**分子动理论**

**一、分子动理论**

**1．物体是由大量分子组成的**

⑴ 用油膜法估测分子的大小

把很小一滴油酸滴在水面上，水面上会形成一块油酸薄膜，薄膜是由单层油酸分子组成的。在估算时我们忽略油酸分子的形状，把它简化为球形。测出一滴液体中油酸所占的体积，油膜的面积，就能估算出油酸的分子直径。

① 首先，配置一定浓度的油酸酒精溶液，例如可以向油酸中加酒精，直至总量达到。用注射器吸取这样的油酸溶液，把它一滴一滴地滴入小量筒中，记下液滴的总滴数和它们的总体积，这样便知道1滴溶液的体积了。例如，100滴溶液的体积是，1滴的体积就是。根据这些数据就可以计算出一滴溶液中所含纯油酸的体积。例如，上述数据中，1滴溶液含油酸。如果把1滴这样的溶液滴在水面，溶液中的酒精将溶于水并很快挥发，液面上的油膜便是纯油酸形成的。

② 先在浅盘里倒入约深的水，然后将痱子粉或细石膏粉均匀地洒在水面上。用注射器往水面上滴1滴油酸酒精溶液，油酸立即在水面散开，形成一块薄膜。薄膜上没有痱子粉，可以清楚地看出它的轮廓。待油酸薄膜形状稳定后，将事先准备好的玻璃板放在浅盘上，在玻璃板上描下油酸膜的形状。将画有油酸膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，计算轮廓范围内的正方形个数，不足半个的舍去，多于半个的算一个。把正方形的个数乘以单个正方形的面积就得到油膜的面积。

⑵ 分子的大小：除了一些有机物质的大分子外，多数分子尺寸的数量级为。

⑶ 阿伏加德罗常数：

我们在化学课中学过，的任何物质都含有相同的粒子数，这个数量可以用阿伏加德罗常数来表示。年用射线测得的阿伏加德罗常数是。

**典例精讲**

**【例1.1】**关于用油膜法估测分子大小实验的科学依据中，下列说法错误的是（　　）

A．将油酸薄膜看成单层的油酸分子组成

B．不考虑油酸分子间的空隙

C．实验需配置一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和痱子粉之间形成清晰的边界轮廓

D．将油酸分子简化为球形

【分析】明确“用油膜法估测分子的大小”实验的实验原理：油酸以单分子呈球型分布在水面上，且一个挨一个，从而可以由体积与面积相除求出油膜的厚度，即可正确解答。

【解答】解：ABD、在“用油膜法估测分子的大小”实验中，我们的实验依据是：①油膜是呈单分子分布的；②把油酸分子看成球形；③分子之间不考虑空隙，由此可知，故ABD正确；

C、实验需配置一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和痱子粉之间形成清晰的边界轮廓，属于实验操作，不是本实验的科学依据，故C错误。

本题选错误的，故选：C。

**【例1.2】**（虎丘区校级一模）如图所示，在“用油膜法估测分子大小”的实验中，在玻璃板上描出油膜的轮廓，随后把玻璃板放在坐标纸上，其形状如图所示，坐标纸上正方形小方格的边长为5mm，该油酸膜的面积是　2×10﹣3　m2；若一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是1×10﹣6mL，则油酸分子的直径是　5×10﹣10　m．（上述结果均保留1位有效数字）



【分析】在油膜所围成的方格中，先数出坐标纸上方格的个数，不足半个舍去，多于半个的算一个，即可统计出油酸薄膜的面积；根据d$=\frac{V}{S}$求出分子直径。

【解答】解：在围成的方格中，不足半个舍去，多于半个的算一个，共有80个方格，故油酸膜的面积为：

S＝80×（5×10﹣3）2 m2＝2×10﹣3m2

油酸分子直径为：

d$=\frac{V}{S}=\frac{1×10^{−6}×10^{−6}}{2×10^{−3}}$ m＝5×10﹣10m；

故答案为：2×10﹣3；5×10﹣10。

**【例1.3】**（鱼台县校级月考）在做“用油膜法估测分子的大小”实验中，油酸酒精溶液的浓度为每104mL溶液中有纯油酸6mL．用注射器抽得1mL上述溶液，共有液滴50滴。把1滴该溶液滴入盛水的浅盘里，待水面稳定后，将玻璃板放在浅盘上，在玻璃板上描出油膜的轮廓，随后把玻璃板放在坐标纸上其形状如图所示，坐标中正方形小方格的边长为20mm。则

（1）油酸膜的面积是　2.4×10﹣2m2　；

（2）每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是　1.2×10﹣5mL　；

（3）根据上述数据，估测出油酸分子的直径是　5×10﹣10 m　。



【分析】（1）采用估算的方法求油膜的面积，通过数正方形的个数：面积超过正方形一半算一个，不足一半的不算，数出正方形的总个数乘以一个正方形的面积，近似算出油酸膜的面积；

（2）一滴溶液的体积乘以溶液的浓度，就是1滴酒精油酸溶液所含纯油的体积；

（3）把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，油膜的厚度近似等于油酸分子的直径，由d$=\frac{V}{S}$，求出油酸分子直径。

【解答】解：（1）采用估算的方法求油膜的面积，通过数正方形的个数：面积超过正方形一半算一个，不足一半的不算，数出正方形的总个数乘以一个正方形的面积，近似算出油酸膜的面积。故S＝60×20×20mm2＝2.4×10﹣2m2；

（2）每滴溶液中含有纯油酸的体积为：V$=\frac{1}{50}×\frac{6}{10^{4}}×$10﹣6 m3＝1.2×10﹣11m3＝1.2×10﹣5mL；

（3）把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，油膜的厚度近似等于油酸分子的直径，由d$=\frac{V}{S}$，则油酸分子直径：d$=\frac{1.2×10^{−11}}{2.4×10^{−2}}$ m＝5×10﹣10 m；

故答案为：（1）2.4×10﹣2m2；（2）1.2×10﹣5mL；（3）5×10﹣10 m。

**【例1.4】**（高邮市模拟）在“用油膜法估测分子大小”的实验中，已知实验室中使用的酒精油酸溶液的浓度为A，N滴溶液的总体积为V．在浅盘中的水面上均匀撒上痱子粉，将一滴溶液滴在水面上，待油膜稳定后，在带有边长为a的正方形小格的玻璃板上描出油膜的轮廓（如图所示），测得油膜占有的正方形小格个数为X。

①用以上字母表示一滴酒精油酸溶液中的纯油酸的体积为　$\frac{AV}{N}$　。

②油酸分子直径约为　$\frac{VA}{NXa^{2}}$　。



【分析】在油膜法估测分子大小的实验中，让一定体积的纯油酸滴在水面上形成单分子油膜，估算出油膜面积，从而求出分子直径；

油膜面积由正方形小格个数乘以每个方格的面积。

【解答】解：实验时做的假设为：将油膜看成单分子膜；将油分子看作球形；认为油分子是一个紧挨一个的；

①由题意可知，一滴酒精油酸溶液中的纯油酸的体积为：

 V0$=\frac{AV}{N}$。

②每一滴所形成的油膜的面积为S＝Xa2，所以油膜的厚度，即为油酸分子的直径为为：

d$=\frac{V\_{0}}{S}=\frac{VA}{NXa^{2}}$。

故答案为：①$\frac{AV}{N}$； ②$\frac{VA}{NXa^{2}}$。

**2．分子永不停息地做无规则热运动**

物体里的分子永不停息地做无规则运动，这种运动跟温度有关，所以通常把分子的这种运动叫做热运动。

⑴ 扩散现象

从实验和生活现象中我们都会发现，不同物质能够彼此进入对方，物理学把这类现象叫做扩散。

⑵ 布朗运动

19世纪初，一些人观察到，悬浮在液体中的小颗粒总在不停的运动。1827年，英国植物学家布朗首先在显微镜下研究了这种运动。下面我们来做类似的实验。

把墨汁用水稀释后取出一滴放在高倍显微镜下观察，可以看到悬浮在液体中的小碳粒在不停地做无规则运动，追踪一个小碳粒的运动，每隔把碳粒的位置记录下来，然后用直线把这些位置按时间顺序依次连接起来，就得到类似右下图所示的微粒运动的位置连线。可以看出，微粒的运动是无规则的。实际上，就是在短短的内，微粒的运动也是极不规则的。

 

布朗运动是怎样产生的呢？

在显微镜下看起来连成一片的液体，实际上是由许多分子组成的。液体分子不停地做无规则运动，不断地撞击微粒。如图为一颗微粒受到周围液体分子撞击的情景。悬浮微粒足够小时，来自各个方向的液体分子撞击作用的不平衡性便表现出来了。在某一瞬间，微粒在某个方向受到的撞击作用较强；在下一瞬间，微粒受到另一个方向的撞击作用较强，这样，就引起了微粒的无规则运动。

**典例精讲**

**【例2.1】**（广东四模）下列说法正确的是（　　）

A．液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点

B．杯中的茶水慢慢冷却，该过程中有的水分子的运动速率反而增大了

C．清晨时阳光透过窗户射入房间，观察到空中飞舞的粉尘在做布朗运动

D．在南方的梅雨季节，湿衣服较不容易晾干，这是相对湿度较大的缘故

E．空调可以把热量从温度较低的室内传递到温度较高的室外而不引起其他变化

【分析】液晶的光学性质具有各向异性的特点，麦克斯韦提出了气体分子速率分布的规律，即“中间多，两头少”的规律，并且还与温度有关，布朗运动是固体颗粒在各个方向分子撞击不平衡的结果，空气的相对湿度越大，湿衣服越不容易干，根据热力学第二定律可以判断热量从温度较低的室内传递到温度较高的室外要消耗外部能量。

【解答】解：A、液晶具有液态时呈现各向异性，固态时呈现晶体的各向异性的特点，彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点，故A正确；

B、根据麦克斯韦速率的分布规律，当温度降低时，大部分的液体分子的速率减小，但个别液体分子的速率增加，故B正确；

C、空中飞舞的粉尘的运动是由于气流的作用而引起的宏观表现，不是布朗运动，故C错误；

D、在南方的梅雨季节，空气的相对湿度较大，蒸发变慢，湿衣服较不容易晾干，故D正确；

E、根据热力学第二定律，不可能从单一热源取热使之完全转换为有用的功而不产生其他影响，因此空调把热量从温度较低的室内传递到温度较高的室外需要消耗电能，故E错误。

故选：ABD。

**【例2.2】**（河南模拟）下列说法正确的是（　　）

A．空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果

B．悬浮在水中的花粉的布朗运动反映了花粉分子的热运动

C．高原地区水的沸点较低，这是高原地区温度较低的缘故

D．彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点

E．干湿泡湿度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，这是湿泡外纱布中的水蒸发吸热的结果

【分析】表面张力形成的原因是：液体跟气体接触的表面存在一个薄层，叫做表面层，表面层里的分子比液体内部稀疏，分子间的距离比液体内部大一些，分子间的相互作用表现为引力，即是表面张力；湿温度计下端包有湿纱布，湿纱布上的水分要蒸发，蒸发是一种汽化现象，汽化要吸热，所以湿温度计的示数较低；

布朗运动不是分子的运动，间接反映了分子的无规则运动；

【解答】解：A、空中的小雨滴呈球形是水的表面张力作用的结果，故A正确；

B、浮在水中的花粉的布朗运动反映了液体分子的热运动，它无法反映花粉分子的运动，故B错误；

C、高原地区水的沸点较低，这是高原地区压强较低的缘故，与温度无关，故C错误；

D、彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向异性的特点，故D正确；

E、干湿泡湿度计的湿泡显示的温度低于干泡显示的温度，这是湿泡外纱布中的水蒸发吸热的结果，故E正确。

故选：ADE。

**3．分子间的作用力**

气体很容易被压缩，说明气体分子间存在着很大的空隙。水和酒精混合后总体积会减小，说明液体分子间存在着空隙。压在一起的金片和铅片，各自的分子能扩散到对方的内部，说明固体分子间也存在着空隙。

分子间虽然有空隙，大量分子却能聚集在一起形成固体或液体，说明分子之间存在着引力；用力压所物体，物体内会产生反抗压缩的弹力，说明分子间还存在着斥力。

⑴ 分子间同时存在引力和斥力，实际表现的分子力是它们的合力。

⑵ 分子力特点：引力和斥力都随着距离的增大而减小；斥力比引力减小得快。

 

⑶ 分子间作用力（指引力和斥力的合力）随分子间距离而变化的规律是：

① 时表现为斥力；

② 时分子力为零；

③ 时表现为引力；

④ 以后，分子力变得十分微弱，可以忽略不计。

**典例精讲**

**【例3.1】**（陕西模拟）下列说法正确的是（　　）

A．零摄氏度的物体的内能为零

B．气体如果失去了容器的约束会散开，这是因为气体分子热运动的结果

C．温度相同的氧气和臭氧气体，分子平均动能相同

D．理想气体，分子之间的引力、斥力依然同时存在，且分子力表现为斥力

E．浸润现象是分子间作用力引起的

【分析】一切物体在任何温度下都具有内能；

气体分子间的作用力很小，可以忽略不计，气体分子不停地做无规则运动，气体分子可以充满整个容器，如果没有约束，气体将散开；

温度是分子的平均动能的标志；

理解分子力的变化特点与规律；

浸润和不浸润现象是液体分子间相互作用的表现。

【解答】解：A、一切物体在任何温度下都具有内能，所以零摄氏度的物体仍然有内能。故A错误；

B、气体分子间的作用力很小，可以忽略不计，气体分子不停地做无规则运动，气体分子可以充满整个容器，如果没有约束，气体将散开，故B正确；

C、温度是分子的平均动能的标志，温度相同的氧气和臭氧气体，分子平均动能相同；故C正确；

D、理想气体，分子之间的引力、斥力依然同时存在，但由于分子之间的距离较大，都可以忽略不计。故D错误；

E、浸润和不浸润现象是液体分子间相互作用的表现，与分子力有关。故E正确。

故选：BCE。

**【例3.2】**（黔东南州一模）下列说法正确的是 （　　）

A．布朗运动是液体分子的无规则运动

B．温度相同的理想气体，它们的分子平均动能一定相同

C．当分子力表现为引力时，分子势能随分子间距离的减小而减小

D．当分子力表现为斥力时，分子力随分子间距离的增大而减小

E．气体分子单位时间内与器壁单位面积碰撞的次数仅与气体的温度有关

【分析】正确解答本题需要掌握：布朗运动的特点、实质以及物理意义；分子力与分子之间距离的关系；温度是分子平均动能的标志，气体压强的微观解释。

【解答】解：

A、朗运动是固体小颗粒的无规则运动，间接地反映了分子的无规则运动，A错误；

B、温度相同的理想气体，它们的分子平均动能一定相同，B正确；

CD、当分子力表现为引力时，随距离的减小，分子力做正功，分子势能减小，当分子力表现为斥力时，随着距离增大，分子力在减小，CD正确；

E、根据压强的微观意义可知，气体分子单位时间内与器壁单位面积碰撞的次数，与气体的温度和单位体积内的分子数有关，E错误。

故选：BCD。

**【例3.3】**（许昌二模）下列说法正确的是（　　）

A．悬浮在水中的花粉颗粒不停地做无规则运动，这反映了水分子运动的无规则性

B．随着分子间距离的增大，分子间相互作用力可能先减小后增大

C．随着分子间距离的增大，分子势能一定先减小后增大

D．压强是组成物质的分子平均动能的标志

E．在真空和高温条件下，可以利用分子扩散向半导体材料中渗入其他元素

【分析】显微镜下水中的花粉颗粒不停地做无规则运动是布朗运动，反映了液体分子运动的无规则性；分子间的作用力与分子距离的关系比较复杂，距离增大，分子力不一定先减小后增大；分子势能也不一定先减小后增大。在真空、高温条件下，可以利用分子扩散向半导体材料掺入其他元素。

【解答】解：A、布朗运动的实质是液体分子不停地做无规则撞击悬浮微粒，并不是液体分子瞬时运动的结果，而是受到的来自各个方向的液体分子的撞击作用是不平衡的导致的，所以它反映液体分子运动的无规则性，故A正确；

B、分子力与分子间距离的关系比较复杂，要看分子力表现为引力，还是斥力，随着分子间距离的增大，分子间的相互作用力可能先减小后增大，也可能一直减小，故B正确。

C、随着分子间距离的增大，若分子力从斥力变为引力，分子力先做正功，后做负功，则分子势能先减小后增大，如果一开始就是引力，势能就是一直增加，故C错误。

D、温度是组成物质的分子平均动能的标志，故D错误；

E、在真空、高温条件下，可以利用分子扩散向半导体材料掺入其他元素。故E正确。

故选：ABE。

**随堂练习**

**一．选择题（共5小题）**

1．（历下区校级期中）在用油膜法估测分子的大小实验中，已知配制的酒精油酸溶液中，纯油酸与溶液体积之比为1：500，1mL油酸溶液是252滴，实验中测得一滴溶液形成的单分子油膜面积为396cm2，由以上数据可估测分子直径最接近于（　　）

A．1×10﹣10m B．2×10﹣10m C．5×10﹣10m D．2×10﹣9m

2．关于用油膜法估测分子大小实验的科学依据中，下列说法错误的是（　　）

A．将油酸薄膜看成单层的油酸分子组成

B．不考虑油酸分子间的空隙

C．实验需配置一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和痱子粉之间形成清晰的边界轮廓

D．将油酸分子简化为球形

3．（沙坪坝区校级模拟）下列说法中正确的是 （　　）

A．空气压缩到一定程度很难再压缩是因为分子间存在斥力的作用

B．阳光从缝隙射入教室，从阳光中看到的尘埃的运动就是布朗运动

C．液晶显示器是利用了液晶对光具有各向异性的特点

D．分子间距离增大时，分子间的作用力做负功，分子势能增大

4．布朗运动是说明分子运动的重要实验事实，布朗运动是指（　　）

A．液体分子的运动

B．只是悬浮在液体中的固体分子运动

C．悬浮在液体中或气体中的小颗粒的运动

D．水分子与花粉颗粒共同的运动

5．（重庆学业考试）下列叙述正确的是（　　）

A．只要知道水的摩尔质量和水分子的质量，就可以计算出阿伏伽德罗常数

B．物体的温度越高，每个分子热运动的动能越大

C．悬浮在液体中的固体颗粒越大，布朗运动就越明显

D．当分子间的距离增大时，分子间的引力变大而斥力减小

**二．多选题（共6小题）**

6．（济南一模）有关对热学的基础知识理解正确的是（　　）

A．液体表面张力的方向与液面平行并指向液体内部

B．热的物体把温度传递给冷的物体，最终达到相同温度

C．当某一密闭容器自由下落时，容器中的气体压强不会为零

D．空气相对湿度越大时，空气中水蒸气压强越接近同温度水的饱和汽压，水就停止蒸发

E．在“用油膜法测分子直径”的实验中，作出了把油膜视为单分子层、'忽略油酸分子间的间距并把油酸分子视为球形这三方面的近似处理

7．（上饶一模）把生鸭蛋放在盐水中腌制一段时间，盐就会进入鸭蛋里变成咸鸭蛋．则下列说法正确的是（　　）

A．如果让腌制汤温度升高，盐进入鸭肉的速度就会加快

B．盐分子的运动属于布朗运动

C．在鸭蛋的腌制过程中，有的盐分子进入鸭肉内，也有盐分子从鸭蛋里面出来

D．盐水温度升高，每个盐分子运动的速率都会增大

E．食盐晶体中的钠、氯离子按一定规律分布，具有空间上的周期性

8．（咸阳期末）根据分子的动理论、温度和内能的基本观点，下列说法中正确的是（　　）

A．气体的压强是由气体分子间的吸引和排斥产生的

B．温度高的物体内能不一定大，但分子平均动能一定大

C．布朗运动是液体分子的运动，它说明分子不停息地做无规则运动

D．当分子间的引力和斥力平衡时，分子势能最小

E．如果气体温度升高，那么所有分子的速率不一定都增加

9．（太原一模）下列说法正确的是 （　　）

A．布朗运动是液体分子的运动，说明液体分子在运不停息的做无规则的热运动

B．同一化学成分的某些物质能同时以晶体的形式和非晶体的形式存在

C．温度升高物体的内能一定增大

D．密度p体积为v摩尔质量为M的铝所含原子数为$\frac{ρv}{M}$NA

E．绕地球运行的“天宫二号”自由漂浮的水滴成球型，这是表面张力作用的结果

10．（烟台期末）把生鸭蛋放在盐水中腌制一定时间，盐就会进入鸭蛋里变成咸鸭蛋．则下列说法正确的是（　　）

A．如果让腌制鸭蛋的盐水温度升高，盐进入鸭蛋的速度就会加快

B．鸭蛋的腌制过程说明分子之间有引力，把盐分子吸进鸭蛋里

C．在鸭蛋的腌制过程中，有的盐分子进入鸭蛋内，有的盐分子从鸭蛋里面出来

D．盐分子的运动属于布朗运动

11．（黄石模拟）一密闭钢瓶中装有一定质量的理想气体，气体在温度T1、T2时的分子速率分布图象如图所示，横坐标v表示分子速率，纵坐标f（v）表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比。下列说法正确的是（　　）



A．T1＜T2

B．两种状态下瓶中气体分子的平均动能相等

C．随着温度的升高，气体分子中速率大的分子所占的比例增大

D．随着温度的升高，每一个气体分子的速率都增大

E．同一温度下，气体分子的速率呈现“中间多，两头少”的分布规律

**三．计算题（共3小题）**

12．（盐都区校级期末）已知水的摩尔质量为M＝18g/mol、密度为ρ＝1.0×103kg/m3，阿伏伽德罗常数为NA＝6.0×1023mol﹣1．

（1）求水分子的质量

（2）试估算1.2m3水所含的水分子数目．

13．（东平县校级期中）已知水的密度ρ＝1.0×103kg/m3，摩尔质量M＝1.8×10﹣2kg/mol，阿伏伽德罗常数N＝6.02×1023mol﹣1．估算：

（1）每个水分子的质量；

（2）每个水分子所占的体积。（计算结果保留两位有效数字）

14．（海淀区校级月考）中央气象台5月4日06时发布沙尘暴蓝色预警．其预计4月08时至5日08时，新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃中西部、宁夏、陕西北部、山西中北部、河北北部、北京、吉林西部和黑龙江西南部等地的部分地区将有扬沙或浮尘天气，其中内蒙古中西部等地的部分地区将有沙尘暴，局地强沙尘暴．据北京环保监测中心，这波外来浮尘已影响北京．其表示，昨天下午开始，北京上游出现大片起沙区域．夜间，沙尘主体东移，南部边缘经过北京，3点起从西北方向入境，4点全市PM10已达严重污染水平，全市绝大部分点位均超过1000微克/立方米．预计北京地区今日白天首要污染物为PM10，空气质量达到重污染级别．

（1）博文说“沙尘暴尘土飞扬，说明分子做无规则运动．”请你判断他的说法是否正确，并简述理由．

（2）请写出与“狂风卷起沙尘”的形成相关的物理知识．（写出一条即可）

**四．解答题（共3小题）**

15．（新沂市期中）在标准状况下，空气的摩尔质量是M＝2.9×10﹣2kg/mol，阿伏伽德罗常数约为6×1023mol﹣1，标准状况下1mol空气体积约为22.4L．求：

（1）空气中气体分子的平均质量；

（2）在标准状况下，成年人做一次深呼吸，约吸入200mL的空气，则做一次深呼吸吸入空气的质量；所吸入空气的分子个数．（结果均保留两位有效数字）

16．（荆州区校级月考）环境污染已非常严重，瓶装纯净水已经占领柜台．再严重下去，瓶装纯净空气也会上市．设瓶子的容积为500mL，空气的摩尔质量M＝29×10﹣3kg/mol．按标准状况计算，NA＝6.0×1023mol﹣1，试估算：

（1）空气分子的平均质量；

（2）一瓶纯净空气的质量；

（3）一瓶中约有多少个气体分子？（计算结果均保留2位有效数字）

17．2009年末，世界环境大会在哥本哈根召开，引起全球关注，环境问题越来越与我们的生活息息相关．比如说公共场所禁止吸烟，我们知道被动吸烟比主动吸烟害处更大．试估算一个高约2.8m，面积约10m2的办公室，若只有一人吸了一根烟．求：（人正常呼吸一次吸入气体300cm3，一根烟大约吸10次）

（1）估算被污染的空气分子间的平均距离．

（2）另一不吸烟者一次呼吸大约吸入多少个被污染过的空气分子．

**随堂练习**

**参考答案与试题解析**

**一．选择题（共5小题）**

1．（历下区校级期中）在用油膜法估测分子的大小实验中，已知配制的酒精油酸溶液中，纯油酸与溶液体积之比为1：500，1mL油酸溶液是252滴，实验中测得一滴溶液形成的单分子油膜面积为396cm2，由以上数据可估测分子直径最接近于（　　）

A．1×10﹣10m B．2×10﹣10m C．5×10﹣10m D．2×10﹣9m

【分析】根据浓度按比例算出纯油酸的体积．

把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，油膜的厚度近似等于油酸分子的直径，由d$=\frac{V}{S}$求出油酸分子直径．

【解答】解：1滴酒精油酸溶液的体积V1$=\frac{1}{252}$mL＝0.004mL，

由纯油酸与溶液体积比为1：500，可得1滴酒精油酸溶液中含油酸的体积V2＝0.004$×\frac{1}{500}=$8×10﹣6mL。

把油酸分子看成球形，且不考虑分子间的空隙，则油酸分子直径d$=\frac{V}{s}=$2×10﹣10m。

故选：B。

2．关于用油膜法估测分子大小实验的科学依据中，下列说法错误的是（　　）

A．将油酸薄膜看成单层的油酸分子组成

B．不考虑油酸分子间的空隙

C．实验需配置一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和痱子粉之间形成清晰的边界轮廓

D．将油酸分子简化为球形

【分析】明确“用油膜法估测分子的大小”实验的实验原理：油酸以单分子呈球型分布在水面上，且一个挨一个，从而可以由体积与面积相除求出油膜的厚度，即可正确解答。

【解答】解：ABD、在“用油膜法估测分子的大小”实验中，我们的实验依据是：①油膜是呈单分子分布的；②把油酸分子看成球形；③分子之间不考虑空隙，由此可知，故ABD正确；

C、实验需配置一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和痱子粉之间形成清晰的边界轮廓，属于实验操作，不是本实验的科学依据，故C错误。

本题选错误的，故选：C。

3．（沙坪坝区校级模拟）下列说法中正确的是 （　　）

A．空气压缩到一定程度很难再压缩是因为分子间存在斥力的作用

B．阳光从缝隙射入教室，从阳光中看到的尘埃的运动就是布朗运动

C．液晶显示器是利用了液晶对光具有各向异性的特点

D．分子间距离增大时，分子间的作用力做负功，分子势能增大

【分析】理解气体压强的实质；布朗运动的特点；液晶具有各向异性的特点；分子力随分子间距离的变化。

【解答】解：A、空气压缩到一定程度很难再压缩是因为气体压强的作，故A错误

B、布朗运动是固体颗粒的运动，观察需借助显微镜，而阳光从缝隙射入教室，从阳光中看到的尘埃的运动不就是布朗运，故B错误

C、液晶显示器是利用了液晶对光具有各向异性的特点，故C正确，

D、分子间距离增大时，分子间的作用力先减小后增大再减小，故先做正功后做负功，故D错误；

故选：C。

4．布朗运动是说明分子运动的重要实验事实，布朗运动是指（　　）

A．液体分子的运动

B．只是悬浮在液体中的固体分子运动

C．悬浮在液体中或气体中的小颗粒的运动

D．水分子与花粉颗粒共同的运动

【分析】根据对布朗运动的定义的理解回答，分清布朗运动的现象，是颗粒的运动，并非分子的运动，但能反映液体分子的无规则运动。

【解答】解：布朗运动是指悬浮在液体或气体中的小颗粒受到周围分子的撞击力而引起的无规则运动。并不是液体或气体分子的运动，也不是悬浮的固体分子的运动，而是固体颗粒受到撞击后的运动，它能间接反应液体或气体分子的无规则运动，故ABD错，C正确。

故选：C。

5．（重庆学业考试）下列叙述正确的是（　　）

A．只要知道水的摩尔质量和水分子的质量，就可以计算出阿伏伽德罗常数

B．物体的温度越高，每个分子热运动的动能越大

C．悬浮在液体中的固体颗粒越大，布朗运动就越明显

D．当分子间的距离增大时，分子间的引力变大而斥力减小

【分析】解决本题需掌握：

摩尔质量等于分子质量与阿伏加德罗常数的乘积；

温度是分子热运动平均动能的标志；

布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒的无规则运动；

分子间的距离增大时，分子间的引力和斥力同时减小，但斥力减小的更快．

【解答】解：A、摩尔质量是1摩尔分子的质量，故只要知道水的摩尔质量和水分子的质量，就可以计算出阿伏伽德罗常数，故A正确；

B、物体的温度越高，分子的平均动能越大，但不是每个分子的动能都大，故B错误；

C、悬浮在液体中的固体颗粒越小，碰撞的不平衡性越明显，布朗运动就越明显，故C错误；

D、当分子间的距离增大时，分子间的引力和斥力同时减小，但斥力减小的更快，故D错误；

故选：A。

**二．多选题（共6小题）**

6．（济南一模）有关对热学的基础知识理解正确的是（　　）

A．液体表面张力的方向与液面平行并指向液体内部

B．热的物体把温度传递给冷的物体，最终达到相同温度

C．当某一密闭容器自由下落时，容器中的气体压强不会为零

D．空气相对湿度越大时，空气中水蒸气压强越接近同温度水的饱和汽压，水就停止蒸发

E．在“用油膜法测分子直径”的实验中，作出了把油膜视为单分子层、'忽略油酸分子间的间距并把油酸分子视为球形这三方面的近似处理

【分析】表面张力产生在液体表面层，它的方向平行于液体表面，而非与液面垂直指向液体内部；

热的物体把热量传递给冷的物体；

气体压强是由分子频繁碰撞而引起的，与容器的运动状态无关；

空气中水蒸气压强越接近同温度水的饱和汽压，水就蒸发慢；

知道在油膜法测分子大小的实验中，将分子视为球形，并且不计分子间的间隙，同时形成的是单分子油膜。

【解答】解：A、表面张力产生在液体表面层，它的方向平行于液体表面，而非与液面垂直指向液体内部，故A错误；

B、在自然的过程中，热的物体把内能传递给冷的物体，最终达到温度相等；而不是热的物体把“温度”传递给冷的物体，最终达到温度相等，故B错误；

C、当某一密闭容器自由下落时，气体分子仍然在碰撞器壁，则气体压强不为零，故C正确；

D、空气相对湿度越大时，空气中水蒸气压强越接近同温度水的饱和汽压，水蒸发越慢，故D错误；

E、在“用油膜法测分子直径”的实验中，作出了把油膜是呈单分子分布的；把油酸分子看成球形；分子之间没有空隙，紧密排列，故E正确；

故选：CE。

7．（上饶一模）把生鸭蛋放在盐水中腌制一段时间，盐就会进入鸭蛋里变成咸鸭蛋．则下列说法正确的是（　　）

A．如果让腌制汤温度升高，盐进入鸭肉的速度就会加快

B．盐分子的运动属于布朗运动

C．在鸭蛋的腌制过程中，有的盐分子进入鸭肉内，也有盐分子从鸭蛋里面出来

D．盐水温度升高，每个盐分子运动的速率都会增大

E．食盐晶体中的钠、氯离子按一定规律分布，具有空间上的周期性

【分析】盐进入肉里属于扩散现象，是分子无规则热运动的结果，温度越高，根子运动越剧烈．晶体中的离子按一定规律分布，具有空间上的周期性．

【解答】解：A、如果让腌制汤温度升高，分子运动更剧烈，则盐进入鸭蛋的速度就会加快，故A正确；

B、布朗运动本身不是分子的运动，故B错误；

C、在腌制汤中，有盐分子进入鸭蛋，分子运动是无规则的，同样会有盐分子从鸭蛋里面出来，故C正确；

D、盐水温度升高，分子的平均动能增大，但不是每个盐分子运动的速率都会增大，个别分子的速率也可能减小，故D错误；

E、食盐晶体中的钠、氯离子按一定规律分布，具有空间上的周期性，故E正确；

故选：ACE。

8．（咸阳期末）根据分子的动理论、温度和内能的基本观点，下列说法中正确的是（　　）

A．气体的压强是由气体分子间的吸引和排斥产生的

B．温度高的物体内能不一定大，但分子平均动能一定大

C．布朗运动是液体分子的运动，它说明分子不停息地做无规则运动

D．当分子间的引力和斥力平衡时，分子势能最小

E．如果气体温度升高，那么所有分子的速率不一定都增加

【分析】大量做无规则热运动的分子对器壁频繁、持续地碰撞产生了气体的压强；

温度是分子热运动平均动能的标志；

布朗运动是悬浮的固体小颗粒的无规则运动，是液体分子热运动的反映；

分子力做功等于分子势能的减小量；

分子的平均速率不代表某个具体分子的速度．

【解答】解：A、大量做无规则热运动的分子对器壁频繁、持续地碰撞产生了气体的压强，故A错误；

B、温度是分子热运动平均动能的标志，故温度高的物体内能不一定大，还与分子数有关，但分子平均动能一定大，故B正确；

C、布朗运动是悬浮的固体小颗粒的无规则运动，是液体分子热运动的碰撞造成的，但不是液体分子的运动，故C错误；

D、当分子间的引力和斥力平衡时，分子力的合力为零；此后不论分子间距是增加还是减小，都要克服分子力做功，分子势能均要增加，故当分子间的引力和斥力平衡时，分子势能最小，故D正确；

E、如果气体温度升高，分子热运动的平均动能增加，平均速度增加，但不是所有分子的速率都增加，故E正确；

故选：BDE。

9．（太原一模）下列说法正确的是 （　　）

A．布朗运动是液体分子的运动，说明液体分子在运不停息的做无规则的热运动

B．同一化学成分的某些物质能同时以晶体的形式和非晶体的形式存在

C．温度升高物体的内能一定增大

D．密度p体积为v摩尔质量为M的铝所含原子数为$\frac{ρv}{M}$NA

E．绕地球运行的“天宫二号”自由漂浮的水滴成球型，这是表面张力作用的结果

【分析】布朗运动是指悬浮在液体中的颗粒所做的无规则运动的运动，不是液体分子的运动。同一化学成分的某些物质能同时以晶体的形式和非晶体的形式存在。物体的内能与物体的温度、体积和摩尔数等因素有关。原子数等于摩尔数乘以阿伏加德罗常数。液体表面存在表面张力。结合这些知识分析。

【解答】解：A、布朗运动是悬浮在液体中固体微粒所做的无规则运动，不是液体分子的运动。布朗运动是由大量液体分子撞击微粒引起的，反映了液体分子的无规则运动，故A错误；

B、同一化学成分的某些物质能同时以晶体的形式和非晶体的形式存在，例如液晶就同时具有晶体和非晶体的性质；故B正确；

C、物体的内能与物体的温度、体积和摩尔数等因素有关，所以温度升高物体的内能不一定增大，故C错误；

D、质量和摩尔质量的比值就是物质的量，物质的量乘以阿伏伽德罗常数就是原子个数，故D正确；

E、绕地球运行的“天宫二号”自由漂浮的水滴成球型，是由于液体表面张力作用而形成球形；故E正确；

故选：BDE。

10．（烟台期末）把生鸭蛋放在盐水中腌制一定时间，盐就会进入鸭蛋里变成咸鸭蛋．则下列说法正确的是（　　）

A．如果让腌制鸭蛋的盐水温度升高，盐进入鸭蛋的速度就会加快

B．鸭蛋的腌制过程说明分子之间有引力，把盐分子吸进鸭蛋里

C．在鸭蛋的腌制过程中，有的盐分子进入鸭蛋内，有的盐分子从鸭蛋里面出来

D．盐分子的运动属于布朗运动

【分析】盐进入肉里属于扩散现象，是分子无规则热运动的结果，温度越高，根子运动越剧烈．

【解答】解：A、如果让腌制汤温度升高，分子运动更剧烈，则盐进入鸭蛋的速度就会加快，故A正确；

B、烤鸭的腌制过程盐会进入肉里说明分子之间有间隙，以及说明分子不停的做无规则运动，不是因为分子之间有引力，故B错误；

C、在腌制汤中，有盐分子进入鸭蛋，分子运动是无规则的，同样会有盐分子从鸭蛋里面出来，故C正确；

D、布朗运动本身不是分子的运动，故D错误；

故选：AC。

11．（黄石模拟）一密闭钢瓶中装有一定质量的理想气体，气体在温度T1、T2时的分子速率分布图象如图所示，横坐标v表示分子速率，纵坐标f（v）表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比。下列说法正确的是（　　）



A．T1＜T2

B．两种状态下瓶中气体分子的平均动能相等

C．随着温度的升高，气体分子中速率大的分子所占的比例增大

D．随着温度的升高，每一个气体分子的速率都增大

E．同一温度下，气体分子的速率呈现“中间多，两头少”的分布规律

【分析】温度是分子平均动能的标志，温度升高分子的平均动能增加，不同温度下相同速率的分子所占比例不同；注意掌握图象的基本性质即可解答。

【解答】解：A、由图可知，②中速率大分子占据的比例较大，则说明②对应的平均动能较大，故②对应的温度较高，T1＜T2，故A正确。

B、温度是分子平均动能的标志，温度不同，所以分子的平均动能不同，故B错误；

C、随着温度的升高，气体分子中速率大的分子所占的比例增大，从而使分子平均动能增大，故C正确；

D、温度升高使得气体分子的平均速率增大，不一定每一个气体分子的速率都增大，故D错误；

E、同一温度下，中等速率大的气体分子数所占的比例大，即氧气分子呈现“中间多，两头少”的分布规律，故E正确；

故选：ACE。

**三．计算题（共3小题）**

12．（盐都区校级期末）已知水的摩尔质量为M＝18g/mol、密度为ρ＝1.0×103kg/m3，阿伏伽德罗常数为NA＝6.0×1023mol﹣1．

（1）求水分子的质量

（2）试估算1.2m3水所含的水分子数目．

【分析】（1）摩尔质量除以阿伏伽德罗常数即可求出分子质量；

（2）由体积与密度相乘求出水的质量，质量除以摩尔质量求出摩尔数，再乘以阿伏加德罗常数NA，即可求得水分子的总数N．

【解答】解：（1）水分子的质量等于摩尔质量除以阿伏伽德罗常数，即：m$=\frac{M}{N\_{A}}$

代入数据得：m＝3×10﹣26kg

（2）水分子数目为：

N$=\frac{ρV}{M}×$NA

代入数据得：

N$=\frac{1×10^{6}×1.2}{18×10^{−3}}×$6×1023＝4×1028（个）

答：（1）水分子的质量是3×10﹣26kg；

（2）1.2m3水所含的水分子数目为4×1028个．

13．（东平县校级期中）已知水的密度ρ＝1.0×103kg/m3，摩尔质量M＝1.8×10﹣2kg/mol，阿伏伽德罗常数N＝6.02×1023mol﹣1．估算：

（1）每个水分子的质量；

（2）每个水分子所占的体积。（计算结果保留两位有效数字）

【分析】（1）根据水的摩尔质量和阿伏伽德罗常数可求解每个水分子的质量；

（2）水的摩尔质量和密度可以求出其摩尔体积，可将水分子看做球体，然后根据阿伏伽德罗常数即可正确解答。

【解答】解：（1）每个水分子的质量m$=\frac{M}{N}$

代入数据解得：m＝3.0×10﹣26kg

（2）每个水分子所占的体积V$=\frac{M}{ρN}$

解得：V＝3.0×10﹣29m3

答：（1）每个水分子的质量是3.0×10﹣26kg；

（2）每个水分子所占的体积3.0×10﹣29m3。

14．（海淀区校级月考）中央气象台5月4日06时发布沙尘暴蓝色预警．其预计4月08时至5日08时，新疆南疆盆地、内蒙古中西部、甘肃中西部、宁夏、陕西北部、山西中北部、河北北部、北京、吉林西部和黑龙江西南部等地的部分地区将有扬沙或浮尘天气，其中内蒙古中西部等地的部分地区将有沙尘暴，局地强沙尘暴．据北京环保监测中心，这波外来浮尘已影响北京．其表示，昨天下午开始，北京上游出现大片起沙区域．夜间，沙尘主体东移，南部边缘经过北京，3点起从西北方向入境，4点全市PM10已达严重污染水平，全市绝大部分点位均超过1000微克/立方米．预计北京地区今日白天首要污染物为PM10，空气质量达到重污染级别．

（1）博文说“沙尘暴尘土飞扬，说明分子做无规则运动．”请你判断他的说法是否正确，并简述理由．

（2）请写出与“狂风卷起沙尘”的形成相关的物理知识．（写出一条即可）

【分析】扩散现象表明组成物质的分子在不停地做无规则运动；

明确狂风卷起沙尘的形成原因，从而明确对应的物理知识，知道与大气压强有关；

【解答】解：（1）尘土飞扬是固态小颗粒的机械运动，是由于空气流动形成的，不是分子的无规则运动；

（2）“狂风卷起沙尘”与大气压强相关，风速较大时，压强较小，而风速较小时，压强较大；同时本现象还与机械运动有关．

答：（1）不是分子的无规则运动，属于空气流动；

（2）与压强有关，同时与机械运动有关．

**四．解答题（共3小题）**

15．（新沂市期中）在标准状况下，空气的摩尔质量是M＝2.9×10﹣2kg/mol，阿伏伽德罗常数约为6×1023mol﹣1，标准状况下1mol空气体积约为22.4L．求：

（1）空气中气体分子的平均质量；

（2）在标准状况下，成年人做一次深呼吸，约吸入200mL的空气，则做一次深呼吸吸入空气的质量；所吸入空气的分子个数．（结果均保留两位有效数字）

【分析】（1）根据空气的摩尔质量与阿伏伽德罗常数之比，可求解空气中气体分子的平均质量．

（2）根据摩尔体积、摩尔质量和体积，求出空气的质量．再求出空气分子的摩尔数，即可求得空气分子数．

【解答】解：（1）空气中气体分子的平均质量 m0$=\frac{M}{N\_{A}}=\frac{2.9×10^{−2}}{6×10^{23}}≈$4.8×10﹣26kg

（2）做一次深呼吸吸入空气的质量 m$=\frac{V}{V\_{0}}M=\frac{200×10^{−2}L}{22.4L}×$2.9×10﹣2kg＝2.6×10﹣4kg

所吸入空气的分子数 n$=\frac{m}{m\_{0}}≈$5.4×1021（个）

答：

（1）空气中气体分子的平均质量是4.8×10﹣26kg；

（2）做一次深呼吸吸入空气的质量是2.6×10﹣4kg，所吸入空气的分子数是5.4×1021个．

16．（荆州区校级月考）环境污染已非常严重，瓶装纯净水已经占领柜台．再严重下去，瓶装纯净空气也会上市．设瓶子的容积为500mL，空气的摩尔质量M＝29×10﹣3kg/mol．按标准状况计算，NA＝6.0×1023mol﹣1，试估算：

（1）空气分子的平均质量；

（2）一瓶纯净空气的质量；

（3）一瓶中约有多少个气体分子？（计算结果均保留2位有效数字）

【分析】根据摩尔质量与阿伏伽德罗常数求出空气分子的平均质量；根据瓶子的体积求出瓶中气体的摩尔数，结合摩尔质量求出一瓶纯净空气的质量．根据瓶中分子质量求出分子数．

【解答】解：（1）空气分子的平均质量为：m$=\frac{M}{N\_{A}}=\frac{29×10^{−3}}{6.0×10^{23}}$kg＝4.8×10﹣26kg

（2）一瓶纯净空气的物质的量为：n$=\frac{0.5}{22.4}$mol．

则瓶中气体的质量为：m＝nM$=\frac{0.5}{22.4}×$29×10﹣3kg＝6.5×10﹣4kg．

（3）分子数为：N＝nNA$=\frac{V\_{瓶}}{V\_{m}}$•NA$=\frac{0.5×6.0×10^{23}}{22.4}$个＝1.3×1022个．

答：（1）空气分子的平均质量是4.8×10﹣26 kg；

（2）一瓶纯净空气的质量是6.5×10﹣4 kg；

（3）一瓶中约有1.3×1022个气体分子．

17．2009年末，世界环境大会在哥本哈根召开，引起全球关注，环境问题越来越与我们的生活息息相关．比如说公共场所禁止吸烟，我们知道被动吸烟比主动吸烟害处更大．试估算一个高约2.8m，面积约10m2的办公室，若只有一人吸了一根烟．求：（人正常呼吸一次吸入气体300cm3，一根烟大约吸10次）

（1）估算被污染的空气分子间的平均距离．

（2）另一不吸烟者一次呼吸大约吸入多少个被污染过的空气分子．

【分析】（1）运用气体摩尔体积22.4L/mol算一根烟是3000cm3污染气体，换算成摩尔数，乘以阿伏伽德罗常数就是污染分子数目．相比整个空气的体积是30m3，除以污染分子数目，就是单个污染分子占有体积，开立方就是距离．

（2）被动吸烟者一次吸入被污染的空气分子数等于吸入的体积与单位体积空间内含被污染的空气分子数的乘积．

【解答】解：（1）吸烟者抽一根烟吸入气体的总体积10×300cm3，含有空气分子数：

n$=\frac{10×300×10^{−6}}{22.4×10^{−3}}×$6.02×1023个＝8.1×1022个

办公室单位体积空间内含被污染的空气分子数为：

n′$=\frac{8.1×10^{22}}{10×2.8}$个/米3＝2.9×1021个/米3

每个污染分子所占体积为：

V$=\frac{1}{2.9×10^{21}}$m3

所以平均距离为：L＝7×10﹣8m．

（2）被动吸烟者一次吸入被污染的空气分子数为：

n＝2.9×1021×300×10﹣6个＝8.7×1017个

答：（1）估算被污染的空气分子间的平均距离为7×10﹣8m．

（2）另一不吸烟者一次呼吸大约吸入8.7×1017个被污染过的空气分子．