 ★★★ 图 7-2 所示是做布朗运动小颗粒的运动路线记录的放大图,以小颗粒在 A 点开始计时,每隔 30 s 记下小颗粒的一个位置,得到 B、C、D、E、F、G 等点,则小颗粒在经 75 s 末时的位置,以下叙述中正确的是 ()

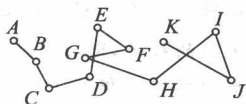


图 7-2

- A. 一定在 CD 连线中点
- B. 一定不在 CD 连线的中点
- C. 可能在 CD 连线上,但不一定是 CD 连线的中点
- D. 可能在 CD 连线以外的某点上

解析:布朗运动是无规则的运动,从颗粒运动到A点计时,每隔30 s,记下颗粒的一个位置,其连线并不是小颗粒运动的轨迹,所以在75 s末时,其所在位置不能在图中确定,故选CD.

衍生3 ★★★ 关于布朗运动和扩散现象的下列说法中正确的是 ()

- A. 布朗运动和扩散现象都能在气体、液体、固体中发生
- B. 布朗运动和扩散现象都是分子的运动
- C. 布朗运动和扩散现象都是温度越高越明显
- D. 布朗运动和扩散现象都是永不停息的

解析:(1)布朗运动与扩散现象的研究对象不同:布朗运动研究对象是固体小颗粒,而扩散现象研究的是分子的运动.

(2)布朗运动与扩散现象条件不一样:布朗运动只能在气体、液体中发生,而扩散现象可以发生在固体、液体、气体任何两种物质之间.

(3)布朗运动与扩散现象的共同点是两者都是永不停息的,并且温度越高越明显.由以上分析不难判断,正确选项为C、D.

题型四 对分子力的理解

母题 ★★★ 在使两个分子间的距离由很远($r_0 > 10^{-9}$ m)变到很难再靠近的过程中,分子间的作用力大小将 ()

- A. 先减小后增大
- B. 先增大后减小
- C. 先增大后减小再增大
- D. 先减小后增大再减小

分析:分子间斥力和引力同时存在,都随 r 增大而减小,但斥力减小得更快.当 $r=r_0$ 时,分子力为零.据此判断分子力的变化情况.

当分子间的距离 r 很远时,分子力为零.在 $r>r_0$ 的情况下,随着距离 r 的减小,分子力表现为引力,分子力增大,直到这种表现为引力的分子力达到最大.随着分子间距离 r 再减小,这种表现为引力的分子力又将逐渐减小,直至当 $r=r_0$ 时,分子力为零.随着分子间距离 r 再减小, $r<r_0$,表现为斥力的分子力随分子间距离 r 的减小而急剧增大.所以整个过程中分子力先增大后减小再增大.

解答:分子力是一种短程力,当 $r>10r_0$ 时分子力为零.当 $r=r_0$ 时引力与斥力平衡,合力为零,所以在逐渐靠近过程先表现为引力,后表现为斥力,故分子间作用力先增大再减小再增大,选C.

解题锦囊

掌握分子力特点,理解分子力

与分子间距关系图象,如图7-3所示.

- ① 分子力是引力与斥力的合力.
- ② $r=r_0$ 时 $F_{引}=F_{斥}$, $F=0$.
- ③ 分子力为短程力, $r \geq 10r_0$ 时引力和斥力都可忽略.
- ④ 随分子间距减小,斥力比引力增加快.

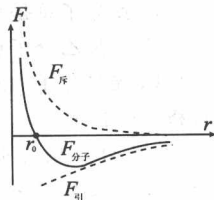


图 7-3

指点迷津

对布朗运动的示意图的理解要注意以下几点:

- (1) 连线不是运动轨迹,小颗粒的运动是无规则的.
- (2) 每一段连线的两端是颗粒曾到达过的位置,但颗粒不会沿着连线做直线运动,也不一定到达过连线上的点.

指点迷津

分子力是引力和斥力的合力,同时是一种短程力.

学习心得

指点迷津

分子间引力和斥力都随分子间距增大而减小,随间距减小而增大,只是斥力变化的更快。

指点迷津

分子之间有相互作用力时,分子间距离一定很小,其数量级一般小于 10^{-9} m,因此要靠分子间作用力使物体连成一体,必须使接触面处的大量分子间距离小于 10^{-9} m。

指点迷津

(1)判断分子力是做正功还是负功,依据分子力的方向与位移方向的关系。

(2)由于分子力做功,引起分子能量的改变是我们以后要学习的内容。

衍生训练

衍生 1 ★★ 关于分子间的相互作用力的以下说法中,正确的是 ()

- A. 当分子间的距离 $r=r_0$ 时,分子力为零,说明此时分子间不存在作用力
- B. 当 $r>r_0$ 时,随着分子间距离的增大分子间引力和斥力都增大,但引力比斥力增加得快,故分子力表现为引力
- C. $r<r_0$ 时,随着分子间距离的增大分子间引力和斥力都增大,但斥力比引力增加得快,故分子力表现为斥力
- D. 当分子间的距离 $r>10^{-9}$ m 时,分子间的作用力可以忽略不计

解析:引力、斥力同时存在,在 $r=r_0$ 时, $F_{引}=F_{斥}$, $F_{合}=0$,故 A 错; r 增大时, $F_{斥}$ 与 $F_{引}$ 都减小,但斥力减小的快,引力大于斥力,合力表现为引力,故 B、C 均错;分子力是短程力,当 $r>10r_0$ 时,分子力可以忽略不计,故 D 对。

衍生 2 ★★★ 下面有关证明分子间存在引力和斥力的实验中说法错误的是 ()

- A. 两块铅块压紧以后能连成一块,说明存在引力
- B. 固体、液体很难压缩,说明存在斥力
- C. 碎玻璃不能再拼成一整块,说明分子间存在斥力
- D. 拉断一根绳子需很大力气说明存在引力

解析:两块铅块压紧后能连成一块,绳子很难被拉断,说明分子间存在引力,而固体液体很难被压缩,说明分子间存在斥力,因此选项 A、B、D 说法都是符合事实的。

碎玻璃再拼在一起,分子间距离比 $10r_0$ 大得多,不能达到分子引力和斥力发生作用的范围,或者说分子间作用力非常微弱,所以两块玻璃很难拼成一块,因此,错误的选项是 C。

衍生 3 ★★★ 分子甲和分子乙距离很远,设甲分子固定不动,乙分子逐渐向甲分子靠近,直到不能再近的这一过程中 ()

- A. 分子力总是对乙分子做正功
- B. 乙分子总是克服分子力做功
- C. 先是乙分子克服分子力做功,然后分子力对乙分子做正功
- D. 先是分子力对乙分子做正功,然后乙分子克服分子力做功

解析:由于分子间距大于 r_0 时,分子力表现为引力,因此分子乙从远处移到距分子甲 r_0 处的过程中(如图 7-4 所

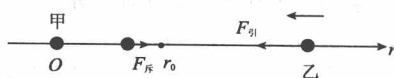


图 7-4

示)分子力做正功;由于分子间距离小于 r_0 时分子力表现为斥力,因此分子乙从距分子甲 r_0 处继续移近甲时要克服分子力做功,故选 D。



第二节 温度和内能

题型一 热平衡与温度的关系

母题 ★★★ 关于热平衡,下列说法中正确的是 ()

- A. 系统甲与系统乙达到热平衡就是它们的温度达到相同的数值
- B. 标准状况下冰水混合物与 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水未达到热平衡
- C. 量体温时体温计须和身体接触十分钟左右是为了让体温计跟身体达到热平衡
- D. 冷热程度相同的两系统处于热平衡状态

分析:两系统达到热平衡时的标志是它们的温度相同,或者说它们的冷热程度相同,所以 A、C、D 对, B 错。

解答:ACD

解题锦囊 ①平衡态与热平衡是不同的两个概念。平衡态是对某一系统而言,热平衡是对两个接触的系统而言。

②热平衡的标志是两系统温度相同,传热方向是由高温物体传给低温物体。

③热量是传热多少的量度,与温度和内能是不同的概念。

衍生训练

衍生 1 ★★ 甲、乙两物体接触时,甲向乙传递热量的原因是 ()

- A. 甲的质量比乙大
- B. 甲的比热容比乙大
- C. 甲的热量比乙大
- D. 甲的温度比乙高

解析:热传递发生条件是存在温度差,传递方向是由高温传向低温,故选 D。

衍生 2 ★★ 在热学中,要描述一定气体的宏观状态,需要确定下列哪些物理量 ()

- A. 每个气体分子的运动速率
- B. 压强
- C. 体积
- D. 温度

解析:描述系统的宏观状态,其参量是宏观量,每个气体分子的运动速率是微观量,不是气体的宏观状态参量。气体的压强、体积、温度分别是力学、几何学、热学三个角度对气体的性质进行的宏观描述,是确定气体宏观状态的三个状态参量,显然 BCD 选项正确。

衍生 3 ★★★ 下列说法正确的是 ()

- A. 两个系统处于热平衡时,它们一定具有相同的热量
- B. 如果两个系统分别与第三个系统达到热平衡,那么这两个系统也必定处于热平衡

指点迷津

温度是否相等是判断两系统是否达到热平衡的唯一条件,若温度相等,则两个系统已达到热平衡,否则未达到热平衡。

指点迷津

温度概念引入的最初目的就是判断是否达到热平衡的。

指点迷津

系统状态的描述是与研究物质性质的方法相联系的,方法不同,描述时所选取的状态参量不同。

指点迷津

处理热平衡问题时,应把握以下两点:

- (1)发生热交换时,高温物体放出的热量等于低温物体吸收的热量.
- (2)达到热平衡时,系统一定具有相同的温度,其他参量未必相同.

学习心得

指点迷津

熟练应用 $T=t+273.15\text{ K}$ 是解决有关摄氏温度与热力学温度换算的基础.

C. 温度是决定两个系统是否达到热平衡状态的唯一物理量

D. 热平衡定律是温度计能够用来测量温度的基本原理

解析:热平衡的系统都具有相同的状态参量——温度,故 A 项错误, C 项正确. 由热平衡定律,若物体与 A 处于热平衡,它同时也与 B 达到热平衡,则 A 的温度便等于 B 的温度,这也是温度计用来测量温度的基本原理,故 B、D 项也正确,正确选项为 BCD.

题型二 热力学温标与摄氏温标

母题 ★★★ 摄氏温标:在 1954 年以前,标准温度的间隔是用两个定点确定的. 它们是水在标准大气压下的沸点(汽化点)和冰在标准大气压下与空气饱和的水相平衡时的熔点(冰点). 摄氏温标(以前称为百分温标)是由瑞典天文学家 A·摄尔修斯设计的. 如图 7-5 所示,以冰点定作 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,汽化点定作 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此,在这两个固定点之间共为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,即一百等份,每等份代表 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,用 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 表示,用摄氏温标表示的温度叫做摄氏温度. 摄氏温标用 $^{\circ}\text{C}$ 作单位,常用 t 表示.

热力学温标由英国科学家威廉·汤姆逊(开尔文)创立,把 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为零度的温标,叫做热力学温标(或绝对温标). 热力学温标用 K 表示单位,常用 T 表示. 试回答:

(1)热力学温标与摄氏温标之间的关系为:_____

(2)如果可以粗略地取 $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为绝对零度. 在一标准大气压下,冰的熔点为 _____ $^{\circ}\text{C}$,即为 _____ K,水的沸点是 _____ $^{\circ}\text{C}$,即 _____ K.

(3)如果物体的温度升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,那么,物体的温度将升高 _____ K.

分析: (1)摄氏温标把冰点温度作为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,汽化点温度作为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,且用 t 表示;而热力学温标是把 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 作为零开尔文的,用 T 表示,所以热力学温标与摄氏温标之间的关系为 $T=t+273.15\text{ K}$.

(2)如果取 $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为绝对零度,则 T 与 t 关系为 $T=t+273\text{ K}$. 显然,在一标准大气压下,冰的熔点为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,即为 273 K ;水的沸点是 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,即为 373 K .

(3)因 $T=t+273.15\text{ K}$,所以当 t 由 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 增加到 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, T 就由 $(1+273.15)\text{ K}=274.15\text{ K}$ 增加到 $(2+273.15)\text{ K}=275.15\text{ K}$,显然物体的摄氏温度升高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,则其热力学温度升高 1 K .

解答: (1) $T=t+273.15\text{ K}$ (2) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 273 K $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 373 K (3) 1 K

解题锦囊

①热力学温标与摄氏温标的分度是相同的,即 $\Delta T=\Delta t$. 但对于 0 刻度的规定是不同的,两种温标满足 $T=t+273.15\text{ K}$ 的关系.



一般实验室里常用的一种摄氏温度计
图 7-5



②热力学温标的零度只能无限接近,但永远达不到,称作绝对零度。

③用来测温的测温物质的性质一般与温度成线性关系。

衍生训练

衍生 1 ★★ 关于热力学温度,下列说法中正确的是 ()

- A. $-33\text{ }^{\circ}\text{C}=240\text{ K}$
- B. 温度变化 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,也就是温度变化 1 K
- C. 摄氏温度与热力学温度都可能取负值
- D. 温度由 $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ 升至 $2t\text{ }^{\circ}\text{C}$,对应的热力学温度升高了 $273\text{ K}+t$

解析:本题主要考查热力学温度与摄氏温度的关系: $T=273\text{ K}+t$,由此可知: $-33\text{ }^{\circ}\text{C}=240\text{ K}$, A 正确,同时 B 正确。D 中初态热力学温度为 $273\text{ K}+t$,末态为 $273\text{ K}+2t$,温度变化 $t\text{ K}$,故 D 错。对于摄氏温度可取负值的范围为 $0\sim-273\text{ }^{\circ}\text{C}$,因绝对零度达不到,故热力学温度不可能取负值,故 C 错,正确选项为 AB。

衍生 2 ★★★ 关于热力学温度的下列说法中,不正确的是 ()

- A. 热力学温度与摄氏温度的每一度的大小是相同的
- B. 热力学温度的零度等于 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. 热力学温度的零度是不可能达到的
- D. 气体温度趋近于绝对零度的,其体积趋近于零

解析:热力学温度与摄氏温度的每一度大小是相同的, A 正确;热力学温度的零度是摄氏温度的 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$, B 项正确;热力学温度的零度是低温的极限,是不可达到的, C 正确;气体温度趋近于绝对零度时,体积不是零,因任何物体总有一定的体积,故选 D。

衍生 3 ★★★★★ 实验室有一支读数不准确的温度计,在测冰水混合物的温度时,其读数为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;在测一标准大气压下沸水的温度时,其读数为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。下面分别是温度计示数为 $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时对应的实际温度和实际温度为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时温度计的示数,其中正确的是 ()

- A. $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B. $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $56\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$

解析:此温度计每一刻度表示的实际温度为 $\frac{100}{80-20}\text{ }^{\circ}\text{C}=\frac{5}{3}\text{ }^{\circ}\text{C}$,当它的示数为 $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,它上升的格数为 $41-20=21(\text{格})$,对应的实际温度应为 $21\times\frac{5}{3}\text{ }^{\circ}\text{C}=35\text{ }^{\circ}\text{C}$;同理,当实际温度为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,此温度计应从 20 开始上升格数为 $\frac{60}{\frac{5}{3}}=36(\text{格})$,它的示数应为 $36\text{ }^{\circ}\text{C}+20\text{ }^{\circ}\text{C}=56\text{ }^{\circ}\text{C}$,所以选项 C 正确。

题型三 分子力与分子势能

母题 ★★★ 如图 7-6 所示,甲分子固定在坐标原点 O,乙分子于

学习心得

指点迷津
对同一温度来说,用不同的温标表示,数值不同,这是因为零值的规定不同。

指点迷津
明确温度计测温物质的测温属性:体积膨胀与温度成正比,即温度计上升的格数与温度成正比,不与示数成正比。