



配人民教育版

普通高中课程标准实验教科书

高中

JIAOXUE YU CESHI

物理

《高中物理教学与测试》编委会 编

教学与测试



● 选修3-3



苏州大学出版社



配人民教育版
普通高中课程标准实验教科书

物理(3-3)目录

高中物理 教学与测试

(选修 3-3)

《高中物理教学与测试》编委会 编

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理教学与测试. 选修 3-3/《高中物理教学与测试》编委会编. —苏州: 苏州大学出版社, 2006. 4
配人民教育版普通高中课程标准实验教科书
ISBN 7-81090-626-7

I. 高… II. 高… III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028178 号

Warning

敬告读者

2006 版“中学新课标系列‘中学教学与测试’丛书”,封面贴有“非常数码产品身份码标贴”,正版图书刮开标贴,即可通过免费电话(8008286908)、手机短信(13912993315)以及网络(www.bcm.cn)三种方式查证。

如有读者发现有盗印或销售盗版图书的线索,请及时向当地新闻出版和工商行政管理部门举报,或向本社反映。

本社举报电话: 0512-67258810

本社邮购联系电话: 0512-67258835

网址: www.sudapress.com

电子邮件: sdcbs@suda.edu.cn

高中物理教学与测试

(选修 3-3)

《高中物理教学与测试》编委会 编

责任编辑 陈兴昌

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市干将东路 200 号 邮编: 215021)

常熟市白云印刷有限公司印装

(地址: 常熟市北门外环山路口 邮编: 215500)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 5.5 字数 135 千

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-81090-626-7/G·306 定价: 7.50 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话: 0512-67258835



《高中物理教学与测试》

编委会

(人民教育版·选修3-3)

主 任：高 敏 吴培华

执行编委：贾克钧

编 委：(以姓氏笔画为序)

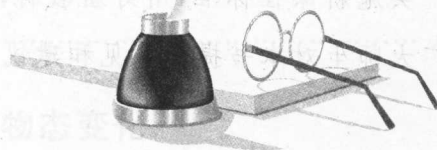
尹 华 申 安 吕明德 朱绍昌

许 学 吴培华 吴达瑜 何建新

沈 新 张 凝 陈兴昌 秦 江

秦陈祥 耿曙生 贾克钧 徐祥宝

高 敏 唐建雪 曹 宏 管兆宁



前言

PREFACE

为

进一步贯彻教育部最新颁布的普通高中课程标准(实验)的精神,配合高中新课标物理教科书的使用,我们聘请多名高中特级教师、优秀教研员及学科带头人,在认真学习、深刻理解、广泛研讨教材的基础上,编写了新课标《高中物理教学与测试》。

本书涵盖了人民教育出版社物理新课标教材选修3-3的内容。在编写过程中依章节按课时安排内容,与教学进度同步,以掌握基础知识为主要目标,题型的设计和选择以物理课程标准为准,适度延伸,注重将考查能力与掌握知识融为一体。

本书每节设置了四个栏目。“课标要求”,概述知识要点,简明扼要。“疑难点拨”,对重点和难点作必要的拓展讨论和深度分析。“范例解读”,安排3题左右典型例题,其中一题为详解,其余两题不作解答,供教师课上选用。“同步评价”,为学生精心提供若干课后练习题,以帮助学生复习巩固所学知识。以上四个栏目篇幅控制在两页,便于教师检查。

参加本书编写的有吕明德、唐建雪、何建新、曹宏、许学、尹华、申安、秦江、秦陈祥、吴达瑜、沈新、徐祥宝、贾克钧等,全书由贾克钧组织编写并统稿。

实施新课程标准,用好新教材,对于编者来说是一个新课题,我们真诚地希望广大师生对本书提出意见和建议,以便我们不断提高编写水平和编写质量。

编者

2006年4月

目 录

CONTENTS

第七章 分子动理论

第一课时	物体是由大量分子组成的·····	(1)
第二课时	分子的热运动·····	(3)
第三课时	分子间的作用力·····	(5)
第四课时	温度和温标·····	(7)
第五课时	内能·····	(9)
第六课时	复习课·····	(11)
	单元自测(A)·····	(13)
	单元自测(B)·····	(15)

第八章 气 体

第一课时	实验:探究气体等温变化的规律·····	(17)
第二课时	气体的等温变化·····	(19)
第三课时	气体的等容变化和等压变化·····	(21)
第四课时	气体的等容变化和等压变化的应用·····	(23)
第五课时	理想气体的状态方程·····	(25)
第六课时	理想气体状态方程的应用·····	(27)
第七课时	气体热现象的微观意义·····	(29)
第八课时	复习课·····	(31)
	单元自测(A)·····	(33)
	单元自测(B)·····	(35)

第九章 物态和物态变化

第一课时	固体·····	(37)
第二课时	液体·····	(39)

第三课时	饱和汽与饱和汽压	(41)
第四课时	物态变化中的能量交换	(43)
第五课时	复习课	(45)
	单元自测(A)	(47)
	单元自测(B)	(49)

第十章 热力学定律

第一课时	功和内能 热和内能	(51)
第二课时	热力学第一定律 能量守恒定律	(53)
第三课时	热力学第二定律及其微观解释	(55)
第四课时	能源与可持续发展	(57)
第五课时	复习课	(59)
	单元自测(A)	(61)
	单元自测(B)	(63)
阶段测试(A)	.....	(65)
阶段测试(B)	.....	(69)
参考答案	.....	(73)

(1)	.....	第一章
(2)	.....	第二章
(3)	.....	第三章
(4)	.....	第四章
(5)	.....	第五章
(6)	.....	第六章
(7)	.....	第七章
(8)	.....	第八章
(9)	.....	第九章
(10)	.....	第十章
(11)	.....	第十一章
(12)	.....	第十二章
(13)	.....	第十三章
(14)	.....	第十四章
(15)	.....	第十五章
(16)	.....	第十六章
(17)	.....	第十七章
(18)	.....	第十八章
(19)	.....	第十九章
(20)	.....	第二十章
(21)	.....	第二十一章
(22)	.....	第二十二章
(23)	.....	第二十三章
(24)	.....	第二十四章
(25)	.....	第二十五章
(26)	.....	第二十六章
(27)	.....	第二十七章
(28)	.....	第二十八章
(29)	.....	第二十九章
(30)	.....	第三十章
(31)	.....	第三十一章
(32)	.....	第三十二章
(33)	.....	第三十三章
(34)	.....	第三十四章
(35)	.....	第三十五章
(36)	.....	第三十六章
(37)	.....	第三十七章
(38)	.....	第三十八章
(39)	.....	第三十九章
(40)	.....	第四十章
(41)	.....	第四十一章
(42)	.....	第四十二章
(43)	.....	第四十三章
(44)	.....	第四十四章
(45)	.....	第四十五章
(46)	.....	第四十六章
(47)	.....	第四十七章
(48)	.....	第四十八章
(49)	.....	第四十九章
(50)	.....	第五十章
(51)	.....	第五十一章
(52)	.....	第五十二章
(53)	.....	第五十三章
(54)	.....	第五十四章
(55)	.....	第五十五章
(56)	.....	第五十六章
(57)	.....	第五十七章
(58)	.....	第五十八章
(59)	.....	第五十九章
(60)	.....	第六十章
(61)	.....	第六十一章
(62)	.....	第六十二章
(63)	.....	第六十三章
(64)	.....	第六十四章
(65)	.....	第六十五章
(66)	.....	第六十六章
(67)	.....	第六十七章
(68)	.....	第六十八章
(69)	.....	第六十九章
(70)	.....	第七十章
(71)	.....	第七十一章
(72)	.....	第七十二章
(73)	.....	第七十三章
(74)	.....	第七十四章
(75)	.....	第七十五章
(76)	.....	第七十六章
(77)	.....	第七十七章
(78)	.....	第七十八章
(79)	.....	第七十九章
(80)	.....	第八十章
(81)	.....	第八十一章
(82)	.....	第八十二章
(83)	.....	第八十三章
(84)	.....	第八十四章
(85)	.....	第八十五章
(86)	.....	第八十六章
(87)	.....	第八十七章
(88)	.....	第八十八章
(89)	.....	第八十九章
(90)	.....	第九十章
(91)	.....	第九十一章
(92)	.....	第九十二章
(93)	.....	第九十三章
(94)	.....	第九十四章
(95)	.....	第九十五章
(96)	.....	第九十六章
(97)	.....	第九十七章
(98)	.....	第九十八章
(99)	.....	第九十九章
(100)	.....	第一百章

第七章 分子动理论

第一课时 物体是由大量分子组成的



课标要求

1. 知道物体是由大量分子组成的。
2. 知道用油膜法估测分子大小的原理;知道分子的大小和质量的数量级。
3. 理解阿伏加德罗常数的意义,会用这个常数进行有关的计算或估算。



疑难点拨

1. 分子的大小.

(1) 分子大小的估测——单分子油膜法. 把一滴油酸滴到水面上,油酸在水面上散开形成单分子油膜. 如果把分子看成球形,单分子油膜的厚度就可以认为等于油酸分子的直径.

事先测出一滴油酸的体积 V ,再测出油膜的面积 S ,就可以算出油酸分子的直径 $d = \frac{V}{S}$.

(2) 分子直径的数量级为 10^{-10} m.

2. 阿伏加德罗常数.

(1) 阿伏加德罗常数的含义: 1mol 任何物质所含的微粒数叫做阿伏加德罗常数,其数值为 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

(2) 阿伏加德罗常数的应用. ① 已知物质的摩尔质量 M ,可求出分子质量 $m = \frac{M}{N_A}$. 分子质量数量级为 $(10^{-27} \sim 10^{-26})$ kg. ② 已知物质的量(摩尔数) n ,可求出所含分子的数目 $N = nN_A$. ③ 已知固体或液体物质的摩尔体积 V ,可求出分子的体积 $V_0 = \frac{V}{N_A}$. 分子体积的数量级为 10^{-30} m.



范例解读

例 1 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 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 ,由此可估测油酸分子的直径为 _____ m.

例 2 已知金刚石的密度 $\rho = 3500 \text{ kg/m}^3$. 现有一块体积 $V = 5.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3$ 的金刚石,它含有多少个碳原子? 假如金刚石中碳原子是紧密地堆在一起的,试估算碳原子的直径.

例3 1cm^3 的水和标准状态下 1cm^3 的水蒸气中各有多少个水分子?在上述两种状态下,相邻两个水分子之间的距离各是多少?

解: 1cm^3 水中水的分子数为 $N = \frac{m}{M} N_A = \frac{1 \times 1 \times 6.02 \times 10^{23}}{18} \text{个} = 3.3 \times 10^{22} \text{个}$. 设相邻两个水分子间距离为 d , 视水分子为球形, 则 $\frac{V}{N} = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$, $d = 2\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi N}} = 3.85 \times 10^{-10} \text{m}$. 标准状态下 1cm^3 水蒸气所含分子数 $N' = \frac{1 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23}}{22.4} \text{个} = 2.7 \times 10^{19} \text{个}$. 设水蒸气中相邻两个分子间的距离为 d' , 视水蒸气分子所占据的空间为正方体, 则 $d' = \sqrt[3]{\frac{V}{N'}} = 3.3 \times 10^{-9} \text{m}$.



同步评价

- 关于分子,下列说法中正确的是 ()
(A) 分子是组成物质的最小粒子 (B) 分子是具有物质化学性质的最小粒子
(C) 分子是具有物质物理性质的最小粒子 (D) 分子与质点都是理想化的物理模型
- 把冰分子看成球体,不计冰分子间空隙,则由冰的密度为 $9 \times 10^2 \text{kg/m}^3$,可估算冰分子直径的数量级是 ()
(A) 10^{-8}m (B) 10^{-10}m (C) 10^{-12}m (D) 10^{-14}m
- 下列关于分子数量的说法中正确的是 ()
(A) 1g 氢气和 1g 氦气中含有的分子数相等,都是 6.02×10^{23} 个 (B) 体积相等的固体和液体相比较,固体中含有较多的分子 (C) 无论是什么物质,只要它们的摩尔数相同,就含有相等的分子数 (D) 无论是什么物质,只要它们的体积相同,就含有相等的分子数
- 能根据下列一组数据算出阿伏加德罗常数的是 ()
(A) 水的密度和水的摩尔质量 (B) 水的摩尔质量、水的密度及水分子的直径
(C) 水分子的质量和分子的直径 (D) 水分子的质量和水的摩尔质量
- 已知阿伏加德罗常数、物质的摩尔质量和摩尔体积,可以估算出 ()
(A) 固体物质分子的大小和质量 (B) 液体物质分子的大小和质量 (C) 气体物质分子的大小和质量 (D) 气体物质分子的质量
- 体积为 $1.2 \times 10^{-3} \text{cm}^3$ 的一滴石油,滴在平静的水面上,扩展为 3m^2 的单分子油膜,则石油分子的直径约为_____m. 一般分子直径的数量级约为_____m.
- 钢的摩尔质量是 63.5g ,铜的密度是 8.9g/cm^3 . 那么钢原子的质量是_____kg,铜原子的体积是_____ m^3 , 1g 铜中含有铜原子_____个, 1cm^3 的铜中含有铜原子_____个.
- 在标准状态下, 1cm^3 理想气体的物质的量大约是_____mol,含有的分子数大约是_____个.(取1位有效数字)
- 一个房间的地面面积是 15m^2 ,高 3m ,试估算该房间内空气的质量. 已知空气的平均摩尔质量是 $2.9 \times 10^{-2} \text{kg/mol}$.

第二课时 分子的热运动



课标要求

1. 知道扩散现象是由于分子的热运动产生的;知道什么是热运动.
2. 知道什么是布朗运动,理解布朗运动产生的原因.



疑难点拨

1. 扩散现象.

- (1) 不同物质相互接触时彼此进入对方的现象叫做扩散.
- (2) 扩散现象在气体、液体、固体中都能发生.
- (3) 扩散现象直接说明了组成物体的分子总是不停地做无规则运动.

2. 布朗运动.

- (1) 悬浮在液体中的固体微粒永不停息的无规则运动叫做布朗运动.
- (2) 大量液体分子永不停息地做无规则运动时,对悬浮在其中的微粒撞击作用的不平衡性是产生布朗运动的原因,即液体分子永不停息的无规则运动是产生布朗运动的原因.
- (3) 固体微粒越小,布朗运动越剧烈;液体的温度越高,布朗运动越剧烈.
- (4) 布朗运动本身不是分子的无规则运动,但它反映了液体分子永不停息地做无规则运动.

3. 热运动.

- (1) 扩散现象和布朗运动都随温度的升高而加剧,表明分子的无规则运动跟温度有关.
- (2) 分子的无规则运动叫做热运动. 温度越高,分子的热运动越剧烈.



范例解读

例1 下列关于布朗运动的说法中正确的是

()

- (A) 布朗运动是液体分子的无规则运动 (B) 布朗运动是指悬浮在液体中的固体分子的无规则运动 (C) 布朗运动说明了液体分子与悬浮颗粒之间存在着相互作用力 (D) 观察布朗运动会看到,悬浮的颗粒越小,温度越高,布朗运动越剧烈

例2 下列关于布朗运动的正确说法是

()

- (A) 温度高布朗运动激烈,布朗运动就是热运动 (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宏观现象

例3 如图 7-1 所示的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 30s 记下小颗粒

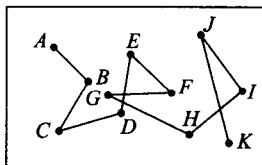


图 7-1

粒的位置,得到 B、C、D、E、F、G 等点,则小颗粒在第 75s 末时位置,以下叙述中正确的是

()

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

解: 图中各点的连线不是微粒的运动轨迹,它是为了表明微粒在极短的时间内做无定向运动过程中移动的顺序而作的连线. 由以上分析,在第 75s 末,小颗粒可能在 CD 连线上,但不一定在 CD 中点,也可能在 CD 连线外的位置. 因此正确答案为 C、D.



同步评价

1. 关于扩散现象,下列说法中正确的是 ()

(A) 扩散现象只发生在气体之间 (B) 扩散现象只发生在气体之间和液体之间,固体之间不可能发生 (C) 气体之间、液体之间及固体之间都会发生扩散现象 (D) 气体间发生扩散时,一定是密度大的气体向密度小的气体中运动,密度小的气体不会向密度大的气体中运动

2. 在显微镜下观察稀释了的墨汁,将会看到 ()

(A) 水分子无规则运动的情况 (B) 碳颗粒无规则运动的情况 (C) 碳分子无规则运动的情况 (D) 水分子和碳颗粒无规则运动的情况

3. 分子的热运动是指 ()

(A) 分子被加热后的运动 (B) 分子的无规则运动 (C) 物体的热胀冷缩现象 (D) 物体做机械运动的某种情况

4. 如图 7-2 所示,上、下两个广口瓶中分别装有密度较小的氢气和密度较大的氮气,中间用玻璃板隔开,抽去玻璃板后 ()

(A) N_2 向上方扩散, H_2 不会向下方扩散 (B) N_2 不会向上方扩散, H_2 向下方扩散 (C) H_2 和 N_2 将同时向下和向上扩散 (D) 当两种气体分布均匀后, N_2 分子就不会由下向上运动了

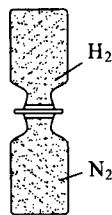


图 7-2

5. 在较暗的房间里,从射进来的阳光中,可看到悬浮在空气中的微粒在不停地运动,这些微粒的运动是 ()

(A) 布朗运动 (B) 不是布朗运动 (C) 自由落体运动 (D) 由气流和重力引起的运动

6. 在显微镜下观察布朗运动时,布朗运动的剧烈程度 ()

(A) 与悬浮颗粒的大小有关,微粒越小,布朗运动越显著 (B) 与悬浮颗粒中分子的大小有关,分子越小,布朗运动越显著 (C) 与温度有关,温度越高,布朗运动越显著 (D) 与观察时间的长短有关,观察时间越长,布朗运动越趋平稳

7. 关于布朗运动和扩散现象,下列说法正确的是 ()

(A) 布朗运动和扩散现象都能在气体、液体、固体中发生 (B) 布朗运动和扩散运动都是分子的运动 (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

第三课时 分子间的作用力



课标要求

1. 知道分子间同时存在着引力和斥力,分子力是引力和斥力的合力.
2. 知道分子间作用力随分子间距离变化的规律.



疑难点拨

1. 分子间相互作用力的特点.
 - (1) 分子间的引力和斥力同时存在.
 - (2) 分子间的引力和斥力只与分子间距离(相对位置)有关,与分子的运动状态无关.
 - (3) 分子间的引力和斥力都随分子间的距离 r 的增大而减小,且斥力总比引力随 r 的增大衰减得快.
2. 分子作用力与分子间距离的关系.
 - (1) 当 $r=r_0$ 时,分子间引力和斥力相平衡, $F_{\text{引}}=F_{\text{斥}}$, 分子处于平衡位置,其中 r_0 为分子直径的数量级,约为 10^{-10}m .
 - (2) 当 $r<r_0$ 时, $F_{\text{引}}<F_{\text{斥}}$, 对外表现的分子力 F 为斥力.
 - (3) 当 $r>r_0$ 时, $F_{\text{引}}>F_{\text{斥}}$, 对外表现的分子力 F 为引力.
 - (4) 当 $r>10r_0$ 时,分子间相互作用力变得十分微弱,可认为分子力 F 为零(如气体分子间可认为作用力为零).



范例解读

例 1 一段小铅柱,用刀切成两段,然后再把两个断面对接,稍用压力就能使这两段铅柱接合起来,即使在一端挂上几千千克的重物,也不会把铅柱拉开,如图 7-3 所示.而玻璃碎了则不能直接使其重新接合,为什么?

解: 上述实验现象表明:一是分子间有力的作用,二是分子间的作用力与分子间的距离有关.铅块切口很平时,稍用压力就能使两断面分子间距离达到分子间引力作用的距离,从而使两段铅块重新接合起来.玻璃断面凹凸不平,即使用很大的力也不能使两断面间距接近分子引力作用的距离,所以碎玻璃不能直接接合.但若把玻璃加热,玻璃变软,亦可重新接合.

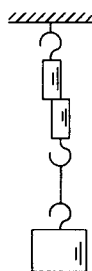


图 7-3

例 2 分子间的相互作用力由引力 $F_{\text{引}}$ 和斥力 $F_{\text{斥}}$ 两部分组成,则()

- (A) $F_{\text{引}}$ 和 $F_{\text{斥}}$ 是同时存在的 (B) $F_{\text{引}}$ 总是大于 $F_{\text{斥}}$, 其合力总是表现为引力 (C)
分子间的距离越小, $F_{\text{引}}$ 越小, $F_{\text{斥}}$ 越大 (D) 分子间的距离越小, $F_{\text{引}}$ 越大, $F_{\text{斥}}$ 越小

例 3 下列关于分子力的说法中正确的是 ()

- (A) 当分子间的距离为 r_0 时,分子力为零,也就是说分子间既无引力又无斥力 (B)
分子间距离小于 r_0 时,分子力增大,分子间表现为斥力 (C) 当分子间相互作用力表现为

斥力时,增大分子间距离,斥力变大 (D) 在分子力作用范围内,不管 $r > r_0$, 还是 $r < r_0$, 斥力总比引力变化快

解: 分子间同时存在引力和斥力, 当 $r = r_0$ 时引力和斥力相等, 所以 A 错. 分子间引力和斥力都随分子间距离减小而增大, 但斥力比引力变化得快, 当 $r < r_0$ 时, 引力和斥力都增大, 但斥力增加得比引力快, 故 C 错, 正确答案为 B、D.



同步评价

1. 分子力是分子间引力和斥力的合力. 图 7-4 表示分子力随分子间距离变化的关系, 下列说法中正确的是 ()

- (A) 当分子间距离为 r_0 (约为 10^{-10} m) 时, 分子力为零
 (B) 当分子间距离 $r > r_0$ 时, 分子力表现为引力. 当分子间距离由 r_0 增大时, 分子力先增大后减小
 (C) 当分子间距离 $r < r_0$ 时, 分子力表现为斥力. 当分子间距离由 r_0 减小时, 分子力先增大后减小
 (D) 当分子间距离 $r < r_0$ 时, 分子力表现为斥力. 当分子间距离由 r_0 减小时, 分子力不断增大

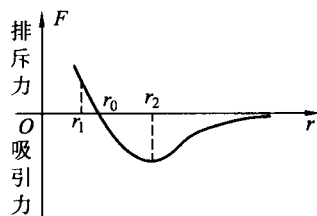


图 7-4

2. 下列关于分子间引力和斥力随分子间距离 r 变化关系的说法中, 正确的是 ()

- (A) r 越大, 引力越大, 斥力越小 (B) r 越大, 引力越小, 斥力也越小 (C) r 越大, 斥力越大, 引力越小 (D) r 越大, 斥力越大, 引力也越大

3. 当物体被拉伸时, 下列说法中正确的是 ()

- (A) 分子间的引力增大, 斥力减小 (B) 分子间的斥力增大, 引力减小 (C) 分子间的引力和斥力都增大, 但引力比斥力增大得快 (D) 分子间的引力和斥力都减小, 但斥力比引力减小得快

4. 下面证明分子间存在引力和斥力的实验, 错误的是 ()

- (A) 两块铅压紧以后能连成一块, 说明存在引力 (B) 一般固体、液体很难被压缩, 说明存在着相互排斥力 (C) 拉断一根绳子需要一定大小的力, 说明存在着相互吸引力 (D) 碎玻璃不能拼在一起, 是由于分子间存在着斥力

5. 下列现象和结论正确的是 ()

- (A) 液体和固体很难被压缩, 说明液体和固体分子之间存在斥力 (B) 液体和固体很难被压缩, 说明液体和固体分子间无间隙 (C) 物体不易被拉断, 说明分子间存在着引力 (D) 用毛皮摩擦过的橡胶棒能吸引轻小的纸屑, 说明分子间存在着引力

6. 图 7-5 为分子力与分子间距离关系的示意图. 在甲、乙、丙三种情况中, 分子间斥力最大的图是 _____, 分子间引力最大的图是 _____, 合力最小的图是 _____.

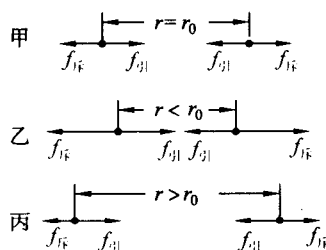


图 7-5

7. 常温下当你用手去压一块橡皮的时候, 会明显感觉到橡皮有抗拒压缩作用; 当你用手去拉这块橡皮的时候, 也会明显感觉到橡皮有反抗拉伸的作用, 请你用分子运动论的观点说明其原因.

第四课时 温度和温标



课标要求

1. 认识温度的物理意义.
2. 知道热力学温标及其单位. 知道热力学温度与摄氏温度的关系, 会进行热力学温度与摄氏温度之间的换算.



疑难点拨

1. 温度是描述物体的热学性质. 处于热平衡的系统都具有一个“共同性质”, 我们把表征这一“共同性质”的物理量定义为温度. 从宏观上看, 温度是物体冷热程度的标志.

2. 温标是温度的数值表示法.

(1) 摄氏温标: 以 1 标准大气压下冰的熔点为 0 度, 水的沸点为 100 度, 把 0~100 之间分 100 等份而得到, 每一等份为 1 摄氏度(1°C). 用摄氏温标表示的温度叫摄氏温度, 符号为 t , 单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$).

(2) 热力学温标: 是一种与测温物质无关的温标. 热力学温标表示的温度叫热力学温度, 用符号 T 表示, 单位是开尔文, 简称开, 符号为 K.

热力学温度是国际单位制中七个物理量之一, 它的单位属基本单位.

热力学温度和摄氏温度的数量关系为 $T = t + 273.15\text{K}$, 粗略表示为 $T = t + 273\text{K}$.

用热力学温标表示的温度和用摄氏温标表示的温度, 虽然起点不同, 但所表示温度的间隔是相同的, $\Delta T = \Delta t$.



范例解读

例 1 平衡态和热平衡的意义有何异同?

例 2 温度的高低与人的感觉的冷热之间有必然的联系吗? 如果像当初摄氏本人的规定把水的沸点定为 0°C , 而冰点定为 100°C , 则温度高低与冷热的关系将如何?

解: 温度的高低与人的感觉的冷热之间没有必然的联系. 如果像当初摄氏本人的规定把水的沸点定为 0°C , 而冰点定为 100°C , 则温度越高, 物体越冷, 温度越低, 物体越热.



阅读材料

温度大观

100 多亿年前当我们的宇宙在大爆炸中诞生时, 它的温度在 10^{39}K 以上, 随着宇宙的膨胀, 它在急剧地冷却着. 几分钟后当温度降到 10^9K 时, 宇宙中合成了第一个稳定的复合核素—— ^4_2He . 几十万年以后当温度降到 4000K 时, 随着中性原子的有效复合, 宇宙变得透明

了.今天宇宙的温度已冷却到 2.735 K(微波背景辐射的温度).

太阳中心的温度是 10^7 K,这是热核聚变所需的起码温度.太阳表面的温度是 6000K,与之对应的辐射光谱,高峰正好在可见光波段.难熔金属的熔点略低于此,同属 10^3 K 数量级.金星表面的温度为 460°C ,即 733K 左右,在那里铅、锌都要熔化.地球表面的平均温度为 15°C ,即 288K 左右, 10^9 种生物大分子可以在这样的环境下生存.1 标准大气压下氧在 90K 的温度下液化,氟在 77K 的温度下液化,液态氢的温度是 20K,一度被视为“永久气体”的氦也终于在 4 K 的低温下变成液体.

当代科学实验室里能产生的最高温度是 10^8 K,最低温度是 2×10^{-8} K,上下跨越了 16 个数量级.

我国自古有“冰炭不同器”之说(这里“炭”指炭火),把冰炭看成冷热两个极端.其实冰与炭火之间的温度相差不过几百摄氏度.从热力学温度看,相差还不到一个数量级.综观上面所述可见,当代物理学家心目中的温度,视野之广早已远非昔比.实可谓蔚为大观(图 7-6)!但是我们不要忘记,面对如此宽阔的标尺,作为生命之源的液态水,只存在于冰与火之间狭窄的温区内.通常所谓室温,约 $20^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$,即 300K 左右.我们生活环境温度的起伏,上下不过几十摄氏度.假如由于大气里 CO_2 的含量加倍,由此产生的温室效应使平均气温升高 3°C 的话,海平面将上涨 2m~5m,它所淹没的肥沃土地可令农业减产 25%,迫使 10 亿人背井离乡.在地球发展史上出现多次的冰河期里,平均温度仅降 10°C 左右,就使大批物种灭绝.由此可见,我们安乐的家园——地球生物圈,在温度变化面前是何等的脆弱!为此,我们应保护好我们的生态环境.

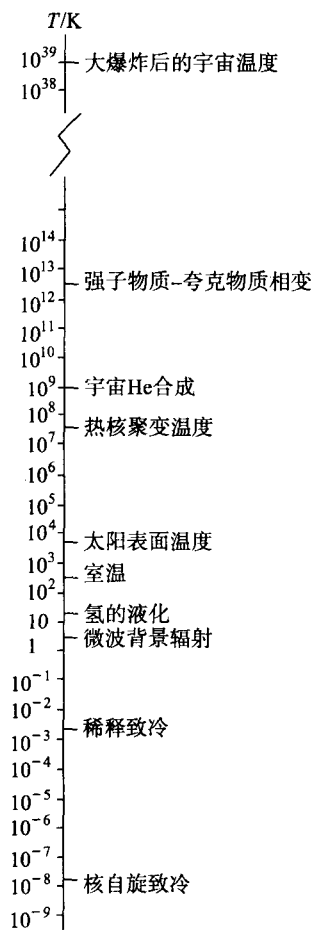


图 7-6



同步评价

1. 夏季某日苏州的最高气温是 37°C ,它是 _____ K. 液态氢的温度是 20K,它是 _____ $^\circ\text{C}$.
2. 在标准大气压下,从水的冰点到水的沸点温度计内液面上升了 50 格.若温度计内液面从第 35 格下降到第 7 格,则温度实际变化了 _____ K.
3. 温度计是根据什么原理来测量温度的?
4. 什么是热力学系统的平衡态?当气体处于平衡态时还有分子热运动吗?
5. 为什么不用水作测温物质?若用装水的玻璃管作温度计来测量温度有何问题?
6. 在历史上,对摄氏温标是这样规定的: t 作线性变化,即 $t=ax+b$,并规定在标准大气压下冰的熔点为 $t_1=0^\circ\text{C}$,水的沸点为 $t_2=100^\circ\text{C}$. 设 x_1 和 x_2 分别表示在冰的熔点和水的沸点时 x 的值,试求上式中的常数 a 和 b .

第五课时 内 能



课标要求

1. 知道分子动能跟温度有关,认识温度是分子平均动能的标志.
2. 认识分子势能,知道分子势能跟物体体积有关.
3. 理解内能的概念,知道物体内能跟物体的温度和体积有关.



疑难点拨

1. 分子的动能.

(1) 分子动能: 组成物体的分子由于热运动而具有的能叫做分子动能.

(2) 平均动能: 物体里所有分子动能的平均值叫做分子热运动的平均动能. 温度是物体分子热运动的平均动能的标志, 温度越高, 物体分子热运动的平均动能越大.

2. 分子势能.

(1) 分子势能: 由于分子间存在相互作用力, 并由它们的相对位置决定的能叫做分子势能.

(2) 分子力做功跟分子势能变化的关系: 分子力做正功时, 分子势能减少; 分子力做负功时, 分子势能增加.

(3) 决定分子势能的因素: 从宏观上看, 分子势能跟物体的体积有关; 从微观上看, 分子势能跟分子间距离有关.

一般选取两个分子间距离很大($r > 10r_0$)时, 分子势能为零. 当 $r > r_0$ 时, 分子力为引力, 在两个分子逐渐靠近至 r_0 的过程中, 分子力做正功, 分子势能减小. 当 $r < r_0$ 时, 分子力为斥力, 在两个分子间距离增大至 r_0 的过程中, 分子力也做正功, 分子势能也减小. 因此, 当两个分子间距离 $r = r_0$ 时, 分子势能最小(且为负值).

3. 物体的内能.

(1) 物体的内能: 物体中所有分子做热运动的动能和分子势能的总和叫做物体的内能, 也叫做物体的热力学能.

(2) 决定物体内能的因素: 从宏观上看, 物体内能的大小由物体的物质的量、温度和体积三个因素决定; 从微观上看, 物体内能的大小由组成物体的分子总数、分子热运动的平均动能和分子间的距离三个因素决定.



范例解读

例 1 有两个分子, 用 r 表示它们之间的距离, 当 $r = r_0$ 时, 两个分子间的斥力和引力相等. 使两个分子从相距很远处($r \gg r_0$) 逐渐靠近, 直至不能靠近为止($r < r_0$). 在整个过程中两个分子间相互作用的势能 ()

- (A) 一直增加 (B) 一直减小 (C) 先增加后减小 (D) 先减小后增加

例2 若已知分子势能增大,则在这个过程中 ()

- (A) 一定克服分子力做功 (B) 分子力一定减小 (C) 分子间距离一定减小
(D) 分子间距离的变化情况无法确定

解: 分子势能增大,说明分子力一定做负功,或者说一定克服分子力做功,所以选项 A 正确. 我们知道,当 $r > r_0$ 时,分子势能增大,则 r 增大,分子力减小;当 $r < r_0$ 时,分子势能增大,则 r 减小,分子力增大. 因题目未说明初始状态分子间的距离 r 是大于、小于或等于 r_0 ,所以对分子力和分子距离的变化情况无法确定,选项 D 正确. 故正确选项为 A、D.

例3 1g 100℃的水与 1g 100℃的水蒸气相比较,下述说法中正确的是 ()

- (A) 它们的每个分子的动能相同 (B) 它们的分子势能相同 (C) 它们的内能相同
(D) 它们的分子平均动能相同



同步评价

- 关于分子的动能与物体温度的关系,下列说法正确的是 ()
(A) 温度升高,分子的平均动能一定增大 (B) 温度升高,每个分子的动能一定增大
(C) 温度降低,有些分子的动能有可能增大 (D) 温度降低,大多数分子的动能要减少
- 质量相等的水、酒精和水银,如果它们的温度都是 15℃,那么 ()
(A) 水分子的平均动能最大 (B) 酒精分子的平均动能最大 (C) 水银分子的平均动能最大
(D) 三者分子的平均动能一样大
- 关于分子势能,下列说法中正确的是 ()
(A) 物体的体积变化时,分子势能随着发生变化 (B) 物体的体积越大,物体内的分子势能越大
(C) 物体的体积减小,物体内的分子势能也减小 (D) 物体的高度越高,物体内的分子势能越大
- 关于分子势能与分子间距离 r 的关系,下列说法中正确的是 ()
(A) r 减小,分子势能一定减小 (B) r 减小,分子势能一定增大 (C) r 增大,分子势能一定增大
(D) r 增大,分子势能可能增大,也可能减小
- 设分子甲和乙相距较远时,它们之间的分子力可忽略. 现让分子甲固定不动,将分子乙由较远处逐渐向甲靠近直到不能再靠近,在这一过程中 ()
(A) 分子力总是对乙做正功 (B) 分子乙总是克服分子力做功 (C) 先是分子力对乙做正功,然后是分子乙克服分子力做功 (D) 分子力先对乙做正功,再对乙做负功,最后又对乙做正功
- 当分子间的相互作用力为引力时,分子的势能随着分子间距离的增大而_____,当分子间的相互作用力为斥力时,分子的势能随着分子间距离的减小而_____,所以分子的势能跟物体的_____有关.
- 设 $r = r_0$ 时分子间的引力和斥力大小相等,分子力为零,分子势能也为零,则当 $r > 10^{-9}$ m 时,分子间的相互作用力可以忽略,这时分子系统的势能与 $r = r_0$ 时分子系统的势能相等吗? 如果不等,则分子势能为正值还是负值? 为什么?