

龙门品牌  学子至爱

新课标



高中热学

高中物理

主 编 朱 浩
本册主编 王铭龙



龍 門 書 局

www.Longmenbooks.com

新课标

高中热学



高中物理

主 编:朱 浩

本册主编:王铭龙

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·高中物理·高中热学/朱浩主编;王铭龙本册主编. —北京:龙门书局,2008

ISBN 978-7-5088-1681-4

I. 龙… II. ①朱…②王… III. 物理课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 142479 号

责任编辑:田 旭 马建丽 许冲冲/封面设计:耕 者

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

凌奇印刷有限责任公司 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

2008 年 9 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2008 年 9 月第一次印刷 印张:8

字数:286 000

定 价:15.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



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，谁念幽寒坐鸣呃！”
龙门专题，走向名校的阶梯！

总策划 王仁

2008年7月



编委会

主 编：朱 浩

编委会成员：张一为 李小龙 吴曾希 江晓洁
刘 炜 陈 平 庄建芳 张凤娟
温卫国 魏金春 张丹彤 翟富兰
陈 强 丁忠平 孔竹清 周晓慧
吴纯平 蒋永根 陈平良 薛 明
周新跃 李 琴 杨明华 冯建华
孙燕婉 缪 昆 张馨若 杨钰敏
李桂华 王正春 孙路平 徐金宏
尹孝庆 吴 刚 徐伯静 李志峰
周依群 吴世龙 许逢梅 刘卫华
蒋兆平 刘忠平 于其泰 殷宗玉
张玉元 张传生 李建玉 马忠琪
姜 玮 王 婷 薛 峰 吴维佳
谢明元 李 书 吴金龙 史大平
房鹤年 姚雪军 李金元 陈益明
陈志梅 钱 颖 徐 勇 薛钰康
邵龙瑞 吴维佳 李 伟 张海平
周渊远 秦文清 潘文华 黄 凯
王 霞 胡 洁 周蓉娟 朱亚军
王剑峰 顾 俊 何建波 周 枚
邵艾丽 马晓旭 任清平 张惠珊

Contents

目录

基础篇	(1)
第一讲 分子动理论	(2)
第二讲 温度与内能	(25)
第三讲 气体状态参量 等温变化	(49)
第四讲 气体的等容变化和等压变化	(70)
第五讲 理想气体的状态方程	(84)
第六讲 气体的微观解释 图象	(107)
第七讲 固体和液体	(122)
第八讲 饱和汽压 物态变化中的能量交换	(136)
第九讲 功、热和内能	(152)
第十讲 热力学第一定律	(165)
第十一讲 热力学第二定律 能源	(186)
综合应用篇	(208)
第十二讲 气体的性质	(208)
第十三讲 分子动理论 物态变化	(229)



基础篇

高考内容与要求

	内容	要求	说明
1	物体是由大量分子组成的 阿伏加德罗常数	I	
2	用油膜法估测分子的大小(实验、探究)	I	
3	分子热运动 布朗运动	I	
4	分子间的作用力	I	
5	温度和内能	I	
6	固体的微观结构 晶体和非晶体	I	
7	液体的表面张力现象	I	对浸润和不浸润现象、毛细现象的解释不作要求
8	液晶的微观结构	I	
9	气体实验定律 理想气体	I	气体实验定律的定量计算不作要求
10	饱和汽和饱和汽压	I	相对湿度的计算不作要求
11	做功和热传递是改变内能的两种方式	I	
12	热力学第一定律 能量守恒定律	II	
13	热力学第二定律	I	
14	能源与环境	I	
15	能源的开发和应用	I	



第一讲 分子动理论

课 标 要 求

认识分子动理论的基本观点;知道其实验依据;知道阿伏加德罗常数.

重 点 聚 焦

分子动理论的基本观点.

知识点精析与应用

知识精析

1. 分子动理论

(1)物质是由大量分子组成的,分子之间有间隙、分子体积很小,一般分子直径的数量级是 10^{-10} m.

(2)分子的运动.分子永不停息地做无规则运动,布朗运动和扩散现象等实验证实了分子的无规则运动.

(3)分子之间同时存在相互作用的引力和斥力,其合力叫分子力.当两个分子间的距离等于数量级为 10^{-10} m 的某个值 r_0 时,分子间的引力和斥力相互平衡,作用力为零.分子间的引力和斥力都随分子间的距离增大而减小,但斥力比引力减小得更快;分子间引力和斥力都随分子间距离的减小而增大,但斥力比引力变化更快.其特点为:

- ① $r=r_0$ 时, $F_{引}=F_{斥}$, 分子力 $F=0$;
- ② $r<r_0$ 时, $F_{引}<F_{斥}$, 分子力 F 为斥力;
- ③ $r>r_0$ 时, $F_{引}>F_{斥}$, 分子力 F 为引力;
- ④ $r>10r_0$ 时, 可以认为分子间无相互作用力, 分子力 $F=0$.

2. 分子大小

(1)分子的大小.

从分子几何尺寸来感觉,一般地,分子直径数量级为 10^{-10} m. 分子体积数量级为 10^{-29} m³. 从一个分子质量的多少来体会“大量”的含义:一般分子质量的数量级为 10^{-26} kg. 1982年研制成功的能放大几亿倍的扫描隧道显微镜,能观察到物质表面原子的排列.



(2) 分子模型.

实际分子的结构是很复杂的,可以把单个分子看做一个立方体,也可以看做是小球.通常情况下把分子当作一个小球处理,球的体积 $V = 4\pi R^3/3$, R 为球的半径.

不同的物质形态其分子的排列有区别,对固体和气体而言,可以认为分子是一个挨着一个排列的,我们可以用不同的方法测出分子的大小.气体分子间距离较大,常是分子线度的十倍、百倍等.常把分子占据的空间视为立方体,以此来估算分子间的平均距离.

3. 阿伏加德罗常数

阿伏加德罗常数反映了一条重要规律:任何一摩尔的物质所含有的微粒数相同,都是 6.02×10^{23} 个,其值之大,表明了物体由大量分子组成.

阿伏加德罗常数 N_A 是一个联系宏观与微观的桥梁.宏观量的摩尔质量 M 、摩尔体积 V 、密度 ρ 和作为微观量的分子直径 d 、分子质量 m 、每个分子的体积 V_0 等,是通过阿伏加德罗常数联系起来的.

一个分子的质量: $m = \frac{M}{N_A}$, 一个分子的体积: $V = \frac{M}{\rho N_A}$, 一摩尔物质的体积: $V_{mol} = \frac{M}{\rho}$.

单位质量中所含分子数: $n = \frac{N_A}{M}$. 单位体积中所含分子数: $n' = \frac{\rho N_A}{M}$. 气体分子间的距离:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V_{mol}}{\pi N_A}}$$

注意:求每个分子的体积时用公式 $V = M/\rho N_A$, 只适用于固体和液体,因为组成固体和液体的分子间隙比较小,可以近似认为分子紧密排列,即忽略分子间隙,但此公式不能用于求气体分子的体积,因为气体分子间距较大,因此公式求出的是每个气体分子平均占有的体积.

4. 分子间有间隙

水和酒精混合时总体积减小,说明分子间有间隙.对于固体和液体而言,分子间隙较小,可近似认为 V_0 为分子体积的大小;而对于气体而言,分子间隙较大,则 V_0 不再等于气体分子体积,而是分子所占空间的体积, d 不再是指气体分子线度大小,而是指相邻两气体分子的间距.

5. 扩散现象

扩散现象是指两种物质相接触时,物质分子可以彼此进入对方的现象.

物质处于固态、液态和气态时均能发生扩散现象,只是气态物质的扩散现象最显著;常温下,物质处于固态时扩散现象不明显.

在两种物质一定的前提下,扩散现象发生的显著程度与物质的温度有关,温度越高,扩散现象越显著.这表明温度越高,分子运动得越剧烈.

扩散现象发生的显著程度还受到“已进入对方”的分子浓度的限制,当进入对方分子的浓度较低时,扩散现象较为显著;当进入对方的分子浓度较高时,扩散现象发生得就较缓慢.扩散现象具有方向性.

扩散现象的本质是分子热运动的直观表现.



6. 布朗运动

悬浮在液体中的固体微粒不停地做无规则运动,称为布朗运动。

(1) 布朗运动是悬浮的固体微粒的运动,不是单个分子的运动,但是布朗运动证实了周围液体分子的无规则运动。

(2) 固体微粒的运动是极不规则的. 图 1-1 并非固体微粒的运动轨迹,而是每隔 30s 微粒位置的连线。

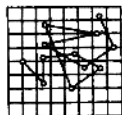


图 1-1

(3) 任何固体微粒悬浮在液体内,在任何温度下都会做布朗运动。

(4) 布朗运动是大量液体分子对固体微粒撞击的集体行为的结果. 个别分子对固体微粒的碰撞不会产生布朗运动. 影响布朗运动的因素有二: 颗粒的大小和液体温度的高低,具体详释如下:

① 在相同温度下,悬浮颗粒越小,它的线度越小,表面积也越小,在某一瞬间与它相撞的分子数越少,颗粒受到来自各方向的碰撞力越不平衡;另外,颗粒线度越小,它的体积和质量比表面积减少得越快,因碰撞力引起的加速度越大. 因此,悬浮颗粒越小,布朗运动就越显著. 如图 1-2 所示。

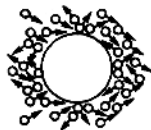


图 1-2

② 相同的颗粒悬浮在同种液体中,液体温度越高,分子运动的平均速率越大,对悬浮颗粒的撞击作用也越大,颗粒受到来自各方向的碰撞力越不平衡,由碰撞力引起的加速度越大,所以温度越高,布朗运动越显著。

7. 热运动及其特点

我们把分子永不停息地无规则运动叫热运动. 所谓分子的“无规则运动”是指由于分子间的相互碰撞,每个分子的运动速度无论是方向还是大小都在不断地变化. 标准状况下,一个空气分子在 1s 内与其他空气分子的碰撞达到 65 亿次之多. 所以大量分子的运动是十分混乱的。

不能把布朗运动叫做热运动。

在任一时刻,物体内既具有速率大的分子,也具有速率小的分子,速率很大和速率很小的分子的个数所占的比例相对较少,大多数分子的速率和某一平均速率相差很小,通常所说的分子运动速率,是就它们的平均速率而言的. 气体分子热运动的平均速率的数量级为 10^3 m/s.

8. 布朗运动与扩散现象的区别和联系

二者都反映了分子永不停息地做无规则运动;其次,扩散现象和布朗运动都随温度的升高表现得越来越明显。

扩散现象是两种不同物质接触时,没有受到外力作用而能彼此进入对方里面的现象,气体、液体、固体都有扩散现象. 扩散快慢除与温度有关外,还与物体的密度差、溶液的浓度差有关,物体的密度差(或浓度差)越大,温度越高,扩散进行得越快. 而布朗运动是悬浮在液体中的微粒所做的无规则运动,其运动的激烈程度与微粒的大小和液体的温度有关,这是二者不同之处。

9. 布朗运动与分子运动

(1) 研究对象不同: 布朗运动的研究对象是固体小颗粒;分子运动的研究对象是分



子。

(2) 布朗运动的特点: ①永不停息; ②无规则; ③颗粒越小, 现象越明显; ④温度越高, 运动越激烈。

(3) 布朗运动的产生原因是由于液体分子做无规则运动, 布朗运动的无规则性反映了液体分子运动的无规则性; 布朗运动与温度有关, 表明液体分子的运动与温度有关, 温度越高运动越激烈。

(4) 布朗运动不仅能在液体中发生, 也能在气体中发生。

10. 分子力的特点和规律

在分析分子间的作用力时, 设分子甲在 O 点, 分子乙在 r 轴上移动。这样, 物理情景清晰, 如图 1-3 所示。

(1) 在任何情况下, 分子间总是同时存在着引力和斥力, 而实际表现出来的分子力, 则是分子引力和斥力的合力。

(2) 分子间的引力和斥力都随距离变化, 但变化情况不同, 如图 1-3 所示。其中, 虚线分别表示引力和斥力随距离的变化, 实线表示它们的合力 F 随分子间距离 r 的变化。

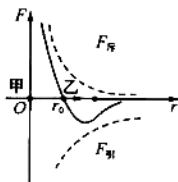


图 1-3

①当 $r=r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 的合力 $F=0$ 。

②当 $r < r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都随距离的减小而增大, 但 $F_{斥}$ 增大得更快, 分子力表现为斥力。

③当 $r > r_0$ 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都随距离的增大而减小, 但 $F_{斥}$ 减小得更快, 分子力表现为引力。

④当 $r > 10r_0$ (10^{-9} m) 时, $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 已十分微弱, 可认为分子间无相互作用力, $F=0$ 。

(3) r_0 的意义。

分子间距 $r=r_0$ 时, 分子力等于零, 所以常把距离为 r_0 的位置叫做平衡位置。 r_0 的数量级为 10^{-10} m。

①分子间距为 r_0 时, 并不是分子间无引力和斥力。

②分子处于间距 r_0 的位置时, 并不是静止不动。

③解答与分子力相关的试题时, 首先应认真审清题意, 确定题目要求分析判断的是分子间的相互作用力即合力还是分子间相互作用的引力和斥力。

④若讨论的是分子间的引力和斥力, 应记住它们都是随分子间距离的增大而减小, 斥力减小得更快些。

⑤若讨论的是分子间相互作用力即合力时, 由图象可知, 当分子间的距离由 $O \rightarrow r_0$ 增大时, 分子间的相互作用力减小; 当分子间的距离由 $r_0 \rightarrow \infty$ 增大时, 分子间的相互作用力是先增大后减小。

⑥结合动力学即牛顿第二定律和运动学规律分析分子运动问题时, 若乙分子由无穷远处沿直线向甲分子运动过程中, 在 $10r_0 \rightarrow r_0$ 的过程中, 加速度的大小是先增大后减小, 方向不变, 速度一直增大, 过了 r_0 后加速度反向; 乙分子做减速运动, 在 $r_0 \rightarrow O$ 的过程中, 加速度的大小一直增大, 分子速度逐渐减小。



解题方法指导

例题 1 (2004·全国) 若以 μ 表示水的摩尔质量, V 表示在标准状态下水蒸气的摩尔体积, ρ 为在标准状态下水蒸气的密度, N_A 为阿伏加德罗常数, m 、 Δ 分别表示每个水分子的质量和体积, 下面是四个关系式:

$$\textcircled{1} N_A = \frac{V\rho}{m} \quad \textcircled{2} \rho = \frac{\mu}{N_A\Delta} \quad \textcircled{3} m = \frac{\mu}{N_A} \quad \textcircled{4} \Delta = \frac{V}{N_A}$$

其中正确的是

A. ①和②

B. ①和③

C. ③和④

D. ①和④

解答 对于气体, 宏观量 μ 、 V 、 ρ 之间的关系式仍适用, 有 $\mu = \rho V$, 宏观量与微观量之间的质量关系也适用, 有 $N_A = \frac{\mu}{m}$, 所以 $m = \frac{\mu}{N_A}$, ③式正确. $N_A = \frac{\rho V}{m} = \frac{\rho V}{m}$, ①式正确. 由于气体的分子间有较大的距离, $\frac{V}{N_A}$ 求出的是一个气体分子平均占有的空间, 一个气体分子的体积远远小于该空间, 所以④式不正确. 而②式是将④式代入①式得出的, 也不正确.

答案 B

评注 在解此类问题时, 找出宏观量与微观量的关系式(通过 N_A 相联系)是关键, 还须注意摩尔体积与阿伏加德罗常数之比对于固、液体而言是一个分子的体积, 而对于气体只表示一个分子平均占有的空间, 不是气体分子大小.

例题 2 将 1cm^3 的油酸溶于酒精, 制成 200cm^3 的油酸酒精溶液. 已知 1cm^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 0.2m^2 . 由此可估算油酸分子的直径为多大?

解答 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

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

答: 油酸分子的直径为 $5 \times 10^{-10} \text{m}$.



评注 为了测量分子大小这一极其微小的量,在用油膜法测分子直径的实验中多次用了间接测量法来达到“放大”的效果。一是油酸溶于酒精,制成油酸酒精溶液,对油酸进行稀释;二是数出 1cm^3 油酸酒精溶液有多少滴,得出一滴油酸酒精的体积;三是油膜法本身就起到了放大的作用。

【例题3】 1mol 铜的质量为 63.5g ,铜的密度是 $8.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,试估算一个铜原子的质量、体积和直径。

解答 已知铜的摩尔质量 $M = 6.35 \times 10^{-2} \text{kg/mol}$,含有的原子数为 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$,则一个铜原子的质量为

$$m = \frac{M}{N_A} = \frac{6.35 \times 10^{-2}}{6.02 \times 10^{23}} \text{kg} = 1.06 \times 10^{-25} \text{kg}.$$

铜的密度是 $\rho = 8.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,则铜的摩尔体积为

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{6.35 \times 10^{-2}}{8.9 \times 10^3} \text{m}^3 = 7.13 \times 10^{-6} \text{m}^3.$$

所以一个铜原子的体积为

$$V_1 = \frac{V}{N_A} = \frac{7.13 \times 10^{-6}}{6.02 \times 10^{23}} \text{m}^3 = 1.2 \times 10^{-29} \text{m}^3.$$

把铜原子看做球模型,设其直径为 d ,则

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{\pi}{6} d^3.$$

则直径为

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V_1}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 1.2 \times 10^{-29}}{3.14}} \text{m} = 2.84 \times 10^{-10} \text{m}.$$

评注 本题所用的是利用宏观量(摩尔质量、摩尔体积和阿伏加德罗常数)求微观量(分子质量、分子体积)的典型计算方法,在计算过程中注意利用密度建立摩尔质量和摩尔体积的联系。这种计算必须要熟练掌握,计算结果要注意是否与分子质量的数量级(10^{-26}kg)及直径的数量级(10^{-10}m)相近,从本题的计算结果看,铜原子的质量是“比较大”的。

【例题4】 已知空气摩尔质量 $M = 29 \times 10^{-3} \text{kg/mol}$,则空气分子的平均质量多大?成年人做一次深呼吸,约吸入 450cm^3 的空气,所吸入的空气分子数约为多少?(取两位有效数字)

解答 设空气分子的平均质量为 m_0 ,阿伏加德罗常数用 N_A 表示,则

$$m_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{29 \times 10^{-3}}{6.0 \times 10^{23}} \text{kg} \approx 4.8 \times 10^{-26} \text{kg}.$$

要估算成年人吸入的空气分子数,应先估算出吸入空气的摩尔数 n ,我们可以近似看成吸入的是标准状态下的空气,则



$$n = \frac{V}{22.4 \times 10^{-3}} \text{ mol} = \frac{450 \times 10^{-6}}{22.4 \times 10^{-3}} \text{ mol} \approx 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

因此,吸入的空气分子数为

$$N = nN_A = 2.0 \times 10^{-2} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ 个} = 1.2 \times 10^{22} \text{ 个}.$$

所以空气分子的平均质量为 $4.8 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 成年人一次深呼吸吸入的空气分子数约为 1.2×10^{22} 个.

评注 本题是一道利用阿伏加德罗常数 N_A 进行估算的问题. N_A 是联系微观世界与宏观世界的桥梁, 是解答本题的关键.

【例题 5】 某气体的摩尔质量为 M , 摩尔体积为 V , 密度为 ρ , 每个分子的质量和体积分别为 m 和 V_0 , 则阿伏加德罗常数 N_A 可表示为 ()

A. $N_A = \frac{V}{V_0}$

B. $N_A = \frac{\rho V}{m}$

C. $N_A = \frac{M}{m}$

D. $N_A = \frac{M}{\rho V_0}$

解答 因 $N_A = \frac{M}{m}$, 而 $M = \rho V$, 则 $N_A = \frac{\rho V}{m}$ 可知 B、C 选项正确. 而 $\frac{V}{N_A}$ 应该表示每个气体分子平均占据的空间体积, 而不是每个分子的体积 V_0 , 故 A 选项错误, 同理 D 选项也错误.

答案 B、C

【例题 6】 下面所列举的现象, 哪些能说明分子是在不断的运动 ()

A. 将香水瓶盖打开后能闻得到香味

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

解答 扩散现象和布朗运动都能说明分子在不停地做无规则运动. 香水的扩散、水分子在空气中的扩散以及悬浮在水中花粉的运动都说明了分子是不断运动的, 故 A、C、D 均正确; 而尘土不是单个分子, 是颗粒, 尘土飞扬不是分子的运动.

答案 A、C、D

评注 分子热运动的实验依据是布朗运动和扩散现象. 注意做好问题的分析与归纳是解题关键.

【例题 7】 分子永不停息地运动是建立在以下哪些实验或事实基础上的 ()

A. 扩散现象

B. 布朗运动

C. 液体或气体的对流

D. 酒精和水混合后的体积小于原体积之和



解答 扩散现象和布朗运动从不同角度验证了分子永不停息地无规则运动。而对流是液体或气体的颗粒在重力作用下的运动，酒精和水混合后体积小于总体积说明分子间有间隙，都不能说明分子的热运动性质，故正确答案为 A、B。

答案 A、B

评注 正确理解概念之间的关系，理解各种物理现象的成因是解决问题的关键。

【例题 8】 如图 1-4 所示是做布朗运动小颗粒的运动路线记录的放大图，从小颗粒在 A 点开始计时，每隔 30s 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 75s 末时的位置，以下叙述中正确的是 ()

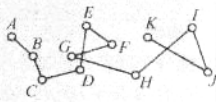


图 1-4

- 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 连线的中点
 D. 可能在 CD 连线以外的某点上

解答 小颗粒在 30s 内的运动仍是很复杂的，图中是两位置的连线而不是轨迹。因此，第 75s 末，小颗粒可能在 CD 连线上，但不一定在 CD 连线的中点，也可能在 CD 的连线之外的位置，因此，正确选项应为 C、D。

答案 C、D

评注 本题明显错误是将连线视为运动轨迹，从而错选 A 或 B，这是对布朗运动的无规则性认识不足。其实，由于液体分子运动的无规则性，小颗粒在任意短暂时间内的运动都可能是毫无规则的、无定向的。

【例题 9】 下面两种关于布朗运动的说法都是错误的，试分析它们各错在哪里？

- (1) 大风天常常看到风沙弥漫、尘土飞扬，这就是布朗运动。
 (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，布朗运动就越显著。

解答 (1) 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，这种微粒肉眼是看不到的，必须借助于显微镜。大风天看到的风沙、尘土都是较大的颗粒，它们的运动不能称为布朗运动，另外它们的运动基本上属于在气流作用下的定向移动，而布朗运动是无规则运动。

(2) 布朗运动的确是由于液体(或气体)分子对固体微粒的碰撞引起的，但只有在固体微粒很小，各个方向的液体分子对它的碰撞不均匀才引起它做布朗运动。因此正确的说法是：固体微粒体积小，布朗运动越显著，如果固体微粒过大，液体分子对它的碰撞在各个方向上是均匀的，就不会做布朗运动了。

评注 布朗运动是液体(或气体)分子无规则运动的反映，通过宏观的布朗运动现象，找到微观分子做无规则运动的本质。