



同步课程

TONG BU XUE CHENG

高中新课程

物理

选修 3-3 选修 3-4

高中

同步 学程

高中新课程

物 理

选修 3-3 选修 3-4

明天出版社

同步学程

物理

选修 3—3 选修 3—4

※

明天出版社出版发行

(济南市经九路胜利大街 39 号)

<http://www.sdpress.com.cn>

<http://www.tomorrowpub.com>

各地新华书店经销 山东省无棣县教育实业公司印刷厂印刷

※

787×1092 毫米 16 开 13 印张 351 千字

2009 年 1 月第 1 版

2009 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5332—5993—8

定价:11.00 元

如有印装质量问题 请与出版社联系调换



为了更好地贯彻素质教育要求,落实《山东省普通高中课程设置及教学指导意见(试行)》,帮助广大师生准确理解和把握实验教材的内容和要求,全面提高学生的自主学习能力,我们依据教育部颁布的《普通高中课程方案(实验)》、各学科课程标准和现行教材,组织部分一线骨干教师和教学研究人员编写了这套《同步学程》丛书,主要供高中学生同步学习使用。这套丛书对指导普通高中新课程实验,提高学生的综合素质,都将起到积极的促进作用。

这套丛书包括思想政治、语文、数学、英语、物理、化学、生物、历史、地理共九个学科的所有必修模块和部分选修模块,并根据教学进度同步发行。各模块根据新课程的内容特点按单元(节、课)编写,指导学生在规定的课时内完成学习任务,提高学习效率。

这套丛书有以下几个方面的特点:

1. 注重体现普通高中课程改革的理念和要求,帮助师生进行课程实验,用好用活教材;
2. 注重体现“知识和能力、过程和方法、情感态度和价值观”的三维目标要求,在帮助学生牢固掌握基础知识的前提下,努力提高学生的应用能力;
3. 注重设置问题情境,拓宽知识背景,指导学生掌握科学的学习方法,自主探求未知领域,培养学生的探索精神和创新能力;
4. 注重与新课程实验的同步性,紧密配合各学科的学习,按单元(节、课)分配学习课时,组织学习训练内容,既便于教师指导又便于学生自学。

参加《物理(选修3-3 选修3-4)》编写工作的老师及分工情况:刘传跃、高会国、李春雨(第七章)、李爱花、闫曙光(第八章)、宋学磊(第九章)、刘香一、张宝乐、聂榜记(第十章)、穆鸿书(第十一章)、王朋周(第十二章)、王志芳(第十三章)、孙海峰(第十四章)、闫士海(第十五章),时玉义老师负责统稿。

希望这套《同步学程》丛书能够帮助同学们学好新课程,打牢基础,提升素质,实现理想。

2009年1月



选修 3—3

第七章 分子动理论

第 1 节	物体是由大量分子组成的	(1)
第 2 节	分子的热运动	(3)
第 3 节	分子间的作用力	(5)
第 4 节	温度和温标	(7)
第 5 节	内能	(9)
章末自测		(13)

第八章 气 体

第 1 节	气体的等温变化	(15)
第 2 节	气体的等容变化和等压变化	(18)
第 3 节	理想气体的状态方程	(21)
第 4 节	气体热现象的微观解释	(23)
章末自测		(29)

第九章 物态和物态变化

第 1 节	固体	(31)
第 2 节	液体	(33)
第 3 节	饱和汽与饱和汽压	(35)
第 4 节	物态变化中的能量交换	(38)
章末自测		(42)

第十章 热力学定律

第 1 节	功和内能	(44)
第 2 节	热和内能	(47)
第 3 节	热力学第一定律	(50)
第 4 节	热力学第二定律	(53)
第 5 节	热力学第二定律的微观解释	(56)
第 6 节	能源和可持续发展	(59)
章末自测		(65)
选修 3—3 模块检测		(67)

选修 3—4

第十一章 机械振动

第 1 节	简谐运动	(69)
第 2 节	简谐运动的描述	(73)
第 3 节	简谐运动的回复力和能量	(76)
第 4 节	单摆	(79)
第 5 节	外力作用下的振动	(84)
章末自测		(89)

第十二章 机械波

第 1 节	波的形成和传播	(91)
第 2 节	波的图象	(93)
第 3 节	波长、频率和波速	(97)
第 4 节	波的反射和折射	(101)
第 5 节	波的衍射	(104)
第 6 节	波的干涉	(105)
第 7 节	多普勒效应	(109)
章末自测		(114)

第十三章 光

第 1 节	光的折射	(116)
第 2 节	光的干涉	(120)
第 3 节	实验:用双缝干涉测量光的波长	(123)
第 4 节	光的颜色 色散	(127)

第 5 节	光的衍射	(131)
第 6 节	光的偏振	(134)
第 7 节	全反射	(137)
第 8 节	激光	(141)
章末自测		(146)

第十四章 电磁波

第 1 节	电磁波的发现	(149)
第 2 节	电磁振荡	(152)
第 3 节	电磁波的发射和接收	(156)
第 4 节	电磁波与信息化社会	(161)
第 5 节	电磁波谱	(165)
章末自测		(170)

第十五章 相对论简介

第 1 节	相对论的诞生	(173)
第 2 节	时间和空间的相对性	(176)
第 3 节	狭义相对论的其他结论	(179)
第 4 节	广义相对论简介	(182)
章末自测		(185)
选修 3—4 模块检测		(189)
综合测试 A		(190)
综合测试 B		(193)

选修 3-3

第七章
分子动理论

第 1 节 物体是由大量分子组成的



自主学习

1. 分子直径的数量级是_____, 分子质量的数量级是_____, 阿伏加德罗常数为_____。

2. 水的摩尔质量为 18g/mol, 由此可知每个水分子的质量_____。

3. 物体是由分子组成的, 分子有一定大小, 可用_____法粗略测定。在测分子直径的实验中, 若油酸酒精溶液的浓度是 1:300, 每 1cm³ 溶液有 250 滴液滴, 而 1 滴溶液滴在水面上时自由散开的面积为 120cm², 则由此可估算出油酸分子的直径约为_____m。

4. 标准状况下氢气分子之间的平均距离是_____。

5. 水的分子量的 18, 水的密度 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- (1) 水的摩尔质量_____
- (2) 水的摩尔体积_____
- (3) 一个水分子的体积_____
- (4) 一个水分子的质量_____
- (5) 水分子的直径_____



理解与应用

1. 油膜法测分子的直径

利用单分子油膜法可测定分子的直径 $d = \frac{V}{S}$, 其中 V 是油滴的体积, S 是水面上形成的单分子油膜的面积。

【例 1】体积为 $1.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ 的石油滴在平静的水面上, 石油扩展为 3 m^2 的单分子油膜, 试估算石油分子的直径, 并估算出 1mol 石油的体

积。

【解析】油膜法估算分子直径时, 认为油分子是一个挨一个排列的, 从油滴扩展到水面上的油膜体积没变, 油膜的厚度近似为分子的直径, 则

$$d = \frac{V}{S} = \frac{1.2 \times 10^{-3} \times 10^{-6}}{3} \text{ m} = 4.0 \times 10^{-10} \text{ m}$$

每个分子的体积 $V_0 = \pi d^3 / 6$, 则 1mol 石油的体积 $V_{\text{mol}} = V_0 \cdot N_A$

$$V_{\text{mol}} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

2. 阿伏加德罗常数是联系宏观量和微观量的桥梁

(1) 已知物质的摩尔体积 V_{mol} , 借助于阿伏加德罗常数 N_A , 可以求出一个分子所占有的空间 $V = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$ 。

(2) 已知物质的摩尔质量 $M(\text{kg/mol})$, 借助于阿伏加德罗常数 N_A , 可以求得分子的质量 $m = \frac{M}{N_A}$ 。

(3) 对于固体和液体, 常把分子视为紧密排列的球形分子。由球体积公式 $V_0 = \pi \frac{d^3}{6}$, 可估算出分子的直径 $d = \sqrt[3]{\frac{6V_{\text{mol}}}{\pi N_A}}$ 。

(4) 对于气体, 每个分子不是紧密排列的, 在不同的状态下, 相同质量的气体可以有不同体积, 一般气体分子所占据的空间千倍于气体分子体积。所以, 一般情况下我们把气体分子所占据的空间视为立方体模型, 由此我们可以估算出气体分子间的平均距离 $L = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}}$, 式中 V_{mol} 是气体的摩尔体积, N_A 是阿伏加德罗常数。

【例 2】1g 氢气中含有多少个氢分子？标准状况下，它们占有多大体积？（氢气的摩尔质量按 $2 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ 计算）

【解析】知 1mol 氢气含 N_A 个氢分子，则 1g 氢气中含有氢分子个数为

$$N = nN_A = \frac{1 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个} \\ = 3.01 \times 10^{23} \text{ 个}$$

$$\text{体积 } V = n \cdot V_0 = \frac{1 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} \times 22.4 \text{ L} \\ = 11.2 \text{ L}$$

点评：解估算题的依据，就是一些物理理论、公式和一些常数、常识等。本节估算题常用的理论依据：对固体、液体而言，分子体积 $V_{\text{分}} = \frac{V(\text{物质体积})}{N(\text{分子总数})}$ ，其中 $V = \frac{m(\text{物质质量})}{\rho(\text{密度})}$ ； $V_A(\text{摩尔体积}) = \frac{M(\text{摩尔质量})}{\rho}$ ；某物质的分子数 $N = nN_A = (\frac{m}{M})N_A = (\frac{V}{V_A})N_A$ 。若物质是气体，则 $V_A = 22.4 \text{ L}$ ，当未给 V 的压强和温度时，则把 V 就近似认为是标准状况下的体积。 $d(\text{分子直径}) = \sqrt[3]{V(\text{油滴体积})/S(\text{单分子油膜面积})}$ 。常数或常识有阿伏加德罗常数、摩尔质量等。

训练与提高

A 组

- 两物体具有相同的分子数，则两物体一定具有相同的 ()
A. 质量 B. 体积
C. 摩尔质量 D. 摩尔数
- 若已知阿伏加德罗常数 N_A 、物质的摩尔质量 M 和摩尔体积 V ，则由此可以估算出 ()
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. 物质的密度
- 某物质的密度为 ρ ，其摩尔质量为 u ，阿伏加德

罗常数为 N_A ，那么单位体积内该物质所含的分子数为 ()

- A. N_A/ρ B. N_A/u
C. uN_A/ρ D. $\rho N_A/u$

4. 已知水分子的直径约为 $4.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ ，由此估算出阿伏加德罗常数为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol}^{-1}$ 。

B 组

5. 已知水银的摩尔质量为 M ，密度为 ρ ，阿伏加德罗常数为 N_A ，则水银分子的直径是 ()

- A. $(\frac{6M}{\pi\rho N_A})^{\frac{1}{3}}$ B. $(\frac{3M}{4\pi\rho N_A})^{\frac{1}{3}}$
C. $\frac{6M}{\pi\rho N_A}$ D. $\frac{M}{\rho N_A}$

6. 某种气体的摩尔质量为 M ，当 1mol 该气体的体积为 V 时，其密度为 ρ ，若用 m 和 V_0 表示一个分子的质量和体积，则下列关系式中正确的是 (N_A 是阿伏加德罗常数) ()

- A. $M = mN_A$ B. $V = \frac{V_0}{N_A}$
C. $\rho = \frac{M}{V}$ D. $\rho = \frac{m}{V_0}$

7. 一个房间的地面面积为 15 m^2 ，高 3 m ，估算该房间空气质量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$ （已知空气的平均摩尔质量是 $2.9 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$ ）。

8. 1 cm^3 的水中所含水分子个数的数量级是 10^{22} 个，在标准状态下 1 cm^3 的氧气中所含氧分子个数的数量级是 10^{19} 个，那么 1 cm^3 水中的分子数是标准状态下同体积氧气中分子数的几倍？并由此解释为什么气体分子间的作用力远小于液体分子间的作用力。

9. 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) 估算一下水分子的直径是多少？

第 2 节 分子的热运动

自主学习

1. 扩散:不同的物质互相接触时, _____ 的现象叫扩散。
2. 布朗运动:液体中 _____ 的无规则运动叫布朗运动。(1)布朗运动产生的原因:是由于 _____ 的无规则运动对 _____ 撞击的 _____ 引起的。(2)布朗运动的特点:颗粒越小,布朗运动越 _____ ;温度越高,布朗运动越显著。
3. 热运动:分子的无规则运动跟 _____ 有关系,所以把分子的这种运动叫热运动。

理解与应用

1. 布朗运动

(1)扩散现象的特点

- ①从浓度大处向浓度小处扩散。
- ②扩散快慢除与物质的状态有关外,还与温度有关。
- ③从微观机理看,扩散现象说明了物质的分子都在不停地运动着。

(2)布朗运动的特点

①直接的观察对象是悬浮在液体中的微小的固体颗粒.虽然固体颗粒很微小,要用显微镜才能观察到,但它仍是由大量分子组成的宏观物体。

②小颗粒做永不停息地无规则运动,如图 7-2-1 所示,图中显示的是做布朗运动的微粒的运动情况,不是微粒运动的真实轨迹,因为图中的每段折线,是每隔 30s 时间观察到的微粒位置的连线.实际上,就是在这短短的 30s 内小颗粒的运动也是极不规则的。

- ③固体颗粒越小,布朗运动越明显。
- ④温度越高,布朗运动越激烈。

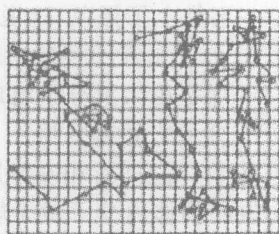


图 7-2-1

(3)布朗运动产生的原因

如图 7-2-2 所示,图中描绘了一个颗粒受到它周围液体分子撞击的情景.每个液体分子撞击时都给小颗粒一定的冲力,由于小颗粒体积很小,在某一瞬间和它相撞的分子数也比较少,

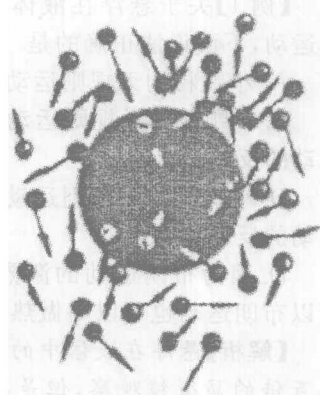


图 7-2-2

如果从某一个方向撞击的分子数多于从其他方向撞击的分子数,小颗粒受到的冲力就不平衡,它将在冲力大的方向产生加速度.下一瞬间,在另外一个方向上受到的冲力大一些,小颗粒又在那个方向产生加速度.这样,就引起了小颗粒的无规则的运动。

(4)布朗运动的意义

尽管布朗运动本身并不是分子的运动,但由于它的形成原因是由于分子的撞击所致,所以它能反映分子的运动特征,这就是布朗运动的意义所在.具体地讲:

- ①布朗运动的永不停息,说明分子的运动是永不停息的;
- ②布朗运动的路线是无规则的,说明分子的运动是无规则的;
- ③温度越高,布朗运动越剧烈,说明分子的无规则运动的剧烈程度也与温度有关,在宏观上与温度有关的现象称做热现象。

布朗运动的种种特征充分表明:分子做永不停息的无规则运动——热运动。

2. 分子热运动

- (1)分子的无规则运动叫做热运动。
- (2)分子的热运动是与温度有关的现象,温度越高,热运动越剧烈。
- (3)宏观上的热现象是物质内部大量分子无规则运动的表现。

(4)实验基础:布朗运动和扩散现象。温度越高,布朗运动越剧烈,扩散也越快,这都反映了分子的无规则运动跟温度密切相关。

【例 1】关于悬浮在液体中的固体微粒的布朗运动,下面说法正确的是

- A. 小颗粒的无规则运动是分子的运动
- B. 小颗粒的无规则运动是固体分子无规则运动的反映
- D. 小颗粒的无规则运动是液体分子无规则运动的反映

D. 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

【解析】悬浮在液体中的颗粒很小,需要放大几百倍的显微镜观察,但是,它也不是单个的分子。而是固体的分子团,所以布朗运动不是固体分子的运动。

布朗运动产生的原因是固体颗粒受到周围液体分子的撞击而产生的。虽然固体颗粒本身的分子也在无规则的运动,但是,我们用显微镜看到的颗粒运动不是由于颗粒本身的分子运动产生的。所以说,布朗运动间接说明了液体分子的无规则运动。

布朗运动是指固体颗粒的匀无规则运动,而热运动是指分子的无规则运动。所以,不能说布朗运动是热运动。

【答案】C

【点拨】本题考察布朗运动的定义,布朗运动原因及意义。

【例 2】下面两种关于布朗运动的说法都是错误的,试分析它们的错因:

1. 大风天常常看到风沙弥漫、尘土飞扬,这是布朗运动。
2. 布朗运动是由于液体分子对固体小颗粒的撞击引起的,固体小颗粒的体积越大,液体分子对它的撞击越多,布朗运动就越明显。

【解析】大风天的尘土飞扬,这些尘土不是悬浮在空气中的固体颗粒,能悬浮在空气中的固体颗粒非常小,不可能用肉眼看到。这些颗粒肯定是由于空气的流动而浮在空中的。当空气不再流动时,这些尘土一定会落下来,停止运动,不会做永不停息的运动。

布朗运动的固体小颗粒体积越大,液体分子对它撞击的越多。由于液体分子的运动是无规

则的,所以碰撞固体颗粒的分子数越多,其合力却越小,不平衡性越差。运动越不明显。

【点拨】本题考察了布朗运动的定义及产生原因。

【例 3】关于布朗运动的实验,下列说法正确的是

- A. 图中记录的是分子无规则运动的情况
- B. 图中记录的是微粒做布朗运动的轨迹
- C. 实验中可以看到,微粒越大,布朗运动越明显
- D. 实验中可以看到,温度越高,布朗运动越激烈

【解析】布朗运动是悬浮在液体中的固体颗粒的运动,它是液体分子无规则运动的反映。我们在实验中看到的是固体颗粒的运动。所以,A 不对,图中每个拐点是每隔 30s 微粒的位置,其实在 30s 内微粒的运动也是不规则的。所以,图中记录的并不是微粒的轨迹,所以 B 不对。布朗运动的微粒越大,某一瞬间,与它相撞的分子数越多,不平衡性越差,运动越不明显。所以,C 不正确。

【答案】D

【点拨】本题考察对布朗运动的理解。和布朗运动激烈程度的因素。

训练与提高

A 组

1. 在长期放着煤的墙角处,地面和墙角相当厚的一层染上了黑色,这说明 ()
 - A. 分子是在不停地运动着
 - B. 煤是由大量分子组成的
 - C. 分子之间有空隙
 - D. 物体之间有相互作用力
2. 说明物体分子做无规则运动的现象有 ()
 - A. 空气对流
 - B. 扩散现象
 - C. 布朗运动
 - D. 热辐射
3. 下面所列现象中,能说明分子是不断运动着的是 ()
 - A. 将香水瓶盖打开后能闻到香味
 - B. 汽车开过后,公路上尘土飞扬
 - C. 洒在地上的水,过一段时间就干了

- D. 悬浮在水中的花粉做无规则的运动
4. 下列关于布朗运动的说法中, 正确的是 ()
- A. 液体温度越低, 布朗运动越显著
- B. 液体温度越高, 布朗运动越显著
- C. 悬浮颗粒越小, 布朗运动越显著
- D. 悬浮颗粒越大, 布朗运动越显著
5. 用显微镜观察放在水中的花粉, 追踪几粒花粉, 每隔 30s 记下它们的位置, 用折线分别依次连接这些点, 如图 7-2-3 所示, 图示折线是否为花粉的运动径迹? 是否为水分子的运动径迹?

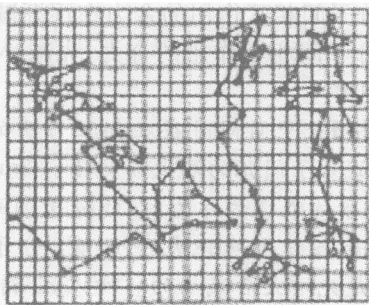


图 7-2-3

B 组

6. 布朗运动的发现, 在物理学上的主要贡献是 ()
- A. 说明了悬浮微粒时刻做无规则运动
- B. 说明了液体分子在做无规则运动

- C. 说明了悬浮微粒做无规则运动的激烈程度与温度有关
- D. 说明了液体分子与悬浮微粒之间有相互作用力
7. 以下实验中, 证明分子做无规则运动的实验是 ()
- A. 布朗运动实验 B. 油膜实验
- C. 酒精和水混合实验 D. 离子显微实验
8. 下列哪些现象属于热现象 ()
- A. 把一块平滑的铅板叠放在平滑的铝板上, 经相当长的一段时间把它们再分开, 会看到它们相接触的面都是灰蒙蒙的
- B. 把胡椒粉放入菜汤中, 最后胡椒粉会沉在汤碗底, 而我们喝汤时尝到了胡椒的味道
- C. 含有泥沙的水经一定时间会澄清
- D. 用砂轮打磨零件而零件温度升高
9. 悬浮颗粒越小, 布朗运动越明显; 悬浮颗粒越大, 布朗运动越不明显, 以至于观察不到. 这说明了什么问题?

第 3 节 分子间的作用力



自主学习

1. 分子间有空隙:
通过前面的学习, _____ 和 _____ 告诉我们分子是不停运动的, 那么既然分子可以运动, 那一定是分子之间存在空隙。
2. 分子之间的作用力:
分子之间同时存在相互作用的 _____ 和 _____。分子的引力和斥力的合力称为 _____。
3. 分子间斥力和引力随分子间距的变化关系:

- (1) 引力和斥力都随分子间距的增大而 _____, 间距的减小而 _____。
- (2) 斥力比引力变化(填“增大”或“减小”)的 _____。
- (3) 当 $r=r_0$ 时, $f_{引}=f_{斥}$, 分子间作用力表现为 _____ (r_0 的数量级为 10^{-10}m); 当 $r>r_0$ 时, $f_{引}>f_{斥}$, 分子间作用力表现为 _____ (但当分子间距大于 10 倍 r_0 时, 分子间的作用消失, 宏观表现为物体断裂);
- 当 $r<r_0$ 时, $f_{引}<f_{斥}$, 分子间作用力表现为 _____。

4. 分子力的图象:

如图 7-3-1 所示,给出了分子间的_____与_____的关系,其中实线为分子力随距离的变化关系。

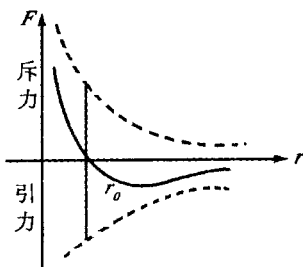


图 7-3-1

5. 分子动理论:

分子动理论的主要内容是_____。

分子动理论是热现象微观理论——统计热学的基础。



理解与应用

1. 分子间的相互作用力为什么同时存在引力和斥力?

分子间相互作用力是由构成分子的带电粒子(电子、质子)的相互作用引起的,所以同时存在引力和斥力。

2. 一段小铅柱,用刀切成两段,然后把两个断面对接,稍用压力就能使两段铅柱接合起来,一端挂几千克的重物,也不会把铅柱拉开;而玻璃碎了则不能重新接合,为什么?

上述实验说明: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吸引力作用的距离,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,所以碎玻璃不能接合;若把玻璃加热,玻璃变软,亦可重新接合。

【例 1】分子间的相互作用力由引力 $F_{引}$ 和斥力 $F_{斥}$ 两部分组成,则

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

【解析】分子间相互作用的引力和斥力总是同时存在的,所以 A 正确。在分子间距 $r < r_0$

时, $F_{斥}$ 大于 $F_{引}$,所以 B 错。 $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都是随分子间距的增大而减小,所以 CD 错。

【答案】A

【点拨】本题考察对分子间相互作用力的掌握,记好分子力随分子间距变化的图像很重要。

【例 2】两个分子从靠的不能再靠近的位置开始,使二者之间的距离逐渐增大,直到大于分子直径的 10 倍以上,这一过程中关于分子间的相互作用力的下述说法正确的是

- A. 分子间的引力和斥力都减小
- B. 分子间的斥力在减小,引力在增大
- C. 分子间相互作用的合力在逐渐减小
- D. 分子间相互作用的合力,先减小后增大,再减小到零

【解析】分子间同时存在相互作用的引力和斥力,都随分子间距的增大而减小。所以, A 对。B 错。分子力表现为斥力时,随分子间距增大而减小,但是当分子间距大于 r_0 时,分子力为引力,引力是先增大后减小的。所以, C 错, D 对。

【答案】AD

【点拨】分子间引力和斥力随间距的变化,和分子力随间距的变化是本节重点。要理解和记好分子力随分子间距变化的图像。



训练与提高

A 组

1. 固体和液体很难被压缩,这是因为 ()
 - A. 分子之间没有空隙
 - B. 分子之间只有很小的空隙,稍经压缩就不存在了
 - C. 分子之间距离较小,稍经压缩,斥力增长比引力增长大得多
 - D. 分子在不停地做热运动
2. 下列现象可以说明分子之间有引力的是 ()
 - A. 正、负电荷相互吸引
 - B. 磁体吸引附近的小铁钉
 - C. 用粉笔写字在黑板上留下字迹
 - D. 用电焊把两块铁焊在一起
3. 分子间的相互作用力既有引力 $f_{引}$,又有斥力 $f_{斥}$,下列说法中正确的是 ()
 - A. 分子间距离越小, $f_{引}$ 越小, $f_{斥}$ 越大

- B. $f_{引}$ 和 $f_{斥}$ 都随分子间距离减小而增大
 C. 当分子间距离由 r_0 逐渐增大的过程中, 分子力先增大, 而后减小
 D. 当分子间距离由 r_0 逐渐减小的过程中, 分子力逐渐增大
4. 关于分子间的相互作用力, 下面说法中正确的是 ()
 A. 当分子间的距离 $r = r_0 = 10^{-10}$ m 时, 分子间相互作用力为零, 是因为此时引力和斥力均不存在
 B. 当物体被压缩, 分子间距 $r < r_0$ 时, 分子间引力和斥力都增大, 但斥力比引力增加得快, 因而斥力大于引力
 C. 当物体被拉伸, 分子间距 $r > r_0$ 时, 分子间引力和斥力都减小, 但引力比斥力减小得慢, 因而斥力小于引力, 分子力表现为引力
 D. 分子间的引力、斥力同时存在, 而当分子间距离 $r > 10r_0$ 时, 相互作用力十分微弱, 认为分子力为零
5. 在通常情况下固体分子间的平均距离为 r_0 , 分子间的引力和斥力相平衡, 由此可以判定, 在通常情况下 ()
 A. 固体膨胀时, 分子间距增大, 分子力表现为引力
 B. 固体膨胀时, 分子间距增大, 分子力表现为斥力
 C. 固体收缩时, 分子间距减小, 分子力表现为引力
 D. 固体收缩时, 分子间距减小, 分子力表现为斥力
- B 组
6. 甲、乙两个分子相距较远, 它们之间的分子力弱到可忽略不计的程度。若使甲分子固定不

- 动, 乙分子逐渐靠近甲分子, 直到不能再靠近的整个过程中, 分子力对乙分子做功的情况是 ()
 A. 始终做正功
 B. 始终做负功
 C. 先做正功, 后做负功
 D. 先做负功, 后做正功
7. 以下几种说法, 正确的是 ()
 A. 因为空气分子间存在斥力, 所以用气筒给自行车打气时, 要用力才能压缩空气
 B. 用手捏面包, 面包体积会缩小, 这是分子间有间隙的缘故
 C. 打开酒瓶后可闻到酒的气味, 说明分子在做无规则的运动
 D. 用碳素墨水滴入清水中, 观察到的布朗运动, 是碳分子无规则运动的反映
8. 下列现象中说明分子之间有相互作用力的有 ()
 A. 气体容易被压缩
 B. 两块纯净的铅压紧后合在一起
 C. 高压密闭的钢筒中的油沿筒壁逸出
 D. 滴入水中的微粒向不同的方向运动
9. 下面证明分子间存在引力和斥力的实验, 哪个是错误的 ()
 A. 两块铅块压紧以后能连成一块, 说明存在引力
 B. 一般固体、液体很难压缩, 说明存在着相互排斥力
 C. 拉断一根绳子需要一定大小的拉力, 说明存在相互引力
 D. 碎玻璃不能拼在一起, 是由于分子间存在斥力

第 4 节 温度和温标



自主学习

1. 系统: 我们要研究的____。可以是____, 也可以是____。

(1) 状态参量: 描述____的物理量。

(2) 平衡态: _____ 不再变化, 保持相同。

(3) 热平衡: 两个系统通过____, 两个系统的____相互影响, 不再变化时, 此时的状态叫做____, 两个系统达到热平衡。

(4) 热平衡定律: 如果_____分别与_____达到热平衡, 那么这两个系统彼此之间也必定处于_____。

(5) 温度: 达到热平衡的_____, 具有_____。我们把这个共同的性质叫作_____, 温度也可以理解为表示物体的_____。

2. 温度和温标

(1) 温标: 定量描述温度的一套方法, 称为_____。

常见的温标有_____: 规定标准大气压下冰的熔点为_____, 水的沸点为_____, 把之间的刻度等分为_____等份, 每一等份为_____。

现代科学中应用多的是_____:_为零值, 它的温度间隔与摄氏温度一样, 单位是_____, 简称_____, 符号为_____。

(2) 摄氏温度与热力学温度的关系: _____



理解与应用

温度和温标

(1) 温标: 定量描述温度的一套方法, 称为温标。

就好比定量描述长度, 也需要一套标准一样, 如确定多长为一个长度单位。我们可以确定一个长度为一米。也可以确定另外一个长度为一尺。米和尺就是定量描述长度的不同标准。

常见的温标有摄氏温标: 规定标准大气压下冰的熔点为 0°C , 水的沸点为 100°C , 把之间的刻度等分为 100 等份, 每一等份为 1°C 。

现代科学中应用多的是热力学温标: -273.15°C 为零值, 它的温度间隔与摄氏温度一样, 单位是开尔文, 简称开, 符号为 K。

(2) 摄氏温度与热力学温度的关系:

① 在表示温差时, 1K 的温差等与 1°C 的温差。

② 热力学温度与摄氏温度的关系: $T = t + 273.15\text{K}$

③ 热力学温度的零度, 称为绝对零度, 无论用何实验手段, 都只能接近, 永远不能达到。

【例 1】“在测铜块的比热容时, 先把质量已知的铜块放入沸水中加热, 经过一段时间后把

它迅速放入质量已知、温度已知的水中, 并用温度计测量水的温度, 当水温不再上升时, 这就是铜块与水的共同温度, 根据实验的数据就可以计算铜块的比热容。”以上的叙述中, 哪个地方涉及到了“平衡态”和“热平衡”的概念?

【解析】铜块放入水中加热经过一段时间后铜块和沸水各自达到“平衡态”, 它们这两个系统达到“热平衡”, 铜块的温度就等于沸水的温度。当把铜块和温度计放入质量已知、温度已知的水中时, 铜块、温度计和水三者发生热传递, 当水温不再上升时, 水、铜块和温度计各自达到平衡态, 三者达到热平衡。

【点拨】本题考察平衡态和热平衡的概念。

【例 2】“在冬天, 一昼夜的温差为 15°C ”和“在冬天, 一昼夜的温差 15K ”, 以上两种叙述中的温度差哪种说法大些?

【解析】以上两种说法中, 一种是用摄氏温度表示的, 一种是用热力学温度表示的, 摄氏温度与热力学温度的温度间隔是相同的。所以, 两种说法的温度差相同。

【答案】以上两种说法的温度差一样大。

【点拨】本题考察了摄氏温标与热力学温标的关系。

【例 3】下列关于热力学温标的说法不正确的是 ()

- A. 热力学温度的零度是 -273.15°C , 叫绝对零度
- B. 热力学温度的每一度的大小和摄氏温度是相同的
- C. 绝对零度是低温的极限, 永远达不到
- D. 1°C 就是 1K

【解析】热力学温度和摄氏温度的每一度大小是相同的, 两种温度的区别在与它们的零值温度不同, 所以, A、B、C 正确。

【答案】D



训练与提高

A 组

1. 下列论述正确的有 ()

- A. 0°C 等于 273.15K
- B. -2K 等于 -275.15°C
- C. $\Delta T = \Delta t + 273.15$

D. $\Delta T = \Delta t$

2. 下列有关绝对零度的说法, 正确的是 ()

- A. 绝对零度与摄氏零度所描述的气体温度相同
- B. 绝对零度就是当一定质量的气体压强为零时, 用实验方法测出的温度
- C. 绝对零度就是当一定质量的气体体积为零时, 用实验方法测出的温度
- D. 绝对零度是温度的极限, 无论用任何实验手段都只能无限接近, 但不可能达到

3. 关于热力学温度和摄氏温度, 以下说法正确的是 ()

- A. 热力学温度的单位“K”是国际单位制中的基本单位
- B. 温度升高了 1°C , 就是升高了 1K
- C. 1°C 就是 1K
- D. 0°C 的温度可用热力学温度粗略的表示为 273.15K

4. 在摄氏温度与热力学温度的换算中, 下列哪种说法是正确的 ()

- A. 5°C 等于 278K
- B. 升高 5°C 就是升高 278K
- C. 降低到 5°C 就是降低到 278K
- D. 降低了 5°C 就是降低了 278K

5. 关于温度, 以下说法正确的是 ()

- A. 温度是表示物体冷热程度的物理量
- B. 温度是物体内大量分子平均速率的标志
- C. 温度是物体内大量分子平均动能的标志
- D. 温度在两个物体之间会传递

B 组

6. 下列关于温度的说法正确的是

- A. 用摄氏温标和热力学温标表示温度是两种不同的表示方法
- B. 用两种温标表示温度的变化时, 两者的数值相等
- C. 1k 就是 1°C
- D. 当温度变化 1°C 时, 也可说成温度变化 274.15K

7. 关于系统的状态参量, 下列说法正确的是 ()

- A. 描述运动物体的状态可以用速度等参量
- B. 描述系统的力学性质可以用压强来描述
- C. 描述气体的性质可用温度、体积等参量
- D. 温度能描述系统的热学性质

8. 下列说法正确的是 ()

- A. 用温度计测量温度是根据热平衡的原理
- B. 温度相同的棉花和石头相接触, 需要经过一段时间才能达到热平衡
- C. 若 a 与 b 、 c 分别达到热平衡, 则 b 、 c 之间也达到了热平衡
- D. 两物体温度相同, 可以说两物体达到热平衡

9. 在一个完全真空的绝热容器中放入两个物体, 它们之间没有发生热传递, 这是因为 ()

- A. 两物体没有接触
- B. 两物体的温度相同
- C. 真空窗口不能发生对流
- D. 两物体具有相同的热量

第五节 内能



自主学习

1. 分子动能: 分子由于_____而具有的能量。

分子平均动能: 由于分子在运动中不断的_____, 不断发生变化, 所以每个分子的都不相同, 即使是同一个分子, 在不同的时刻, 其_____也是不同的, 所以研究单个分子的动能是没有意义的, 我们关心的, 也是有意义的是_____

即分子平均动能。

_____是分子平均动能大小的标志, 这是温度的_____。

2. 分子势能: 分子间由于存在着_____而产生, 由它们的_____决定的能量。

影响分子势能大小的因素: 分子势能的大小与_____有关, 宏观来说, 就是与物体的_____有关。分子间距离变化时, 根据分子力做功的情况, 判断分子势能的变化: 分子力做正功, 分

子势能_____；分子力做负功，分子势能_____。

当分子间距 $r > r_0$ 时，分子力为_____，当分子间距增大时，分子力做_____，分子势能_____。

当分子间距 $r < r_0$ 时，分子力为_____，当分子间距减小时，分子力做_____，分子势能_____。

由以上分析知：当分子间距 $r = r_0$ 时，分子势能_____。

当分子间距 $r > 10r_0$ 时，此时分子力非常小，忽略不计，分子势能不存在。

如果选无穷远处分子势能为零，分子势能 E_p 与分子间距 r 的关系如图 7-5-1 所示：

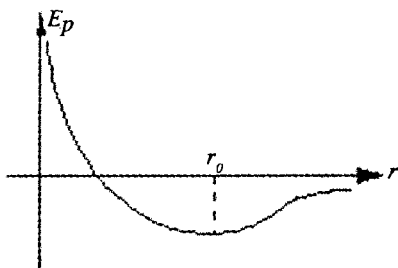


图 7-5-1

3. 物体的内能：物体中_____和_____的总和。

内能的决定因素：_____。

温度升高，_____增加。分子数增多，物体_____增加。体积变化时，分子势能变化，不一定是增大，若分子间距原来是平衡距离 r_0 ，则不论体积变大或变小，都会使分子势能_____。



理解与应用

1. 温度

(1) 宏观含义：温度是表示物体的冷热程度。

(2) 微观含义（即从分子动理论的观点来看）：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。

【注意】同一温度下，不同物质分子的平均动能都相同。但由于不同物质的分子质量不一定相同，所以分子热运动的平均速率也不一定相同。温度反映的是大量分子平均动能的大小，不能反映个别分子的动能大小，同一温度下，各个分子的动能不尽相同。

【例 1】当氢气和氧气的质量和温度都相同时，下列说法正确的是

- A. 两种气体分子的平均动能相等
- B. 氢气分子的平均速率大于氧气分子的平均速率
- C. 两种气体分子热运动的总动能相等
- D. 氢气分子的速率比氧气分子的速率大

【解析】温度是分子平均动能大小的标志。所以，两种气体分子的平均动能相等，A 正确。由于氢气分子的质量比氧气分子的质量小，所以氢气分子的平均速率比氧气分子的平均速率大，B 正确。虽然分子平均动能相同，但是质量相同的氢气和氧气，氢气分子数量多，所以 C 错。氢气分子的平均速率大，但是每个分子由于相互间的碰撞，速率各不相同，所以可能存在比氧气速率小的分子。所以，D 错。

【答案】AB

2. 决定物体内能的因素

(1) 从宏观上看：物体内能的大小由物体的摩尔数、温度和体积三个因素决定。

(2) 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。

【例 2】关于物体的内能，下列说法正确的是

- A. 水分子的内能比冰分子的内能大
- B. 物体所在的位置越高，分子势能就越大，内能越大
- C. 一定质量的 0°C 的水结成 0°C 的冰，内能一定减少
- D. 相同质量的两个物体，运动物体的内能一定大于静止物体的内能

【解析】内能是指物体内部的大量分子的动能和势能的和，对单个分子无意义。A 错。物体的位置高，则物体的重力势能越大，而与分子势能无关，与内能也无关，B 也错。水结成冰，一定释放出了能量，其内能一定减少。所以，C 正确。运动物体具有动能，这种宏观的能量与物体的内能无关，D 错。

【答案】C

【点拨】本题考察了物体内能的大小决定因素。要清楚物体内能与机械能的区别。

3. 物体的内能跟机械能的区别

(1) 能量的形式不同。物体的内能和物体的

机械能分别跟两种不同的运动形式相对应,内能是由于组成物体的大量分子的热运动及分子间的相对位置而使物体具有的能。而机械能是由于整个物体的机械运动及与其它物体间相对位置而使物体具有的能。

(2)决定能量的因素不同。内能只与(给定)物体的温度和体积有关,而与整个物体的运动速度路物体的相对位置无关。机械能只与物体的运动速度和跟其他物体的相对位置有关,与物体的温度体积无关。

(3)一个具有机械能的物体,同时也具有内能;一个具有内能的物体不一定具有机械能。

【例 3】下面关于分子力和分子势能的说法中正确的是 ()

A. 当两个分子固定其中一个,另一分子从无穷远到不能再靠近的过程中,两分子间的分子势能一直减小

B. 当分子间离 $r < r_0$ 时,分子力表现为斥力,此时随分子间距的减小,分子势能要增大

C. 当分子间距离等于 r_0 ,分子力为零,而分子势能为零

D. 当分子间距 $r > r_0$ 时,分子力表现为引力,此时随分子间距的增大分子势能要减小

【解析】如图 7-5-2 所示,实线是分子力随分子间距的变化关系,当分子间距离从无穷大到不能再靠近的过程中,分子力先表现为引力,后表现为斥力,分子

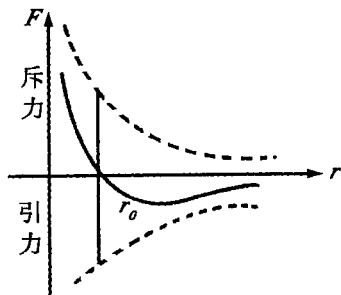


图 7-5-2

力对分子先做正功,分子势能减少,当分子间距为平衡距离 r_0 后,分子力对分子做负功,分子势能增加。所以,分子势能是先减小后增大的。在平衡距离 r_0 处,分子势能最小,但不一定是零,如果选取无穷远处分子势能为零,则在 r_0 处分子势能为负值。所以,B 正确。A、C、D 不正确

【答案】B

【点拨】本题考察分子势能与分子力随分子间距的变化关系。

训练与提高

A 组

1. 物体的温度越高,则下列说法中正确的是 ()

- A. 该物体分子的势能一定增大
- B. 该物体的内能一定越大
- C. 该物体分子的平均动能一定越大
- D. 每个分子的动能都增大

2. 关于分子力和分子势能的说法中正确的是 ()

- A. 当分子间距离等于 r_0 时,分子力为零,分子势能也为零
- B. 当分子间离 $r < r_0$ 时,分子力表现为斥力,此时随分子间距的减小,分子势能要增大
- C. 当分子间距离等于 r_0 ,分子力为零,而分子势能最小
- D. 当分子间距 $r > r_0$ 时,分子力表现为引力,此时随分子间距的增大分子势能要减小

3. 于物体的内能、下列说法中正确的是 ()

- A. 相同质量的两种物体,升高相同的温度,内能增量一定相同
- B. 一定量 0°C 的水结成 0°C 的冰,内能一定减少
- C. 一定量气体的体积增大,内能一定增加
- D. 一定量气体吸收热量而保持体积不变,内能一定减少

4. 通常情况下固体分子间的平均距离为 r_0 ,分子间的引力和斥力相平衡,由此可以判定,在通常情况下 ()

- A. 固体膨胀时,分子间势能加大
- B. 固体膨胀时,分子间势能减小
- C. 固体收缩时,分子间势能加大
- D. 固体收缩时,分子间势能减小

5. 质量为 1kg 0°C 的水变成 0°C 的冰时,体积膨胀,则 ()

- A. 分子平均动能减小,分子势能增加
- B. 分子平均动能增大,分子势能减小
- C. 分子平均动能不变,分子势能增大
- D. 分子平均动能不变,分子势能减小

6. 物体内能的大小 ()

- A. 只与温度有关

- B. 只与质量有关
C. 只与状态有关
D. 与温度、体积都有关

B 组

7. 物体的温度高说明了 ()
A. 储存的热量多 B. 可以放出的热量多
C. 该物质的比热大 D. 以上都是错误的
8. 两个物体放在一起并不接触,它们之间不发生热传递是因为 ()
A. 只有相同的内能
B. 具有相同的比热
C. 具有相同的温度
D. 它们之间没有发生接触

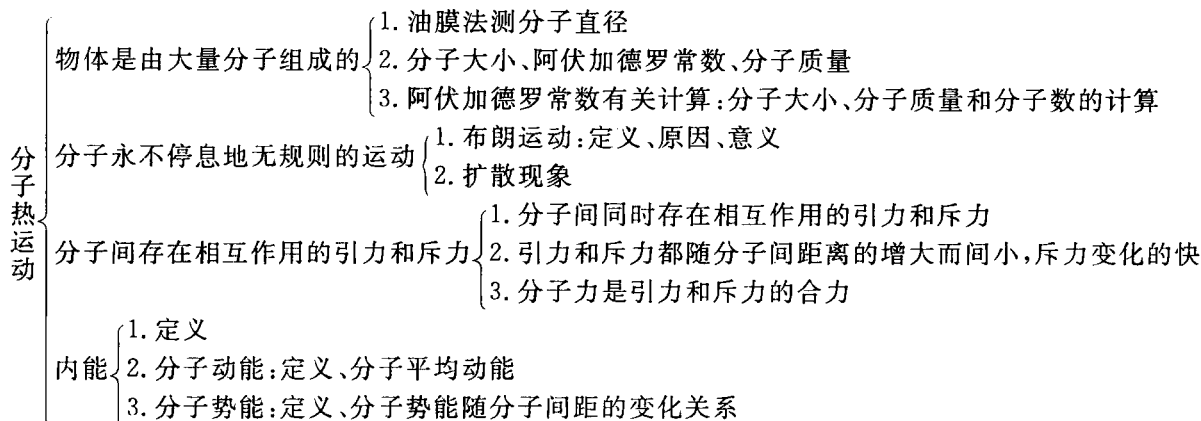
9. 以下关于物体内能和机械能的说法,可能是 ()

- A. 内能为零,而机械能不为零
B. 机械能为零,内能不为零
C. 内能、机械能都不为零
D. 内能、机械能都为零

10. 甲乙两物体由同种物质组成,它们的质量和温度均相同,下列说法正确的是 ()
A. 甲乙两物体中每个分子的动能都相同
B. 甲乙两物体分子的平均动能相同
C. 甲乙两物体的内能一定相同
D. 甲乙两物体的平均动能有可能不同

本章总结

知识网络



要点总结

1. 学会计算微观世界的物理量(如分子数目、分子质量、分子直径等)的一般方法。

由于微观量是不能直接测量的,人们可以测定宏观物理量,用阿伏伽德罗常数作为桥梁,间接计算出微观量来。如分子质量 m ,可通过物质摩尔质量 M 和阿伏伽德罗常数 N_A ,得到 $m = M/N_A$ 。通过物质摩尔质量 M 、密度 ρ 、阿伏伽德罗常数 N_A ,计算出分子直径

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6M}{\rho N_A \pi}}$$

【例 1】 N_A 代表阿伏加德罗常数,下列说法正确的是 ()

A. 在同温同压下,相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同

B. 2g 氢气所含的原子数目为 N_A

C. 在常温常压下,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 $10N_A$

【解析】在标准状况下,任何 1mol 气体的体积都是 22.4L。由理想气体状态方程可推得,在同温同压下,同体积的气体分子数相同。但由于构成气体分子的原子数目不相同,所以原子数不一定相同。所以,A 不对。2g 氢气含有的分子数是 N_A ,原子数是 $2N_A$ 。所以,B 不对。在标准状况下,11.2L 氮气所含有的原子数为 N_A 。在