

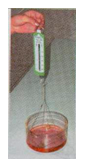
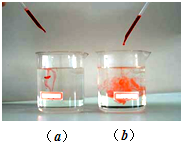
分子动理论



**新课导入**

【问题1】如左图所示，取两杯温度不同、体积相同的清水，分别滴入一滴红墨水，两杯水会有什么不同的现象？

【问题2】如右图所示，用细线将一块玻璃片水平地悬挂在弹簧测力计下端，并使玻璃片贴在水面上，然后用手缓慢提起弹簧测力计，在使玻璃片脱离水面的一瞬间，弹簧测力计的示数会变化吗？





**知识点讲解**



知识点一：分子动理论

**一、物体是由大量分子组成的**

1、物质是由分子、原子、离子组成的，在这里我们把分子、原子、离子统统看成分子来分析

（1）分子体积很小，它直径的数量级是10－10m

（2）分子质量很小，一般分子质量的数量级是10－26kg

2、阿伏伽德罗常数*NA*＝6.02×1023mol－1。阿伏伽德罗常数是联系宏观世界和微观世界的“桥梁”，阿伏伽德罗常数表示1mol任何物质含有微粒数的多少。

利用阿伏伽德罗常数可以计算分子质量和分子的体积等。

①计算分子质量

②计算分子的体积：，此公式严格来说是表示每个分子平均占有空间，由于固体和液体的分子是紧密排列的，分子间距小，我们可以认为分子占有的空间和分子的体积几乎是一样的，此公式可以计算固体和液体的分子体积。对于气体，由于气体分子间隙很大，气体分子间隙很大，气体分子占有的空间比分子体积大很多，此公式仅仅能表示气体分子平均占有的空间

分子直径：（球体模型，一般适用于固体和液体）

分子间距：（立方体模型，适用于估算气体分子间的距离）

③计算物质所含的分子数：

**二、分子在做永不停息的无规则热运动**

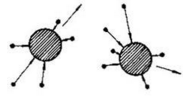
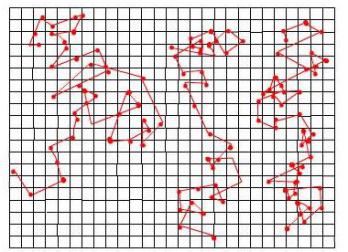
1、分子的无规则运动和物体的温度有关，温度越高，分子运动的越剧烈。

体现：扩散现象、布朗运动等。

2、布朗运动的成因及其意义。

布朗运动是悬浮在液体（或气体）中的微粒的无规则运动。

右图为观察到的花粉在水中的运动情况，折线不是运动轨迹。这种运动并不是分子的运动，而是由于微粒受到分子撞击力不平衡导致的运动，故它能反映分子的运动特征。

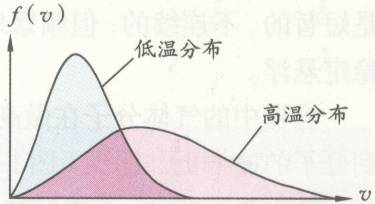


布朗运动的意义：

（1）布朗运动的永不停止，说明分子运动是永不停止的。

（2）布朗运动路线无规则，说明分子运动是无规律的。

（3）布朗运动随温度的升高而越加剧烈，说明分子的无规律运动剧烈程度与温度有关。

3、分子速率的统计分布

（1）气体分子的速率分布，表现出“中间多，两头少”的统计分布规律

（2）温度一定时，某种气体分子的速率分布是确定的，温度升高，气体分子的平均速率增大，但不是每个分子的速率都增大。

**三、分子之间存在相互作用力**

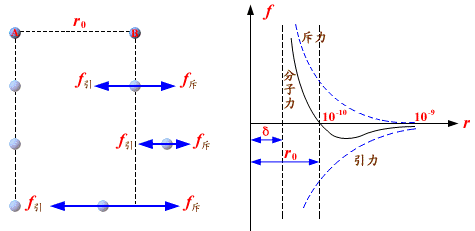
分子之间存在着相互作用的引力*f*引和相互作用的斥力*f*斥，实际表现出来的分子力*F*是分子引力*f*引和分子斥力*f*斥的合力。*f*引和*f*斥是同时存在的，它们的大小与分子间距离有关，且都随分子间距离的增大而减小，只不过斥力减小得更快些。

当*r*＞*r*o，*f*斥＜*f*引，分子力*F*表现为引力

当*r*＝*r*o，*f*斥＝*f*引，分子力*F*＝0

当*r*＜*r*o，*f*斥＞*f*引，分子力*F*表现为斥力，这里*r*o的数量级约为10－10米

分子力属短程力，当分子间的距离的数量级大于10－9米时，已经变得十分微弱，可以认为分子力为零。



【例1】下面关于分子力的说法中，正确的是 （ ）（多选）

A．铁丝很难被拉长，这一事实说明铁丝分子间存在引力

B．水很难被压缩，这一事实说明水分子存在斥力

C．将打气筒的出口端封住，向下压活塞，当空气被压缩到一定程度后很难再压缩，这一事实说明此时空气分子间表现为斥力

D．磁铁可以吸引铁屑，这一事实说明分子间存在引力

【例2】能根据下列一组数据算出阿伏伽德罗常数的是 （ ）

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．水分子的质量和水分子的直径

D．水分子的质量和水分子的体积

【例3】有甲、乙两种气体，如果甲气体内分子的平均速率比乙气体内分子的平均速率大，则 （ ）

A．甲气体的温度一定高于乙气体的温度

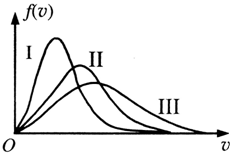
B．甲气体的温度一定低于乙气体的温度

C．甲气体的温度可能高于也可能低于乙气体的温度

D．甲气体的每个分子都比乙气体的每个分子运动得快

【例4】某种气体在不同温度下的气体分子速率分布曲线如图所示，图中*f*（*v*）表示*v*处单位速率区间内的分子数百分率，所对应的温度分别为*T*Ⅰ、*T*Ⅱ、*T*Ⅲ，则 （ ）

A．*T*Ⅰ>*T*Ⅱ>*T*Ⅲ

B．*T*Ⅲ>*T*Ⅱ>*T*Ⅰ

C．*T*Ⅱ>*T*Ⅰ，*T*Ⅱ>*T*Ⅲ

D．*T*Ⅰ＝*T*Ⅱ＝*T*Ⅲ



**课堂练习**

1、关于阿伏伽德罗常数的说法中，正确的是 （ ）

A．指1m3的任何物质含有的分子数

B．指1kg任何物质含有的分子数

C．指标准状态下1mol气体含有的分子数

D．指任何状态下1mol的任何物质含有的分子数

2、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．阿伏伽德罗常数、该气体的摩尔质量和质量

B．阿伏伽德罗常数、该气体的摩尔质量和密度

C．阿伏伽德罗常数、该气体的质量和体积

D．该气体的密度、该气体的质量和体积

3、下列关于布朗运动的说法中正确的是 （ ）

A．一片纸屑在空中沿曲折的轨迹落下，就是布朗运动

B．一杯水底部放几粒盐，不需搅拌，过一段时间上面的水也会有咸味，这说明食盐分子在做布朗运动

C．悬浮在水中的固体微粒较大，与它碰撞的水分子较多，布朗运功较显著

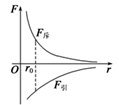
D．悬浮在水中的固体微粒较小，周围水分子与它碰撞的不平衡性较突出，布朗运动较显著

4、“用油膜法估测分子的大小”实验的科学依据是 （ ）（多选）

A．将油膜看成单分子油膜 B．不考虑各油酸分子间的间隙

C．考虑了各油酸分子间的间隙 D．将油膜分子看成球形

5、如图所示，两个分子从靠近得不能再靠近的位置开始，两者之间的距离逐渐增大，直到*r*>10*r*0（*r*0为分子的平衡位置）。这一过程中，关于分子间的相互作用力，下列说法中正确的是有 （ ）（多选）

A．两个分子间的距离由较小逐渐增到到*r*＝*r*0的过程中，引力和斥力同时减小，分子力表现为斥力

B．分子间相互作用的合力，先减小后增大，再减小为0

C．分子间的斥力在减小，引力在增大

D．分子间的引力、斥力都在增大

6、利用单分子油膜法可以粗测分子的大小和阿伏伽德罗常数，如果已知体积为*V*的一滴油在水面上散开形成的单分子油膜面积为*S*，这种油的摩尔质量为*M*，密度为*ρ*，则阿伏加德罗常数*NA*可表示为 （ ）

A． B． C． D．



知识点二：气体的三个状态参量

一、气体的状态参量

气体的体积、压强和温度是描述气体状态的三个物理量，称为气体的状态参量

1、体积*V*

几何参量：气体分子所能达到的空间范围称为气体的体积；国际单位m3

2、温度*T*

热学参量：温度是表示物体冷热程度的物理量，是物体分子平均动能的标志

（1）热力学温标，规定－273．15°C为0开，每升高或减低1开等于升高或降低1°C，用T表示，国际单位是K；

（2）摄氏温标，规定在1atm下冰水混合物的温度为0°C，沸水的温度为100°C，中间分成100等份，每一份为1，通常用*t*表示，单位为摄氏（°C）。*T*＝*t*＋273.15K

3、压强*P*

力学参量：容器壁单位面积上所受的压力就是气体的压强。国际单位Pa

产生原因：由于气体分子与容器壁的频繁碰撞产生的

常用标准大气压（atm）、厘米汞柱（cmHg）；1atm＝76cmHg＝1.013×105Pa

二、气体压强的计算

1、平衡状态下气体压强的求法

①液片法：选取假想的液体薄片（自身重力不计）为研究对象，分析液片两侧受力情况，建立平衡方程，消去面积，得到液片两侧压强相等方程，求得气体的压强．

②力平衡法：选取与气体接触的液柱（或活塞）为研究对象进行受力分析，得到液柱（或活塞）的受力平衡方程，求得气体的压强．

③等压面法：在连通器中，同一种液体（中间不间断）同一深度处压强相等．液体内深*h*处的总压强*p*＝*p*0＋*ρgh*，*p*0为液面上方的压强．

2、加速运动系统中封闭气体压强的求法

选取与气体接触的液柱（或活塞）为研究对象，进行受力分析，利用牛顿第二定律列方程求解．

【例1】以下关于气体状态参量的叙述中**不正确**的是 （ ）

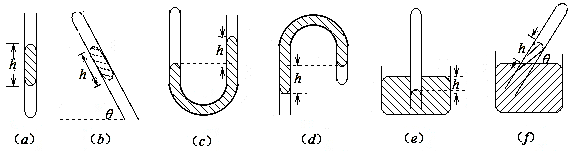
A．气体的体积是指气体分子所能达到的空间

B．气体的温度是指气体分子运动速度的大小

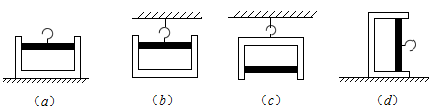
C．气体的压强是指容器器壁单位面积上所受到气体分子的压力

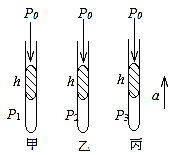
D．气体的状态参量是指气体的体积、温度、压强

【例2】如图所示，玻璃管中被水银封闭了一定量的气体，试计算封闭气体的压强（水银柱长度图中标出，大气压强为*p*0，水银密度为*ρ*）



【例3】如图所示，活塞内封闭了一定量的气体，使计算封闭气体的压强（气缸质量为*M*，活塞质量为*m*，横截面积为*S*）





【例4】一端封闭、粗细均匀的细玻璃管内，用一段长为*h*的水银柱封入一定质量的空气，并把玻璃管开口向上竖直放置，如图所示，设水银的密度为*ρ*，大气压强为*P*0，求：

（1）玻璃管静止时，如图甲所示，空气柱的压强为*P*1

（2）玻璃管自由下落时，如图乙所示，空气柱的压强为*P*2

（3）玻璃管以加速度*a*匀加速上升时，如图丙所示，空气柱的压强为*P*3



**课堂练习**

1、关于气体的体积，下列说法中正确的是 （ ）

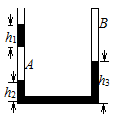
A．气体的体积与气体的质量成正比

B．气体的体积与气体的密度成反比

C．气体的体积就是所有气体分子体积的总和

D．气体的体积是指气体分子所能达到的空间

2、如图所示，*B*端封闭的U形玻璃管内有*AB*两段被水银柱封闭的空气柱，若大气压强为*P*0，空气柱*AB*的压强为*PA*、*PB*，则下列关系式中**不正确**的是 （ ）

A． B．

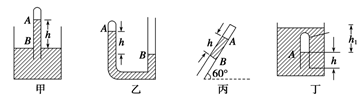
C． D．

3、如图所示，圆柱形气缸内的气体*A*被一个活塞封闭着，活塞横截面积为*S*，质量为*M*，活塞下表面与上表面夹角为*θ*，外界大气压为*P*0，则气缸内气体*A*的压强为 （ ）

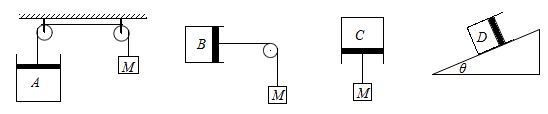
A． B．

C． D．

4、已知大气压强为*p*0，在图中各装置均处于静止状态，图中液体密度均为*ρ*，求被封闭气体的压强。



5、如图所示，活塞质量为*m*，横截面积为*S*，重物质量为*M*，绳的质量和摩擦均不计，大气压为*P*0，则如图所示处于静止状态时气缸内被封闭气体的压强分别为：



A．*PA*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ B．*PB*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

C．*PC*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ D．*PD*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_



**课堂总结**

1、布朗运动问什么能间接说明分子做无规则运动？

2、描述气体的状态的物理量有哪些？

3、如何根据受力情况计算气体压强？



**回家作业**

1、下列说法正确的是 （ ）

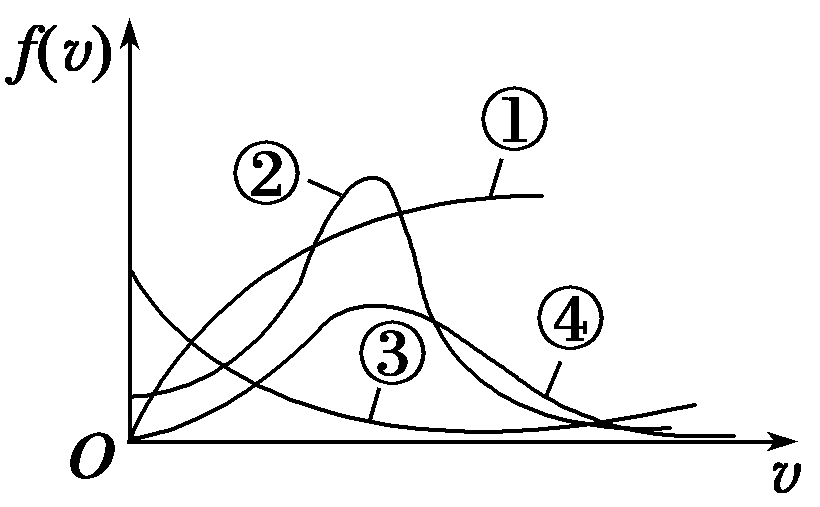
A．气体总是很容易充满容器，这是分子间存在斥力的宏观表现

B．温度越高，布朗运动越明显

C．失重情况下气体对器壁就不会有压强了

D．分子之间的相互作用力既有引力也有斥力，但不是同时存在

2、横坐标*v*表示分子速率，纵坐标*f*（*v*）表示各等间隔速率区间的分子数占总分子数的百分比．图中曲线能正确表示某一温度下气体分子麦克斯韦速率分布规律的是 （ ）

A．曲线① B．曲线②

C．曲线③ D．曲线④

3、下列说法中不正确的是 （ ）

A．封闭在容器的一定量气体的体积等于这些气体分子所能达到的空间的体积

B．封闭在容器的一定量气体的压强是由组成这些气体的所有分子受到的重力而产生

C．封闭在容器的一定量气体的质量等于组成这些气体的所有分子的质量之和

D．气体温度的高低反映了大量分子无规则运动的剧烈程度

4、一端封闭的玻璃管自重为*G*，横截面积为*S*，内装一段高为*h*的水银柱，封闭了一定质量的气体。现将玻璃管封闭端用弹簧测力计悬起，另一端没入水银槽中，如图所示。当玻璃管没入一定深度后，弹簧测力计的示数为*G*。若当时的大气压为*p*0，则此时管内上方气体的压强为\_\_\_\_\_\_\_，玻璃管内、外水银面的高度差Δ*x*为\_\_\_\_\_\_\_。（设玻璃管壁的厚度不计）

5、在做“用油膜法估测分子直径的大小”的实验时，实验简要步骤如下：

A．将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，数出轮廓内的方格数（不足半个的舍去，多用半个的算一个）再根据方格的边长求出油膜的面积*S*

B．将一滴酒精油酸溶液滴在水面上，待油酸薄膜的形状稳定后，将玻璃板放在浅盘上，用彩笔将薄膜的形状描画在玻璃板上

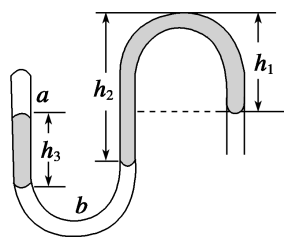
C．用浅盘装入约2cm深的水，然后把痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面上

D．用公式，求出薄膜厚度，即油酸分子的大小

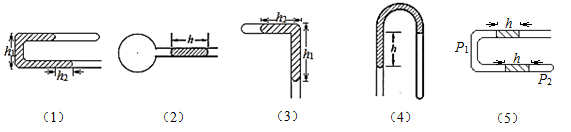
E．根据酒精油酸溶液的浓度，算出一滴溶液中纯油酸的体积*V*

F．用注射器或滴管将事先配制好的酒精油酸溶液一滴一滴地滴入量筒，记下量筒内增加一定体积时的滴数

上述实验步骤的合理顺序是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

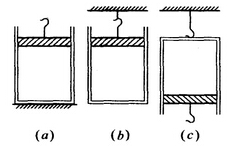
6、竖直平面内有如图所示的均匀玻璃管，内用两段水银柱封闭两段空气柱*a*、*b*，各段水银柱高度如图所示，大气压为*p*0，求空气柱*a*、*b*的压强各多大．

7、若已知大气压强为*p*0，下图中各装置均处于静止状态，图中液体密度均为*ρ*，求被封闭气体的压强．



8、已知空气的摩尔质量*M*＝2.9×10－2kg/mol，在标准状态下一同学做一次深呼吸大约吸入400cm3的空气，那么做一次深呼吸，吸入空气的质量约为多少千克？吸入空气分子数约为多少个？

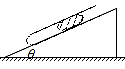
9、在标准状态下，空气分子间的距离大约是水分子直径的多少倍（假设水分子紧密排列且用立方体的体积代替球形体积）

10、如图所示，圆柱形汽缸，汽缸质量为100kg，活塞质量为10kg，横截面积为0.1m2，大气压强为1.0×105Pa，求下列情况下缸内气体的压强：

（*a*）汽缸开口向上、竖直放在水平地面上

（*b*）拉住活塞将汽缸提起并静止在空中

（*c*）将汽缸竖直倒挂

11、一端封闭、质量为*m*1内壁光滑、横截面积为*S*的玻璃管内装有质量为*m*2的水银，管外壁与斜面的动摩擦因数为，斜面倾角为30º，当玻璃管与水银共同沿斜面下滑时，求被封闭气体的压强（大气压强为*P*0）