物体是由大量分子组成的

分子动理论

分子在做永不停息的无规则运动

分子之间同时存在引力和斥力

建模

探究

建模

推理

用油膜法估测

分子的大小

阿伏加德罗

常数

气体分子速率分布的统计规律

推理

探究

探究

探究

推理

小

结

基本概念和基本规律

**布朗运动**：悬浮颗粒在液体或气体中的无规则运动。

**分子热运动**：组成物质的分子永不停息的无规则运动，温度越高这种运动越剧烈。

**分子动理论**：研究分子热运动性质和规律的经典微观理论。包括以下主要观点：物体是由大量分子组成的，分子在做永不停息的无规则运动，分子之间同时存在着引力和斥力。气体分子的速率分布遵循一定的统计规律。

基本方法

通过估测分子大小的实验，感受模型建构的方法，体会数据获取、分析和处理过程中的积累法。感受估测微观量的方法。

在学习分子动理论的过程中，感受利用证据通过科学推理进行科学论证的方法。

在学习分子速率分布的统计规律的过程中，认识统计方法在物理学中的应用。

知识结构图

**复习 巩固**

**与**

1. 判断下列哪些宏观现象可以作为分子热运动的证据，简述理由。

（1）水的对流；（2）墨水滴入清水中缓慢散开；（3）打开酒精瓶盖就嗅到酒精的气味；（4）水中悬浮花粉的布朗运动。

1. 对于单个分子而言，能说它的温度有多高吗？为什么？
2. 某种气体在不同温度下的分子速率分布曲线如图 10 – 18 所示。曲线 Ⅰ 和 Ⅱ 对应的温度哪个高？简述这两个温度对应的气体速率分布的相同点和不同点。

*f* (*v*)

*O*

*v*

Ⅰ

Ⅱ

图 10 – 18

1. 如图 10 – 19 为分子间相互作用力随分子间距 *r* 变化的关系图。甲同学说：“相距 *r*1 时，分子间没有引力”；乙同学说：“相距 *r*2 时分子间的引力大于相距 *r*1 时的引力”。请对这两种说法作出评价。

*O*

*F*

*r*1

*r*0

*r*2

*r*

图 10 – 19

1. PM2.5 是指空气中直径小于 2.5 μm 的悬浮颗粒物。飘浮在空中的 PM2.5 很难自然沉降到地面，吸入肺部后会进入血液对人体造成危害。估算一颗直径为 2.5 μm 的悬浮颗粒中约有多少个分子？
2. “用油膜法估测油酸分子的大小”的实验通过对宏观量的测量来估测分子的大小。试回答以下问题：

（1）这个实验中主要涉及哪些物理方法？

（2）某小组同学将最终得到的计算结果与其他小组比较，发现自己得到的数据比其他组大几百倍，他们猜测可能是由于以下原因所致，选择其中较为合理的猜测并简述理由。

① 将油酸酒精溶液的体积直接当作油酸的体积计算。

② 计算油膜面积时，只数了完整的方格数。

③ 水面上痱子粉撒得太多，油膜没有充分展开。

1. 设想气体的每个分子都处在相同的一个小立方体的中心。

（1）试求标准状态下这些小立方体的边长。

（2）若取分子的直径为 3.0×10−10 m，试计算小立方体的边长与分子直径的比值。

1. \*一个开有带阀门小口的绝热容器中充满气体。打开阀门，会有一部分气体从容器中泄漏出来，从而导致容器内气体的温度降低。用分子动理论的观点对此现象作出简要解释。

### 复习与巩固解读

1．参考解答：（2）（3）（4）可以作为分子热运动的证据。

水的对流是因为水受热后上下密度分布不均，由重力导致的运动。墨水颗粒散开和花粉颗粒的布朗运动，都是因为它们受到周围无规则运动的水分子不断撞击而导致的运动；酒精分子也是因为受到周围无规则运动的空气分子的撞击而很快被人嗅到。

命题意图：认识各种运动现象的原因，加深对运动与相互作用观念的理解。

主要素养与水平：物质（Ⅱ）；运动与相互作用（Ⅱ）。

2．参考解答：不能。温度与组成物体的大量分子无规则运动的剧烈程度相关，是一个宏观量，具有统计意义。对微观角度的单个分子而言，速率时刻在变，不存在温度这个物理量。

命题意图：知道温度是大量分子热运动的宏观表征，理解统计的思想方法。

主要素养与水平：物质（Ⅱ）；运动与相互作用（Ⅱ）。

3．参考解答：曲线 Ⅱ 对应的温度相对较高。

相同点：两个温度对应的分子速率多数都在某一个数值附近，离这个数值越远分子越少。不同点：温度高时峰值对应的速率较大，且峰值较小。

命题意图：认识麦克斯韦分子速率分布规律。

主要素养与水平：运动与相互作用（Ⅱ）；科学推理（Ⅲ）。

4．参考解答：这两种说法都是错的。相距 *r*1 时，分子间的斥力大于引力，作用力表现为斥力，并非只有斥力，所以甲同学说法错误。分子间的引力和斥力都随间距的增大而减小，因此相距 *r*2 时分子间的引力小于相距 *r*1 时分子间的引力，乙同学说法错误。

命题意图：通过辨析与评价，从不同角度理解分子间的相互作用力随距离的变化。

主要素养与水平：运动与相互作用（Ⅱ）；论证（Ⅱ）。

5．参考解答：约有 1012 个分子。

将颗粒和分子均看作立方体，边长分别为 *R* 和 *r*，根据 *R*3 = *nr*3 可算出 *n* = 1012，即约有 1012 个分子。

命题意图：了解空气污染颗粒的本质，在真实情境中建立模型，感受分子的“小”与物质所含分子数量的“多”。

主要素养与水平：物质（Ⅱ）；模型建构（Ⅱ）；社会责任（Ⅱ）。

6．参考解答：（1）积累法、建立模型

（2）较为合理的猜测是 ①。实验中用的油酸经酒精稀释后，一滴溶液中油酸含量只占总体积的几百分之一，将一滴溶液的体积当作其中油酸的体积进行计算，就会导致算出的油酸分子直径约为真实值的几百倍。②③ 两种操作也会导致计算结果偏大，但不会有几百倍的差异。

命题意图：认识实验中用到的科学方法和思想。利用实验原理分析错误操作对实验结果的影响。

主要素养与水平：模型建构（Ⅱ）；证据（Ⅱ）；解释（Ⅲ）。

7．参考解答：（1）3.34×10−9 m

（2）10

标准状态下，1 mol 气体的体积为 22.4 L = 22.4×10−3 m3，则每个分子所占立方体的体积为 *V*0 = m3 ≈ 3.72×10−26 m3，边长为 3.34×10−9 m，约为分子直径的 10 倍。

命题意图：在实际问题中建立分子模型，通过计算感受气体分子间较大的距离，完善对物质的认识。

主要素养与水平：模型建构（Ⅱ）；科学推理（Ⅱ）。

\*8．参考解答：两种合理的解释：（1）阀门打开后，速率较大的气体分子泄漏出去的可能性比速率较小的气体分子泄漏出去的可能性大一些，使容器内气体分子的平均速率减小，容器内气体分子运动剧烈程度下降，所以温度要降低一些。

（2）考虑到分子间的碰撞，在容器出口处，同时存在不同速率的分子。如果前面分子速率为 *v*1，后面分子速率为 *v*2，且 *v*1 < *v*2，分子将发生碰撞。把所有气体分子均视为刚性球，且做弹性对心正碰。碰撞的结果是两者交换速度，最后留在容器中的一定是速率较小的分子。

命题意图：应用分子动理论解释真实问题，运用分析、推理的科学思维方法对现象做出解释。

主要素养与水平：模型建构（Ⅱ）；科学推理（Ⅲ）；解释（Ⅲ）。