**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】**（凉山州模拟）有关对热学知识理解正确的是（　　）（填入正确选项前的字母，选对1个给2分，选对2个给4分，选对3个给5分，每选错1个扣3分，最低得分为0分）

A．气体的体积是所有气体分子的体积之和

B．高温物体可以自发把热量传递给低温物体，最终两物体可达到热平衡状态

C．大气压强是由于大气受到重力产生的，容器中气体压强是由于气体重力产生的

D．液晶显示器利用了液晶对光具有各向异性的特点

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】分子间空隙很大，气体分子的体积很小，气体的体积指的是气体占据的空间；根据热力学第二定律可知根据气体高温物体可以自发把热量传递给低温物体，最终两物体可达到热平衡状态；根据温度的微观含义、压强产生的微观机理分析；液晶的特征是具有光学异性，可以制作显示器；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、气体分子间空隙很大，气体的体积大于所有气体分子的体积之和，故A错误；

B、根据热力学第二定律，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正确；

C、气体的压强产生的原因是由大量气体分子对器壁不断碰撞容器壁而产生的，故C错误；

D、液晶的特征是具有光学异性，故可以制作显示器，故D正确；

E、在“用油膜法测分子直径”的实验中，需要将油膜看作单分子层，同时要忽略油酸分子间的间距并把油酸分子视为球形，故E正确；

故选：BDE。

**【例1.2】**（济南三模）在“用油膜法估测分子的大小”的实验中，下列做法正确的是（　　）

A．用注射器吸取配制好的油酸酒精溶液，把它一滴一滴地滴入小量筒中，若100滴溶液的体积是ImL，则1滴溶液中含有油酸10﹣2mL

B．往浅盘里倒入适量的水，再将痱子粉或细石膏粉均匀地撒在水面上

C．用注射器往水面上滴l滴油酸酒精溶液，同时将玻璃板放在浅盘上，并立即在玻璃板上描下油酸膜的形状

D．将画有油酸膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，计算轮廓范围内正方形的个数，并求得油膜的面积

E．根据l滴油酸溶液中油酸的体积v和油膜面积S就可以算出油膜厚度d$=\frac{V}{S}$，即油酸分子的大小

【分析】明确用“油膜法”估测分子大小的实验原理：认为油酸分子是紧密排列的，而且形成的油膜为单分子油膜，然后用每滴油酸酒精溶液所含油酸体积除以油膜面积得出的油膜面积厚度即为油酸分子直径．

【解答】解：A、若100滴溶液的体积是1mL，则1滴溶液中含有油酸溶液为10﹣2mL，故A错误；

B、往浅盘里倒入适量的水，再将痱子粉或细石膏粉均匀地撒在水面上，便于测量油膜面积，故B正确；

C、用注射器往水面上滴l滴油酸酒精溶液，同时将玻璃板放在浅盘上，等待稳定后，在玻璃板上描下油酸膜的形状，故C错误；

D、将画有油酸膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，计算轮廓范围内正方形的个数，注意超过一半，算一格，小于一半，舍去，从而求得油膜的面积，故D正确；

E、依据l滴油酸溶液中油酸的体积V和油膜面积S就可以算出油膜厚度d$=\frac{V}{S}$，即油酸分子的大小，故E正确；

故选：BDE。

**【例1.3】**（福州期末）在“油膜法估测油酸分子的大小”实验中，有下列实验步骤

①往边长约为40cm的浅盘里倒入约2cm深的水，待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上．

②用注射器将配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待薄膜形状稳定．

③将画有油膜形状的玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，根据油酸的体积和面积计算出油酸分子直径的大小．

④用注射器将事先配好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下量筒内每增加一定体积时的滴数，由此计算出一滴油酸酒精溶液的体积．

⑤将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上．

完成下列填空：

（1）上述步骤中，正确的顺序是　④①②⑤③　．（填写步骤前面的数字）

（2）将1cm3的油酸溶于酒精，制成300cm3的油酸酒精溶液；测得1cm3的油酸酒精溶液有50滴．现取一滴该油酸酒精溶液滴在水面上，测得所形成的油膜的面积是0.13m2．由此估算出油酸分子的直径为　5×10﹣10　m（结果保留1位有效数字）

（3）用油膜法测分子直径的实验中做了哪些科学的近似　AB

A．把在水面上尽可能扩散开的油膜视为单分子油膜

B．把形成油膜的分子看做紧密排列的球形分子

C．将油膜视为单分子油膜，但需要考虑分子间隙

D．将油酸分子视为立方体模型．

【分析】（1）将配制好的油酸酒精溶液，通过量筒测出1滴此溶液的体积．然后将1滴此溶液滴在有痱子粉的浅盘里的水面上，等待形状稳定后，将玻璃板放在浅盘上，用彩笔描绘出油酸膜的形状，将画有油酸薄膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，按不足半个舍去，多于半个的算一个，统计出油酸薄膜的面积．

（2）用1滴此溶液的体积除以1滴此溶液的面积，恰好就是油酸分子的直径．

（3）明确“用油膜法估测分子的大小”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，从而由油酸的体积与油膜的面积相除求出油膜的厚度，即可正确解答．

【解答】解：（1）“油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤为：

配制酒精油酸溶液（教师完成，记下配制比例）→测定一滴酒精油酸溶液的体积v$=\frac{V}{N}$（题中的④）→准备浅水盘（①）→形成油膜（②）→描绘油膜边缘（⑤）→测量油膜面积（③）→计算分子直径（③）

（2）计算步骤：先计算一滴油酸酒精溶液中油酸的体积＝一滴酒精油酸溶液的体积×配制比例$=\frac{1×10^{−6}}{50}×\frac{1}{300}$，

再计算油膜面积，最后计算分子直径d═$\frac{1×10^{−6}}{50}×\frac{1}{300}×\frac{1}{0.13}=$5×10﹣10m．

（3）在“用油膜法估测分子的大小”实验中，做这样的近似：

①油膜是呈单分子分布的；②把油酸分子看成球形；③分子之间没有空隙，紧密排列；故AB正确，CD错误；

故答案为：

（1）④①②⑤③；

（2）5×10﹣10；

（3）AB．

**【例1.4】**（洮北区校级期末）“用油膜法估测分子的大小”的实验

（1）“用油膜法估测分子的大小”实验的科学依据是　BC

A．考虑了各油酸分子间的间隙

B．不考虑各油酸分子间的间隙

C．将油酸形成的膜看成单分子油膜

D．将油酸分子看成立方体

（2）某学生在做“用油膜法估测分子的大小”的实验时，计算结果偏大，可能是由于　AC

A．油酸未完全散开

B．油酸溶液浓度低于实际值

C．计算油膜面积时，舍去了所有不足一格的方格

D．求每滴体积时1mL的溶液的滴数多记了10滴

（3）在“用油膜法估测分子大小”实验中所用的油酸酒精溶液为1000mL溶液中有纯油酸0.6mL，用量筒测得1mL上述溶液为80滴，把1滴该溶液滴入盛水的浅盘内，让油膜在水面上尽可能散开，油酸薄膜的轮廓形状和尺寸如图所示，图中正方形方格的边长为1cm，试求：

①油酸膜的面积是　115　cm2．（保留三位有效数字）

②每滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是　7.5×10﹣12　m3

③实验测出油酸分子的直径是　6.5×10﹣10　m．（结果保留两位有效数字）

④实验中为什么要让油膜尽可能散开　这样做的目的是为了让油膜在水平面上形成单分子油膜　。



【分析】（1）“用油膜法估测分子的大小”的实验原理是：油酸以单分子层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。

（2）根据实验原理分析误差产生的原因。

（3）根据图示油膜估算出油膜的面积，估算时超过半格算一个，不足半格舍去。根据题意求出油的体积，然后求出油膜的厚度，即分子直径。让油在水面上尽可能散开，形成单分子油膜。

【解答】解：（1）“用油膜法估测分子的大小”实验的科学依据是：不考虑各油酸分子间的间隙，将油酸形成的膜看成单分子油膜，把油酸分子看成球形，故AD错误，BC正确。

故选：BC

（2）A、油酸未完全散开，油膜面积测量值偏小，根据d$=\frac{V}{S}$知分子的大小测量值偏大，故A正确。

B、油酸溶液浓度低于实际值，每滴纯油酸体积测量值偏小，根据d$=\frac{V}{S}$知分子的大小测量值偏小，故B错误。

C、计算油膜面积时，舍去了所有不足一格的方格，油膜面积测量值偏小，根据d$=\frac{V}{S}$知分子的大小测量值偏大，故C正确。

D、求每滴体积时1mL的溶液的滴数多记了10滴，则求出的每滴纯油酸体积偏小，根据d$=\frac{V}{S}$知分子的大小测量值偏小，故D错误。

故选：AC

（3）①由图示可知，由于每格边长为1cm，则每一格面积是1cm2，估算油膜面积时以超过半格以一格计算，小于半格就舍去的原则，估算出115格。则油酸薄膜面积S＝115cm2。

②一滴油溶液中含纯油酸的体积为 V$=\frac{0.6}{1000}×\frac{1mL}{80}=$7.5×10﹣6mL＝7.5×10﹣12m3，

③所以油酸分子直径为 d$=\frac{V}{S}=\frac{7.5×10^{−12}}{115×10^{−4}}$m≈6.5×10﹣10m；

④当油酸溶液滴在水面后，让油膜尽可能散开，目的是为了让油膜在水平面上形成单分子油膜。

故答案为：

（1）B C。

（2）AC。

（3）①115．②7.5×10﹣12．③6.5×10﹣10．④这样做的目的是为了让油膜在水平面上形成单分子油膜。

#### 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】**（播州区校级月考）关于分子动理论和物体的内能，下列说法正确的是（　　）

A．温度越高，液体中悬浮微粒的布朗运动就越明显

B．“油膜法”估测分子大小实验中，可将纯油酸直接滴入浅盘的水面上

C．分子间的引力和斥力都随着分子间距离的增大而减小

D．分子间的引力和斥力相等时，分子势能一定为零

E．物体温度降低时，其分子热运动的平均动能一定减小

【分析】“油膜法”估测分子大小实验要形成单分子油膜；布朗运动是液体分子碰撞的不平衡性造成的；分子间的引力和斥力都随着分子间距离的增大而减小，但斥力减小更快；分子力的合力为零时，分子势能最小；温度是分子热运动平均动能的标志．

【解答】解：A、布朗运动是液体分子碰撞的不平衡性造成的；液体温度越高，固体颗粒越小，液体中悬浮微粒的布朗运动就越明显；故A正确；

B、“油膜法”估测分子大小实验中，要先撒上痱子粉，将酒精油酸液液滴入痱子粉上，故B错误；

C、分子间的引力和斥力都随着分子间距离的增大而减小，但斥力减小更快，故C正确；

D、分子间的引力和斥力相等时，分子力的合力为零，分子势能最小，但可以不为零，分子势能的零点是人为规定的，故D错误；

E、温度是分子热运动平均动能的标志，故物体温度降低时，其分子热运动的平均动能一定减小，故E正确；

故选：ACE。

**【例2.2】**（张家口期末）关于分子动理论，下列说法正确的是（　　）

A．已知氧气的摩尔体积和阿伏加德罗常数，可求氧分子的体积

B．已知水的摩尔质量和阿伏加德罗常数，可求一个水分子的质量

C．布朗运动是指悬浮在液体中的固体分子的无规则运动

D．扩散现象是由于分子永不停息的做无规则运动造成的

E．两个分子从平衡位置相互靠近时，分子间斥力和引力同时变大

【分析】只知道气体的摩尔体积和阿伏伽德罗常数可以算出气体分子所占空间的大小，布朗运动反映了液体中分子的无规则运动，根据分子之间作用力的变化规律分析。

【解答】解：A、已知氧气的摩尔体积和阿伏加德罗常数，可求氧分子占据空间的体积，不是氧分子的体积，故A错误；

B、用水的摩尔质量除以阿伏加德罗常数，可求出一个水分子的质量，故B正确；

C、布朗运动是指悬浮在液体中的固体颗粒的无规则运动，不是固体分子的无规则运动，故C错误；

D、扩散现象是由于分子永不停息的做无规则运动造成的，故D正确；

E、两个分子从平衡位置相互靠近时，分子间斥力和引力同时变大，故E正确。

故选：BDE。

**【例2.3】**（成都月考）下列说法正确的是（　　）

A．一定质量的气体放出热量，其分子的平均动能可能增大

B．在不考虑分子势能的情况下，质量和温度相同的氢气和氧气内能相同

C．液体中悬浮颗粒内的分子所做的无规则运动就是布朗运动

D．天然石英表现为各向异性，是由于组成该物质的微粒在空间的排列是规则的

E．某些小昆虫在水面上行走自如，是因为“液体的表面张力”，该力是分子力的宏观表现

【分析】根据热力学第一定律分析；内能与物质的量、温度、体积等都有关；石英晶体中的离子排列是规则的；根据表面张力的特点分析。

【解答】解：A、气体放出热量，若外界对其做功，根据热力学第一定律可知内能可能增大，其分子的平均动能可能增大，故A正确；

B、质量相等的氢与氧比较，氢的物质的量较多；温度相等则分子的平均动能相等，所以在不考虑分子势能的情况下，质量和温度相同的氢气和氧气内能不相同，故B错误；

C、布朗运动是悬浮在液体中固体小颗粒的运动，不是分子的无规则运动，故C错误；

D、天然石英表现为各向异性，是由于组成该物质的微粒在空间的排列是规则的，具有空间上的周期性，故D正确；

E、液体表面张力产生的原因是：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，某些小昆虫在水面上行走自如，是因为“液体的表面张力”，该力是分子力的宏观表现。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】**（呼和浩特二模）下列说法正确的是（　　）

A．在两分子间距离增大的过程中，分子间的作用力一定减小

B．用NA表示阿伏加德罗常数，M表示铜的摩尔质量，ρ表示实心铜块的密度，那么铜块中一个铜原子所占空间的体积可表示为$\frac{M}{ρN\_{A}}$

C．滴入水中的红墨水很快散开说明液体内存在表面张力

D．物体温度升高时，速率小的分子数目减少，速率大的分子数目增多

E．一定质量的理想气体等压膨胀过程一定吸热

【分析】分子力与分子距离的关系比较复杂，可能增大，也可能减小；依据热力学第一定律△U＝Q+W；温度表示物体的冷热程度，在微观角度看表示了大量分子无规则运动的剧烈程度；扩散现象说明分子在永不停息地运动。

【解答】解：A、分子间距离增大时，分子间的作用力不一定减小，也可能增大，与分子力表现为引力和斥力有关，故A错误；

B、M表示铜的摩尔质量，ρ表示铜的密度，则铜的摩尔体积：V$=\frac{M}{ρ}$，一个铜原子所占空间的体积可表示为：V0$=\frac{V}{N}=\frac{M}{ρN\_{A}}$，故B正确；

C、红墨水在水中扩散是因为分子在永不停息地无规则运动，与表面张力无关，故C错误；

D、温度从微观角度看表示了大量分子无规则运动的剧烈程度，物体温度升高时，速率小的分子数目减少，速率大的分子数目增多，故D正确；

E、理想气体等压膨胀过程，根据$\frac{PV}{T}=$C，温度增加，故内能增加，根据热力学第一定律△U＝W+Q，对外做功，故一定吸收热量，故E正确。

故选：BDE。

**【例3.2】**（红花岗区校级模拟）如图所示是分子间引力或斥力大小随分子间距离变化的图象，由此可知（　　）



A．ab表示引力图线

B．cd表示引力图线

C．当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子力一定为零

D．当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子势能一定最小

E．当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子势能一定为零

【分析】分子间同时存在引力和斥力，随着分子间距的增加，引力和斥力同时减小，随着分子间距的减小，引力和斥力同时增大；根据分子力做功情况判断分子势能的变化。

【解答】解：A、分子间同时存在引力和斥力，随着分子间距的增加，引力和斥力同时减小，但斥力变化快，引力变化慢，由此可知，ab表示引力图线，cd表示斥力图线。故A正确，B错误；

C、当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子引力与分子斥力大小相等，所以分子力一定为零。故C正确；

D、当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子力一定为零；若增大分子之间的距离，则分子力表现为引力，增大距离的过程中分子引力做负功，分子势能增大；若减小分子之间的距离，则分子力表现为分子斥力，减小距离的过程中分子斥力做负功，分子势能也增大，所以当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子势能一定最小。故D正确；

E、分子势能的大小与分子之间的距离有关，同时也与零势能点的选择有关。当分子间距离r等于两图线交点e的横坐标时，分子势能一定最小，但不一定等于0．故E错误。

故选：ACD。

**【例3.3】**（湛江二模）以下说法正确的是 （　　）

A．做布朗运动的微粒的无规则运动是液体分子无规则运动的反映

B．分子运动的平均速度可能为零，瞬时速度不可能为零

C．液体与大气相接触，表面层内分子所受其他分子的作用表现为相互吸引

D．热量可以自发地从低温物体向高温物体传递

E．气体分子单位时间内对单位面积器壁碰撞的次数与单位体积内的分子数和温度有关

【分析】固体小颗粒做布朗运动说明了液体分子不停的做无规则运动。分子运动是无规则的。液体表面层内分子间的作用力表现为引力。根据热力学第二定律分析变化。根据气体压强的微观意义分析。

【解答】解：A、布朗运动是悬浮在液体中固体小颗粒的运动，布朗运动说明了液体分子不停的做无规则运动，故A正确。

B、分子做永不停息的无规则运动，分子运动的平均速度不可能为零，瞬时速度有可能为零，故B错误。

C、液体与大气相接触，表面层内分子间距离大于平衡距离，分子间的作用表现为引力，故C正确。

D、根据热力学第二定律可知，热量不可以自发地从低温物体向高温物体传递。故D错误。

E、根据气体压强的微观意义的解释可知，气体分子单位时间内对单位面积器壁碰撞的次数与单位体积内的分子数和温度有关，故E正确。

故选：ACE。

**【例3.4】**（巴宜区校级四模）关于分子动理论，下列说法正确的是（　　）

A．液晶像液体一样具有流动性，而其光学性质和某些晶体相似，具有各向异性

B．布朗运动反映了悬浮颗粒内部的分子在不停地做无规则热运动

C．气体从外界吸收热量，其内能不一定增加

D．如果两个系统分别与第三个系统达到热平衡，那么这两个系统彼此之间也必定处于热平衡，用来表征它们所具有的“共同热学性质”的物理量叫做内能

E．当两个分子间的距离为分子力平衡距离r0时，分子势能最小

【分析】液晶具有流动性和晶体的各向异性．布朗运动是液体或气体中悬浮微粒的无规则运动，它是液体分子无规则运动的反映；

明确热力学第一定律的基本内容，知道做功和热传递均可以改变物体的内能；

达到热平衡的标志是温度相等；明确分子力和分子势能之间的关系，知道分子间距离为平衡距离时，分子势能最小．

【解答】解：A、液晶是一类特殊的物质形态，它像液体一样具有流动性，而其光学性质和某些晶体相似具有各向异性。故A正确；

B、布朗运动是液体或气体中悬浮微粒的无规则运动，它反映的是液体分子的无规则运动，不能反映颗粒分子的无规则运动，故B错误。

C、气体从外界吸收热量，如果同时对外做功，则其内能不一定增加，故C正确；

D、如果两个系统分别与第三个系统达到热平衡，那么这两个系统彼此之间也必定处于热平衡，用来表征它们所具有的“共同热学性质”的物理量叫做温度；故D错误；

E、当两个分子间的距离为分子力平衡距离r0时，分子势能最小，故E正确。

故选：ACE。

**随堂练习**

**一．选择题（共10小题）**

1．（德州校级期中）已知在标准状况下，1mol氢气的体积为22.4L，氢气分子间距约为（　　）

A．10﹣9m B．10﹣10m C．10﹣11m D．10﹣8m

2．（历下区校级期中）对于液体和固体，如果用M表示摩尔质量，ρ表示物质密度，V表示摩尔体积，V0表示分子体积，NA表示阿伏加德罗常数，那么下列关系式中正确的是（　　）

A．NA$=\frac{V\_{0}}{V}$ B．NA$=\frac{V}{V\_{0}}$ C．V$=\frac{ρ}{M}$ D．V＝M•ρ

3．（长宁区校级月考）用“油膜法粗测分子直径”的实验中，选用1：500的油酸酒精溶液的原因，下列说法中正确的是（　　）

A．酒精易溶于水且易挥发

B．油酸易溶于水且易挥发

C．易于形成油酸的单分子膜

D．易于减小油膜的表面积

4．（漳州模拟）在用“油膜法测量油酸分子大小”的实验中，下列说法中正确的是（　　）



A．用油膜法可以精确测量分子的大小

B．油酸分子直径等于纯油酸体积除以相应油膜面积

C．计算油膜面积时，应舍去所有不足一格的方格

D．实验时应先将一滴油酸酒精溶液滴入水面，再把痱子粉洒在水面上

5．（渝中区校级月考）下列关于分子运动和热现象的说法正确的是 （　　）

A．气体如果失去了容器的约束就会散开，这是因为气体分子之间存在斥力

B．在车胎突然爆裂后的瞬间，车胎内的气体内能增加

C．液体表面存在表面张力，表面张力有使液体表面收缩的趋势

D．热可以在高温物体和低温物体之间相互传递，表明有些涉及热现象的宏观过程是可逆的

6．（龙海市期末）下列关于布朗运动的说法，正确的是（　　）

A．液体温度越高，布朗运动越剧烈

B．悬浮粒子越大，布朗运动越剧烈

C．布朗运动是由于液体各部分的温度不同而引起的

D．布朗运动就是液体分子的无规则运动

7．（沙坪坝区校级模拟）下列叙述正确的是（　　）

A．布朗运动反映了布朗微粒中分子运动的不规则性

B．对不同种类的物体，只要温度相同，分子的平均动能一定相同

C．分子间距离增大时，分子间的引力增大而斥力减小

D．满足能量守恒定律的宏观过程都可以自发地进行

8．（綦江县校级月考）关于分子动理论，下列说法中错误的是（　　）

A．显微镜下观察到墨水中的小碳粒在不停的作无规则运动，这反映了液体分子运动的无规则性

B．随着分子间距离的增大，分子间的相互作用力一定先减小后增大

C．随着分子间距离的增大，分子势能可能先减小后增大

D．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

9．（南平模拟）分子动理论较好地解释了物质的宏观热学性质．据此可判断下列说法中正确的是（　　）

A．布朗运动是指液体分子的无规则运动

B．分子间的相互作用力随着分子间距离的增大，一定先减小后增大

C．一定质量的气体温度不变时，体积减小，压强增大，说明每秒撞击单位面积器壁的分子数增多

D．气体从外界只收热量，气体的内能一定增大

10．（昌江区校级期中）下列说法正确的是（　　）

A．物体的内能是物体中所有分子热运动的动能和分子势能之和

B．布朗运动就是液体分子或者气体分子的热运动

C．墨汁的扩散运动是水分子和墨汁粒子做无规则的运动，彼此进入对方的现象

D．气体分子间距离减小时，分子间斥力增大，引力减小

**二．多选题（共3小题）**

11．（离石区校级月考）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，NA为阿佛加德罗常数，m、△分别示每个水分子的质量和体积，下面是四个关系式中正确的是（　　）

A．NA$=\frac{Vρ}{m}$ B．ρ$=\frac{μ}{N\_{A}△}$ C．m$=\frac{μ}{N\_{A}}$ D．△$=\frac{μ}{N\_{A}ρ}$

12．（河北月考）目前，我省已开展空气中PM2.5浓度的监测工作．PM2.5是指空气中直径等于或小于2.5μm的悬浮颗粒物，其飘浮在空中做无规则运动，很难自然沉降到地面，吸入后对人体形成危害．矿物燃料燃烧的排放物是形成PM2.5的主要原因．下列关于PM2.5的说法中正确的是（　　）

A．PM 2.5的尺寸与空气中氧分子的尺寸的数量级相当

B．PM 2.5在空气中的运动属于分子热运动

C．PM 2.5的运动轨迹只是由大量空气分子对PM 2.5无规则碰撞的不平衡和气流的运动决定的

D．温度越高PM2.5活动越剧烈

E．PM 2.5必然有内能

13．（南昌二模）分子在不停地做无规则运动，它们之间存在着相互作用．这两种相互的因素决定了分子的三种不同的聚集形态：固体、液体和气体．下列说法正确的是（　　）

A．固体中的分子是静止的，液体、气体中的分子是运动的

B．液体表面层中分子间的相互作用表现为引力

C．液体的蒸发现象在任何温度下都能发生

D．汽化现象是液体分子间因相互排斥而发生的

E．有的物态变化中虽然吸收热量但温度却不升高

**三．计算题（共2小题）**

14．（常州期末）（1）下列说法正确的是　 　。

A．晶体体积增大，其分子势能一定增大

B．大头针能浮在水面上，是由于水的表面存在张力

C．人感觉到空气湿度大，是因为空气中水蒸气的饱和气压大

D．气体分子热运动越强烈，气体压强越大

（2）如图所示，用水银血压计测量血压时，先向袖带内充气，然后缓慢放气。某次测量充入袖带内气体的压强为1.4p0，体积为V．已知阿伏加德罗常数为NA，该状态下气体的摩尔体积为V0，则袖带内气体的分子数为　 　；然后缓慢放气过程中袖带内壁单位时间单位面积上受到分子撞击的次数　 　（选填“增大”“减小”或“不变”）。

（3）根据上述题意中，缓慢放气过程中温度保持不变，袖带内气体体积变为0.7V，压强变回到p0．求：①袖带内剩余气体的质量与放气前总质量的比值；②在放气过程中袖带内气体是吸热还是放热。

15．（东台市模拟）1mol的气体在0℃时的体积是22.4L，发生等压变化时温度升高到273℃，已知阿伏加德罗常数为NA＝6.0×1023mol﹣1，估算此时气体分子间的平均距离。（计算结果保留一位有效数字）

**四．解答题（共2小题）**

16．（和平区校级期末）已知铜的摩尔质量M＝6.4×10﹣2 kg/mol，铜的密度ρ＝8.9×103kg/m3，阿伏加德罗常数NA＝6.0×1023mol﹣1．试估算：（计算结果保留2位有效数字）．

（1）一个铜原子的质量．

（2）若每个铜原子可提供两个自由电子，则3.0×10﹣5m3的铜导体中有多少个自由电子？

17．（无锡期末）因环境污染，有人设想用瓶装纯净空气推向市场．设瓶装纯净空气的容积为500mL，所装空气的压强为2atm，空气的摩尔质量M＝29×10﹣5kg/mol，NA＝6.0×1023mol﹣1，标准状况下气体的摩尔体积为22.4L/mol．现按标准状况计算：（结果均保留1位有效数字）

（1）瓶中空气在标况下的体积；

（2）瓶中空气的质量；

（3）瓶中空气的分子数．

**随堂练习**

**参考答案与试题解析**

**一．选择题（共10小题）**

1．（德州校级期中）已知在标准状况下，1mol氢气的体积为22.4L，氢气分子间距约为（　　）

A．10﹣9m B．10﹣10m C．10﹣11m D．10﹣8m

【分析】把分子看做球体，阿伏伽德罗常数与单个分子的乘积等于22.4L。

【解答】解：设氢分子是球形，球半径为R，则：NA$\frac{4}{3}πR^{3}=$22.4×10﹣3m3，

解得：R＝4.7×10﹣9m。

故选：A。

2．（历下区校级期中）对于液体和固体，如果用M表示摩尔质量，ρ表示物质密度，V表示摩尔体积，V0表示分子体积，NA表示阿伏加德罗常数，那么下列关系式中正确的是（　　）

A．NA$=\frac{V\_{0}}{V}$ B．NA$=\frac{V}{V\_{0}}$ C．V$=\frac{ρ}{M}$ D．V＝M•ρ

【分析】1mol任何物体的分子个数都是相同的；

固体与液体间的分子间隙较小，可以忽略不计；

摩尔质量等于密度乘以摩尔体积。

【解答】解：A、B、摩尔体积是1mol分子的体积，故NA$=\frac{V}{V\_{0}}$，故A错误，B正确；

C、D、摩尔质量等于密度乘以摩尔体积，故M＝ρV，故C错误，D错误；

故选：B。

3．（长宁区校级月考）用“油膜法粗测分子直径”的实验中，选用1：500的油酸酒精溶液的原因，下列说法中正确的是（　　）

A．酒精易溶于水且易挥发

B．油酸易溶于水且易挥发

C．易于形成油酸的单分子膜

D．易于减小油膜的表面积

【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，从而即可求解。

【解答】解：依据实验原理，要形成单分子油膜，因此要选用1：500的油酸酒精溶液，原因是油酸易溶于酒精，故ABD错误，C正确；

故选：C。

4．（漳州模拟）在用“油膜法测量油酸分子大小”的实验中，下列说法中正确的是（　　）



A．用油膜法可以精确测量分子的大小

B．油酸分子直径等于纯油酸体积除以相应油膜面积

C．计算油膜面积时，应舍去所有不足一格的方格

D．实验时应先将一滴油酸酒精溶液滴入水面，再把痱子粉洒在水面上

【分析】明确用“油膜法”估测分子大小的实验原理：认为油酸分子是紧密排列的，而且形成的油膜为单分子油膜，然后用每滴油酸酒精溶液所含油酸体积除以油膜面积得出的油膜面积厚度即为油酸分子直径

【解答】解：A、由于油膜法假设分子是单层并且紧密相连的；并不完全符合实际，故不能精确测量分子的大小；故A错误；

B、根据实验原理可知，分子直径是由纯油酸的体积除以相应的油膜的面积；故B正确；

C、在计算面积时，超过半个的按一个，不足半格的才能舍去；故C错误；

D、实验时要先洒痱子粉，再滴油酸酒精溶液；故D错误；

故选：B。

5．（渝中区校级月考）下列关于分子运动和热现象的说法正确的是 （　　）

A．气体如果失去了容器的约束就会散开，这是因为气体分子之间存在斥力

B．在车胎突然爆裂后的瞬间，车胎内的气体内能增加

C．液体表面存在表面张力，表面张力有使液体表面收缩的趋势

D．热可以在高温物体和低温物体之间相互传递，表明有些涉及热现象的宏观过程是可逆的

【分析】根据分子动理论和热力学定律，温度是平均动能的标志；液体表面存在表面张力，表面张力有使液体表面收缩的趋势；热力学第二定律可知：所有涉及热现象的宏观自然过程都具有方向性．

【解答】解：A、气体分子之间的距离很大分子力近似为零，气体如果失去了容器的约束就会散开，是由于分子不停的做无规则运动的结果，故A错误；

B、在车胎突然爆裂后的瞬间，体积增大，气体对外做功，内能减小，故B错误；

C、液体表面存在表面张力，表面张力有使液体表面收缩的趋势，故C正确；

D、根据热力学第二定律可知：所有涉及热现象的宏观自然过程都具有方向性，是不可逆的，故D错误。

故选：C。

6．（龙海市期末）下列关于布朗运动的说法，正确的是（　　）

A．液体温度越高，布朗运动越剧烈

B．悬浮粒子越大，布朗运动越剧烈

C．布朗运动是由于液体各部分的温度不同而引起的

D．布朗运动就是液体分子的无规则运动

【分析】布朗运动是小微粒受到的分子的撞击的不平衡产生的，是小微粒的运动。受温度的影响。

【解答】解：A、B、布朗运动是悬浮颗粒的无规则运动，液体的温度越高，悬浮颗粒越小，布朗运动越剧烈，故A正确，B错误；

C、布朗运动是由于液体分子从各个方向对悬浮粒子撞击作用不平衡引起的，故C错误；

D、布朗运动是悬浮颗粒的无规则运动，是液体无规则运动的反应，不是液体分子的运动，故D错误。

故选：A。

7．（沙坪坝区校级模拟）下列叙述正确的是（　　）

A．布朗运动反映了布朗微粒中分子运动的不规则性

B．对不同种类的物体，只要温度相同，分子的平均动能一定相同

C．分子间距离增大时，分子间的引力增大而斥力减小

D．满足能量守恒定律的宏观过程都可以自发地进行

【分析】解答本题应抓住：固体小颗粒做布朗运动是液体分子对小颗粒的碰撞的作用力不平衡引起的，固体小颗粒做布朗运动说明了液体分子不停的做无规则运动．

温度是分子平均动能的标志，温度相同，分子平均动能相同．分子间距增大时，分子间的引力和斥力都减小．自然界中的宏观过程具有方向性．

【解答】解：A、固体小颗粒做布朗运动说明了液体分子不停的做无规则运动，故A错误。

B、温度是物体热运动分子平均动能的标志，温度相同，分子平均动能一定相同。故B正确。

C、分子间距增大时，分子间的引力和斥力都减小。故C错误。

D、根据热力学第二定律可知，宏观自然过程自发进行是有其方向性，能量耗散就是从能量的角度反映了这种方向性，故D错误。

故选：B。

8．（綦江县校级月考）关于分子动理论，下列说法中错误的是（　　）

A．显微镜下观察到墨水中的小碳粒在不停的作无规则运动，这反映了液体分子运动的无规则性

B．随着分子间距离的增大，分子间的相互作用力一定先减小后增大

C．随着分子间距离的增大，分子势能可能先减小后增大

D．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

【分析】显微镜下观察到墨水中的小碳粒作的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、显微镜下观察到墨水中的小碳粒在不停的作无规则运动，称为布朗运动，是由于小碳粒周围液体分子撞击的冲力不平衡而引起的，所以小碳粒在不停的作无规则运动，反映了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不一定减小后增大，也可能一直减小，故B错误。

C、随着分子间距离的增大，若分子力从引力变为斥力，分子力先做正功，后做负功，则分子势能先减小后增大，故C正确。

D、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D正确。

本题选错误的，故选：B

9．（南平模拟）分子动理论较好地解释了物质的宏观热学性质．据此可判断下列说法中正确的是（　　）

A．布朗运动是指液体分子的无规则运动

B．分子间的相互作用力随着分子间距离的增大，一定先减小后增大

C．一定质量的气体温度不变时，体积减小，压强增大，说明每秒撞击单位面积器壁的分子数增多

D．气体从外界只收热量，气体的内能一定增大

【分析】布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒的无规则运动，是液体分子无规则热运动的反映；

分子间引力和斥力随分子间的距离的增大而减小，随分子间的距离的减小而增大，且斥力减小或增大比引力变化要快些．

【解答】解：A、布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒的无规则运动，是液体分子无规则热运动的反映，悬浮颗粒越小，液体温度越高，布朗运动越显著，故A错误；

B、分子间距离越大，分子间的引力和斥力越小，但合力不一定减小；当分子间距大于平衡距离时，分子间距离越大，达到最大分子力之前，分子力越来越大，故B错误；

C、一定质量的气体温度不变时，体积减小，压强增大，说明每秒撞击单位面积器壁的分子数增多；故C正确；

D、气体从外界吸收热量，若同时对外做功，则内能可能不变，也可能减小，故D错误；

故选：C。

10．（昌江区校级期中）下列说法正确的是（　　）

A．物体的内能是物体中所有分子热运动的动能和分子势能之和

B．布朗运动就是液体分子或者气体分子的热运动

C．墨汁的扩散运动是水分子和墨汁粒子做无规则的运动，彼此进入对方的现象

D．气体分子间距离减小时，分子间斥力增大，引力减小

【分析】内能是所有分子的动能和所有分子势能的总和；分子间同时存在引力和斥力，两力均随分子间的距离增大而减小；明确布朗运动的性质，知道布朗运动是固体小颗粒的运动，是液体分子无规则运动的间接反映。

【解答】解：A、物体的内能就是物体内部所有分子的热运动动能和分子势能的总和，故A正确；

B、布朗运动是固体小颗粒的运动，是液体分子无规则运动的间接反映，故B错误；

C、墨汁的扩散运动是水分子和墨汁分子做无规则的运动，彼此进入对方的现象，故C错误；

D、分子间同时存在引力和斥力，两力都随分子间的距离增大而减小；随着分子间距离的减小而增大，故D错误。

故选：A。

**二．多选题（共3小题）**

11．（离石区校级月考）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，NA为阿佛加德罗常数，m、△分别示每个水分子的质量和体积，下面是四个关系式中正确的是（　　）

A．NA$=\frac{Vρ}{m}$ B．ρ$=\frac{μ}{N\_{A}△}$ C．m$=\frac{μ}{N\_{A}}$ D．△$=\frac{μ}{N\_{A}ρ}$

【分析】对一摩尔的任何物质包含的分子数都是阿佛加德罗常数NA，所以NA$=\frac{μ}{m}=\frac{Vρ}{m}$，即①和③都是正确的。而对水和水蒸气，由于分子间距的存在，NA△并不等于摩尔体积v。

【解答】解：对一摩尔的任何物质包含的分子数都是阿佛加德罗常数NA，水的摩尔质量μ＝Vρ除以每个水分子的质量m为阿佛加德罗常数，故AC正确，而对水和水蒸气，由于分子间距的存在，NA△并不等于摩尔体积v，故BD错误。

故选：AC。

12．（河北月考）目前，我省已开展空气中PM2.5浓度的监测工作．PM2.5是指空气中直径等于或小于2.5μm的悬浮颗粒物，其飘浮在空中做无规则运动，很难自然沉降到地面，吸入后对人体形成危害．矿物燃料燃烧的排放物是形成PM2.5的主要原因．下列关于PM2.5的说法中正确的是（　　）

A．PM 2.5的尺寸与空气中氧分子的尺寸的数量级相当

B．PM 2.5在空气中的运动属于分子热运动

C．PM 2.5的运动轨迹只是由大量空气分子对PM 2.5无规则碰撞的不平衡和气流的运动决定的

D．温度越高PM2.5活动越剧烈

E．PM 2.5必然有内能

【分析】“PM2.5”是指直径小于等于2.5微米的颗粒物，PM2.5尺度大于空气中氧分子的尺寸的数量级．PM2.5在空气中的运动是固体颗粒、是分子团的运动，不是分子的热运动．组成物质的所有分子动能与分子势能的和统称为物体内能．

【解答】解：A、“PM2.5”是指直径小于等于2.5微米的颗粒物，PM2.5尺度大于空气中氧分子的尺寸的数量级。故A错误

B、PM2.5在空气中的运动是固体颗粒、是分子团的运动，不是分子的热运动。故B错误

C、PM2.5除了受由大量空气分子对PM2.5无规则碰撞外，还受空气对整个PM2.5的作用力，如空气流动，故C正确；

D、温度越高，布朗运动越剧烈，即温度越高PM2.5活动越剧烈，故D正确

E、分子在不停地做无规则运动，PM2.5内能不为零，故E正确。

故选：CDE。

13．（南昌二模）分子在不停地做无规则运动，它们之间存在着相互作用．这两种相互的因素决定了分子的三种不同的聚集形态：固体、液体和气体．下列说法正确的是（　　）

A．固体中的分子是静止的，液体、气体中的分子是运动的

B．液体表面层中分子间的相互作用表现为引力

C．液体的蒸发现象在任何温度下都能发生

D．汽化现象是液体分子间因相互排斥而发生的

E．有的物态变化中虽然吸收热量但温度却不升高

【分析】分子永不停息做无规则运动；液体表面张力表现为引力；任何温度下均能发生蒸发；汽化现象与分子力无关；晶体有时吸收热量，温度不变．

【解答】解：A、不论固体，还是液体与气体，分子均是永不停息做无规则运动，故A错误；

B、液体表面层中，分子间距较大，分子间的相互作用表现为引力，即为表面张力，故B正确；

C、在任何温度下，液体的蒸发现象都能发生，故C正确；

D、汽化现象与液体分子间相互作用力无关，故D错误；

E、有的物态变化中虽然吸收热量但温度却不升高，如晶体，故E正确；

故选：BCE。

**三．计算题（共2小题）**

14．（常州期末）（1）下列说法正确的是　B　。

A．晶体体积增大，其分子势能一定增大

B．大头针能浮在水面上，是由于水的表面存在张力

C．人感觉到空气湿度大，是因为空气中水蒸气的饱和气压大

D．气体分子热运动越强烈，气体压强越大

（2）如图所示，用水银血压计测量血压时，先向袖带内充气，然后缓慢放气。某次测量充入袖带内气体的压强为1.4p0，体积为V．已知阿伏加德罗常数为NA，该状态下气体的摩尔体积为V0，则袖带内气体的分子数为　$\frac{V}{V\_{0}}$NA　；然后缓慢放气过程中袖带内壁单位时间单位面积上受到分子撞击的次数　减小　（选填“增大”“减小”或“不变”）。

（3）根据上述题意中，缓慢放气过程中温度保持不变，袖带内气体体积变为0.7V，压强变回到p0．求：①袖带内剩余气体的质量与放气前总质量的比值；②在放气过程中袖带内气体是吸热还是放热。

【分析】（1）根据分子力分析分子势能变化；液体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。

人感觉到空气湿度大，是因为空气相对湿度大；气体压强与气体温度和体积共同决定。

（2）由气体的摩尔体积和体积求出物质的量，再根据阿伏伽德罗常数求解分子数。

（3）对原袖带内气体发生等温变化，根据玻意耳定律列式求解体积变化，从而知质量变化，根据热力学第一定律分析吸热还是放热。

【解答】解：A、晶体体积增大，分子间距增大，当分子间为斥力，分子力做正功，分子势能减小，故A错误；

B、液体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，大头针能浮在水面上，是由于水的表面存在张力。故B正确；

C、人感觉到空气湿度大，是因为空气相对湿度大。故C错误；

D、气体压强与气体温度和体积共同决定，温度高压强不一定大。故D错误。

故选：B

（2）由气体的摩尔体积和体积求出物质的量n$=\frac{V}{V\_{0}}$，袖带内气体的分子数N＝nNA$=\frac{V}{V\_{0}}$NA

（3）①对原袖带内气体而言，发生等温变化，设放出压强为p0的气体体积为△V，

则1.4p0V＝p0（0.7V+△V），

解得△V＝0.7V

袖带内剩余气体的质量与放气前总质量的比值

η$=\frac{0.7V}{0.7V+△V}=\frac{1}{2}$

②根据热力学第一定律，气体对外做功，内能不变，必须吸热。

故答案为：

（1）B

（2）$\frac{V}{V\_{0}}$NA　减小

（3）①袖带内剩余气体的质量与放气前总质量的比值$\frac{1}{2}$；②在放气过程中袖带内气体吸热。

15．（东台市模拟）1mol的气体在0℃时的体积是22.4L，发生等压变化时温度升高到273℃，已知阿伏加德罗常数为NA＝6.0×1023mol﹣1，估算此时气体分子间的平均距离。（计算结果保留一位有效数字）

【分析】根据查理定律得出气体的体积，从而得出一个分子所占的体积，结合立方体的体积得出气体分子间的平均距离。

【解答】解：气体从0℃变化到273℃时体积为V2，根据等压变化的规律有：$\frac{V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{V\_{2}}{T\_{2}}$，

代入数据有：$\frac{22.4}{273}=\frac{V\_{2}}{546}$

解得：V2＝44.8L

所以分子间的平均距离为：$d=\sqrt[3]{\frac{V\_{2}}{N\_{A}}}=\sqrt[3]{\frac{44.8×10^{−3}}{6×10^{23}}}$m＝6×10﹣9m。

答：气体分子间的平均距离为6×10﹣9m。

**四．解答题（共2小题）**

16．（和平区校级期末）已知铜的摩尔质量M＝6.4×10﹣2 kg/mol，铜的密度ρ＝8.9×103kg/m3，阿伏加德罗常数NA＝6.0×1023mol﹣1．试估算：（计算结果保留2位有效数字）．

（1）一个铜原子的质量．

（2）若每个铜原子可提供两个自由电子，则3.0×10﹣5m3的铜导体中有多少个自由电子？

【分析】（1）一个铜原子的质量等于铜的摩尔质量与阿伏加德罗常数的比值；

（2）先求解同原子的个数，然后求解自由电子的个数．

【解答】解：（1）一个铜原子的质量：

m$=\frac{M}{N\_{A}}=$1.1×10﹣25Kg；

（2）铜块的物质的量：n$=\frac{ρV}{M}$；

铜导体中含有自由电子数：

N＝2n•NA＝5.0×1024

答：（1）一个铜原子的质量为1.1×10﹣25Kg．

（2）若每个铜原子可提供两个自由电子，则3.0×10﹣5m3的铜导体中自由电子的个数是5.0×1024．

17．（无锡期末）因环境污染，有人设想用瓶装纯净空气推向市场．设瓶装纯净空气的容积为500mL，所装空气的压强为2atm，空气的摩尔质量M＝29×10﹣5kg/mol，NA＝6.0×1023mol﹣1，标准状况下气体的摩尔体积为22.4L/mol．现按标准状况计算：（结果均保留1位有效数字）

（1）瓶中空气在标况下的体积；

（2）瓶中空气的质量；

（3）瓶中空气的分子数．

【分析】（1）根据理想气体的状态方程即可求出瓶中空气在标况下的体积．

（2）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．

（3）然后根据瓶中气体的物质的量结合阿伏伽德罗常数求出分子数．

【解答】解：（1）标准状况下：P＝P0＝2atm，V＝？

瓶中气体：P′＝2atm，V′＝500mL＝0.5L

由于温度相等，所以得：PV＝P′V′

代入数据得：V＝1L

（2）一瓶纯净空气的物质的量为：n$=\frac{1}{22.4}$mol．

则瓶中气体的质量为：m＝nM$=\frac{1}{22.4}×29×10^{−3}$kg＝1×10﹣3 kg．

（3）分子数为：N＝nNA$=\frac{V\_{瓶}}{V\_{m}}$•NA$=\frac{6×10^{23}}{22.4}$个＝3×1022个．

答：（1）瓶中空气在标况下的体积是1L；

（2）瓶中空气的质量是1×10﹣3 kg；

（3）瓶中空气的分子数是3×1022个．