# 热力学第二定律

**一、热力学第二定律**

**1．热力学第二定律的克劳修斯表述**

热量不可能自发地由低温物体传到高温物体

**2．热力学第二定律的开尔文表述**

不可能从单一热库吸收热量，使之完全变成功，而不产生其它影响

**3．热力学第二定律的实质**

热力学第二定律的两种表述是等价的，无论什么表述方式，都揭示了自然界的基本规律：一切与热现象有关的宏观过程都具有方向性，即一切与热现象有关的宏观自然过程都是不可逆的。

热力学第二定律是以宏观事实为基础的，那么从微观的角度如何解释呢？有兴趣的同学可以阅读选修3-3教材第10章的相关内容，这里就不做过多介绍了。

**典例精讲**

**【例3.1】**（榆林一模）下列说法正确的是（　　）

A．夏天和冬天相比，夏天的气温较高，水的饱和汽压较大，在相对湿度相同的情况下，夏天的绝对湿度较大

B．所有的晶体都有固定的熔点和规则的几何形状

C．气体的温度升高时，分子的热运动变得剧烈，分子的平均动能增大，撞击器壁时对器壁的作用力增大，但气体压强不一定增大

D．液体表面张力与浸润现象都是分子力作用的表现

E．第一类永动机和第二类永动机研制失败的原因是违背了能量守恒定律

【分析】夏天和冬天相比，夏天的气温较高，水的饱和汽压较大，在相对湿度相同的情况下，夏天的绝对湿度较大。晶体分为单晶体和多晶体，晶体具有确定的熔点，而非晶体没有确定的熔点；气体温度升高时分子热运动剧烈可以导致压强增大，浸润现象和不浸润现象都与表面层与表面张力有关，都是分子力作用的表现。第一类水动机研制失败的原因是违背了能量守恒定律，而第二类永动机研制失败的原因是违背了热力学第二定律。

【解答】解：A、夏天和冬天相比，夏天的气温较高，水的饱和汽压较大，在相对湿度相同的情况下，夏天的绝对湿度较大，故A正确；

B、晶体分为单晶体和多晶体，晶体具有确定的熔点，而非晶体没有确定的熔点；但多晶体没有规则的几何形状，故B错误；

C、气体温度升高时分子热运动剧烈可以导致压强增大，但不知气体体积如何变化，由C可知气体压强不一定增大；故C正确；

D、浸润现象和不浸润现象都与表面层与表面张力有关，都是分子力作用的表现。故D正确；

E、第一类水动机研制失败的原因是违背了能量守恒定律，而第二类永动机研制失败的原因并不是违背了能量守恒定律，而是违背了热力学第二定律。故E错误。

故选：ACD。

**【例3.2】**（周口模拟）下列说法正确的是（　　）

A．热量不可能从低温物体传到高温物体

B．高原地区水的沸点较低，这是高原地区温度较低的缘故

C．随着高度的增加，大气压和温度都在减小，一个正在上升的氢气球内的氢气内能减小

D．把处于单位时间从液面上飞出去的分子数等于单位时间从蒸汽中回到液体中的分子数时的蒸汽叫饱和汽

E．一定质量的理想气体，在体积不变时，分子每秒与单位面积器壁平均碰撞次数随着温度降低而减少

【分析】热量能从低温物体传到高温物体，高原地区水的沸点较低，这是高原地区气压较低的缘故，随着高度的增加，大气压和温度都在减小，一个正在上升的氢气球内的氢气对外做功，同时要降温，故内能一定减小，与同种物质的液态或固态处于动态平衡的汽叫做饱和汽，温度是分子的平均动能的标志，是分子运动的激烈程度的宏观表现，一定量的气体，在体积不变时，温度降低，则分子运动的激烈程度降低。

【解答】解：A、根据热力学第二定律可知，热量能从低温物体传到高温物体，如空调，但会引起其他的变化，故A错误；

B．高原地区水的沸点较低，这是高原地区气压较低的缘故，故B错误；

C、随着高度的增加，大气压和温度都在减小，一个正在上升的氢气球内的氢气对外做功，同时要降温，故内能一定减小，故C正确；

D、与同种物质的液态或固态处于动态平衡的汽叫做饱和汽，故D正确；

E、温度是分子的平均动能的标志，是分子运动的激烈程度的宏观表现，一定量的气体，在体积不变时，温度降低，则分子运动的激烈程度降低，所以分子平均每秒碰撞器壁的次数随着温度的降低而减少，故E正确；

故选：CDE。

**【例3.3】**（淮南模拟）有关热学，下列说法正确的是（　　）

A．甲分子固定不动，乙分子从很远处向甲靠近到不能再靠近的过程中，分子间的分子势能是先减小后增大

B．一定量的理想气体在体积不变的条件下，吸收热量，内能一定增大，压强必增大

C．已知阿伏伽德罗常数为NA，水的摩尔质量为M，标准状况下水蒸气的密度为（均为国际单位制单位），则1个水分子的体积是

D．自然界进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性，是不可逆的

E．饱和汽压与分子密度有关，与温度无关

【分析】分子力做功等于分子势能的减小量；温度是分子热运动平均动能的标志；热力学第二定律说明自然界进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性．饱和汽压与温度有关．结合这些知识分析．

【解答】解：A、甲分子固定不动，乙分子从很远处向甲靠近到不能再靠近的过程中，分子力先表现为引力，靠近时引力做正功，分子势能减小。后表现为斥力，相互靠近时，分子力做负功，分子势能增加。故A正确；

B、一定量的理想气体在体积不变的条件下，不对外做功，故吸收热量后内能一定增加，温度升高，压强必增加，故B正确；

C、已知阿伏伽德罗常数为NA，水的摩尔质量为M，标准状况下水蒸气的密度为ρ（均为国际单位制单位），则1个水分子所占据的体积是：V0（此式只适用于液体或固体）；由于水蒸气分子有间隙，故一个水分子的体积小于，故C错误；

D、根据热力学第二定律，自然界进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性，是不可逆的，故D正确；

E、饱和汽压与温度有关，且随着温度的升高而增大，故E错误。

故选：ABD。

**【例3.4】**（遂宁模拟）下列说法正确的是（　　）

A．花粉颗粒在水中做布朗运动，反映了花粉分子在不停的做无规则运动

B．外界对气体做正功，气体的内能不一定增加

C．影响蒸发快慢以及影响人们对干爽与潮湿感受的因素是空气中水蒸气的压强与同一温度下水的饱和气压的差距

D．第二类永动机不能制成是因为它违反了能量守恒定律

E．晶体熔化过程中，分子的平均动能保持不变，分子势能增大

【分析】布朗运动是悬浮微粒的无规则运动，不是分子的无规则运动，形成的原因是由于液体分子对悬浮微粒无规则撞击引起的；热力学第一定律公式△U＝W+Q；热力学第二定律反映了自发的宏观热现象具有方向性。

【解答】解：A、花粉颗粒在水中做布朗运动，反映了水分子在不停的做无规则运动，故A错误；

B、外界对气体做正功，气体可能同时放热，根据热力学第一定律公式△U＝W+Q，气体的内能不一定增加，故B正确；

C、影响蒸发快慢以及影响人们对干爽与潮湿感受的因素是相对湿度，与空气中水蒸气的压强与同一温度下水的饱和气压的差距有关，故C正确；

D、第二类永动机不能制成是因为它违反了热力学第二定律，即自发的热现象具有方向性，故D错误；

E、晶体熔化过程中，温度不变，故分子的平均动能保持不变，但吸收热量，说明内能增加，故分子势能增大，故E正确；

故选：BCE。

**【例3.5】**（浉河区校级模拟）下列说法正确的是（　　）

A．随着分子间距离增大，分子斥力不断减小，分子引力不断增大

B．功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程

C．荷叶上的小水珠呈球形是水的表面张力作用的结果

D．0℃的水和0℃的冰分子平均动能相同

E．彩色液晶显示器利用了液晶的光学性质具有各向同性的特点

【分析】分子间距离增大时，分子间的引力、斥力都减小；

明确热力学第二定律的内容，知道功可以全部转化为热量，而热量却不能全部转化为热而不引起其他方面的变化；

知道液体表面张力的性质和现象；

明确温度是分子的平均动能的标志．

知道液晶具有各向异性，显示器正是利用了该光学原理．

【解答】解：A、分子间相互作用力都随着分子间的距离增大而减小，故A错误；

B、根据热力学第二定律可知，功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程，故B正确；

C、荷叶上的小水珠呈球形是水的表面张力作用的结果，故C正确；

D、温度是分子平均动能的标志，相同温度下任何物质的分子平均动能都相同，故D正确；

E、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E错误。

故选：BCD。

**随堂练习**

**一．选择题（共2小题）**

1．（荣成市校级月考）下列说法正确的是（　　）

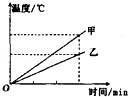
A．气体中大量分子做无规则运动，速率有大有小，分子速率的分布也是没有规律的

B．从微观角度看，气体对器壁的压强就是大量气体分子单位时间作用在器壁单位面积上的平均冲量

C．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

D．根据热力学第二定律可知，热量不可能从低温物体传到高温物体

2．（双流县校级月考）两个相同的容器分别装满了质量相同的甲、乙两种液体，用同一热源分别加热，液体温度与加热时间关系如图所示 （　　）



A．甲液体的比热容大于乙液体的比热容

B．如果升高相同的温度，两液体吸收的热量相同

C．加热相同的时间，甲液体吸收的热量大于乙液体吸收的热量

D．加热相同的时间，甲液体温度升高的比乙液体温度升高的多

**二．多选题（共5小题）**

3．（商丘期末）下列说法正确的是（　　）

A．自然界中只要涉及热现象的宏观过程都具有方向性

B．叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用

C．水的饱和气压会随着温度的升高而变小

D．当两分子间距离大于平衡位置的间距r0时。分子间的距离越大，分子势能越小

E．一定质量的理想气体保持体积不变，温度升高，单位时间内撞击器壁单位面上体的分子数增多

4．（梁子湖区校级三模）下列说法正确的是（　　）

A．德国物理学家克劳修斯在研究热机时提出：不可能从单一热库吸热使之完全变成功，而不产生其它影响

B．一个孤立系统的总熵可以增加

C．不浸润现象中液体和固体的附着层内液体分子的间距小于液体内部分子的间距

D．晶体可以转化为非晶体，例如熔化以后再凝固的水晶是非晶体

E．潮湿天气里湿衣服不易晾干，是由于相对湿度较大

5．（茂名一模）下列说法正确的是（　　）

A．布朗运动说明了液体分子与悬浮颗粒之间存在着相互作用力

B．物体的内能在宏观上只与其所处状态及温度有关

C．一切自发过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行

D．分子间的吸引力和排斥力都随分子间距离增大而减小

E．气体对器壁的压强就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均作用力

6．（新课标Ⅲ卷二模）下列说法中正确的是（　　）

A．汽化现象是液体分子间因相互排斥而发生的

B．液体中悬浮微粒的无规则运动称为布朗运动

C．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势能的缘故

D．一定质量的某种物质，即使温度不变，内能也可能发生变化

E．热传递的自然过程是大量分子从无序程度小的运动状态向无序程度大的运动状态转化的过程

7．（珠海一模）下列说法中正确的是（　　）

A．只要气体的温度降低，就可以碱弱气体分子热运动的剧烈程度

B．气体的体积指的就是该气体所有分子体积之和

C．在完全失重的情况下，气体对容器壁的压强为零

D．气体从外界吸收热量，其内能可能减小

E．一定质量的理想气体在等压膨胀过程中温度一定升高

**三．解答题（共1小题）**

8．（定州市期末）某同学家新买了一双门电冰箱，冷藏室容积107L，冷冻容积118L，假设室内空气为理想气体。

①若室内空气摩尔体积为22.5×10﹣3m3/mol，阿伏加德罗常数为6.0×1023个/mol，在家中关闭冰箱密封门后，电冰箱的冷藏室和冷冻室内大约共有多少个空气分子？

②若室内温度为27℃，大气压为1×105Pa，关闭冰箱密封门通电工作一段时间后，冷藏室内温度降为6℃，冷冻室温度降为﹣9℃，此时冷藏室与冷冻室中空气的压强差为多大？

③冰箱工作时把热量从温度较低的冰箱内部传到温度较高的冰箱外部，请分析说明这是否违背热力学第二定律。

**随堂练习**

**参考答案与试题解析**

**一．选择题（共2小题）**

1．（荣成市校级月考）下列说法正确的是（　　）

A．气体中大量分子做无规则运动，速率有大有小，分子速率的分布也是没有规律的

B．从微观角度看，气体对器壁的压强就是大量气体分子单位时间作用在器壁单位面积上的平均冲量

C．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

D．根据热力学第二定律可知，热量不可能从低温物体传到高温物体

【分析】由于大量气体分子都在不停地做无规则热运动，与器壁频繁碰撞，使器壁受到一个平均持续的冲力，致使气体对器壁产生一定的压强；

根据压强的定义得压强等于作用力比上受力面积，即气体对器壁的压强就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均作用力；

内能是物体中所有分子热运动的动能和分子势能之和；

热量能自发从高温物体传到低温物体，但不能自发从低温物体传到高温物体。

【解答】解：A、气体中大量分子做无规则运动，速率有大有小，分子速率的分布是有规律的，故A错误；

B、由于大量气体分子都在不停地做无规则热运动，与器壁频繁碰撞，使器壁受到一个平均持续的冲力，致使气体对器壁产生一定的压强；

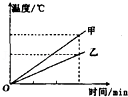
根据压强的定义得压强等于作用力比上受力面积，即气体对器壁的压强就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均冲力，故B错误。

C、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C正确；

D、根据热力学第二定律可知，热量不可能自发从低温物体传到高温物体，故D错误；

故选：C。

2．（双流县校级月考）两个相同的容器分别装满了质量相同的甲、乙两种液体，用同一热源分别加热，液体温度与加热时间关系如图所示 （　　）



A．甲液体的比热容大于乙液体的比热容

B．如果升高相同的温度，两液体吸收的热量相同

C．加热相同的时间，甲液体吸收的热量大于乙液体吸收的热量

D．加热相同的时间，甲液体温度升高的比乙液体温度升高的多

【分析】（1）已知不同液体质量、升高温度大小关系，用公式c来比较比热的大小；

（2）已知热源一定，也就是相同时间给两种液体提供的热量相同，所以从加热时间长短比较吸收的热量多少；

（3）加热时间相同，也就是两种液体吸收的热量相同，温度变化从两种液体纵轴温度是否重合比较．

【解答】解：A、已知两种液体质量相等，相同热源加热说明相同时间提供的热量相等。由图象可以看出：在吸收热量相同时，甲液体升高的温度更大，由公式c知，甲液体比热较小。故A错误；

B、由图象可以看出：升高相同温度时，甲需要的时间较短，也就是甲需要的热量少。故B错误；

C、加热时间相同，两种液体吸收的热量相同。故C错误；

D、由图象知：加热相同的时间，甲液体温度升高的程度大于乙液体。故D正确。

故选：D。

**二．多选题（共5小题）**

3．（商丘期末）下列说法正确的是（　　）

A．自然界中只要涉及热现象的宏观过程都具有方向性

B．叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用

C．水的饱和气压会随着温度的升高而变小

D．当两分子间距离大于平衡位置的间距r0时。分子间的距离越大，分子势能越小

E．一定质量的理想气体保持体积不变，温度升高，单位时间内撞击器壁单位面上体的分子数增多

【分析】自然界中涉及热现象的宏观过程都具有方向性；叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用；水的饱和气压会随着温度的升高而增大；根据分子力做功情况分析分子势能的变化；根据气体分子运动的微观实质分析气体与容器壁的碰撞次数。

【解答】解：A、自然界中进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性，故A正确；

B、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，所以叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用，故B正确；

C、水的饱和气压会随着温度的升高而增大，故C错误；

D、两分子间距大于平衡距离时，分子间为引力，则分子距离增大时，分子力做负功，分子势能增大；故D错误；

E、一定质量的理想气体保持体积不变，温度升高，气体分子的平均动能增大，单位时间内撞击器壁单位面上体的分子数增多，故E正确；

故选：ABE。

4．（梁子湖区校级三模）下列说法正确的是（　　）

A．德国物理学家克劳修斯在研究热机时提出：不可能从单一热库吸热使之完全变成功，而不产生其它影响

B．一个孤立系统的总熵可以增加

C．不浸润现象中液体和固体的附着层内液体分子的间距小于液体内部分子的间距

D．晶体可以转化为非晶体，例如熔化以后再凝固的水晶是非晶体

E．潮湿天气里湿衣服不易晾干，是由于相对湿度较大

【分析】根据热力学第二定律得知，在没有外界影响之下，从单一热源吸取热，使之全部变成有用的机械功。在任何自然过程中，一个孤立系统的总熵一定增加。附着层液体分子比液体内部分子密集，附着层内液体分子间距离小于液体内部分子间距离，附着层内分子间作用表现为斥力，附着层有扩散趋势，表现为浸润。天然水晶在熔化再凝固后叫人造水晶，人造水晶不是晶体。空气相对湿度大，物体表面的水不易蒸发，所以在潮湿的天气里，水蒸发的慢，所以洗了衣服不容易晾干。

【解答】解：A、根据热力学第二定律得知，在没有外界影响之下，从单一热源吸取热，使之全部变成有用的机械功。并不是德国物理学家克劳修斯在研究热机时提出的故A错误；

B、根据熵增原理知，在任何自然过程中，一个孤立系统的总熵一定增加。故B正确；

C、附着层液体分子比液体内部分子密集，附着层内液体分子间距离小于液体内部分子间距离，附着层内分子间作用表现为斥力，附着层有扩散趋势，表现为浸润；故C错误；

D、石英也叫天然水晶，但天然水晶在熔化再凝固后叫人造水晶，人造水晶不是晶体，故D正确。

E、空气相对湿度大，物体表面的水不易蒸发，所以在潮湿的天气里，水蒸发的慢，所以洗了衣服不容易晾干。故E正确；

故选：BDE。

5．（茂名一模）下列说法正确的是（　　）

A．布朗运动说明了液体分子与悬浮颗粒之间存在着相互作用力

B．物体的内能在宏观上只与其所处状态及温度有关

C．一切自发过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行

D．分子间的吸引力和排斥力都随分子间距离增大而减小

E．气体对器壁的压强就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均作用力

【分析】明确布朗运动的性质，知道布朗运动是液体分子无规则运动的反映；

内能在宏观上对应了物质量、温度和体积；

明确热力学第二定律的内容，知道热现象的方向性；

分子引力与分子斥力都随分子间距离增大而减小；

知道气体压强的微观意义，知道气体对器壁的压强就就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均作用力

【解答】解：A、布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒的运动，说明了液体分子在做无规则运动，无法说明分子间是否存在作用力，故A错误；

B、物体的内能在宏观上与温度和体积和物质的量有关，故B错误；

C、根据热力学第二定律可知，一切自发过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行，故C正确；

D、根据分子力的特点可知，分子引力与分子斥力都随分子间距离增大而减小，故D正确；

E、气体对器壁的压强就就是大量气体分子作用在器壁单位面积上的平均作用力，故E正确。

故选：CDE。

6．（新课标Ⅲ卷二模）下列说法中正确的是（　　）

A．汽化现象是液体分子间因相互排斥而发生的

B．液体中悬浮微粒的无规则运动称为布朗运动

C．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势能的缘故

D．一定质量的某种物质，即使温度不变，内能也可能发生变化

E．热传递的自然过程是大量分子从无序程度小的运动状态向无序程度大的运动状态转化的过程

【分析】汽化现象是液体分子无规则运动的结果；布朗运动是布朗粒子的无规则；气体分子的无规则运动使得气体分子能够达到所能够达到的空间；内能是物体内部所有分子动能和分子势能之和；根据热力学第二定律分析热传递的方向性。

【解答】解：A、汽化现象是液体分子无规则运动产生的，是分子的热运动，故A错误；

B、液体中悬浮微粒的无规则运动称为布朗运动，是液体分子无规则运动的反映，故B正确；

C、气体如果失去了容器的约束就会散开，这是因为气体分子无规则运动的结果，不是气体分子之间存在势能的缘故，故C错误；

D、内能是物体内部所有分子动能和分子势能之和，一定质量的某种物质，即使温度不变，内能也可能发生变化，例如晶体的熔化过程，温度不变、内能增加，故D正确；

E、根据热力学第二定律可知，热传递的自然宏观过程具有方向性，热传递的自然过程是大量分子从无序程度小的运动状态向无序程度大的运动状态转化的过程，故E正确。

故选：BDE。

7．（珠海一模）下列说法中正确的是（　　）

A．只要气体的温度降低，就可以碱弱气体分子热运动的剧烈程度

B．气体的体积指的就是该气体所有分子体积之和

C．在完全失重的情况下，气体对容器壁的压强为零

D．气体从外界吸收热量，其内能可能减小

E．一定质量的理想气体在等压膨胀过程中温度一定升高

【分析】气体的体积指的是该气体的分子所能到达的空间的体积，温度高体分子热运动就剧烈，分子运动不停息，气体对容器壁的压强不为零，做功也可以改变物体的内能。

【解答】解：A、温度高体分子热运动就剧烈，所以只要气体的温度降低，就可以减弱气体分子热运动的剧烈程度，故A正确；

B、气体的体积指的是该气体的分子所能到达的空间的体积，由于气体分子之间的距离大约是分子直径10倍以上，所以气体体积不是该气体所有分子体积之和，故B错误；

C、在完全失重的情况下，分子运动不停息，气体对容器壁的压强不为零，故C错误；

D、气体从外界吸收热量，但如果同时对外做功，则内能可能减小，故D正确；

E、由理想气体状态方程可得，气体在等压膨胀过程中温度一定升高，故E正确。

故选：ADE。

**三．解答题（共1小题）**

8．（定州市期末）某同学家新买了一双门电冰箱，冷藏室容积107L，冷冻容积118L，假设室内空气为理想气体。

①若室内空气摩尔体积为22.5×10﹣3m3/mol，阿伏加德罗常数为6.0×1023个/mol，在家中关闭冰箱密封门后，电冰箱的冷藏室和冷冻室内大约共有多少个空气分子？

②若室内温度为27℃，大气压为1×105Pa，关闭冰箱密封门通电工作一段时间后，冷藏室内温度降为6℃，冷冻室温度降为﹣9℃，此时冷藏室与冷冻室中空气的压强差为多大？

③冰箱工作时把热量从温度较低的冰箱内部传到温度较高的冰箱外部，请分析说明这是否违背热力学第二定律。

【分析】估算气体的分子个数时，先解出气体的摩尔数，然后用阿佛加德罗常数乘以气体的摩尔数就得到气体的分子个数；根据查理定律可以解出温度下降后的压强，然后做差解出压强差。

【解答】解：①分子个数：nNA6.0×1023＝6.0×1024个；

②气体状态参量为：T1＝273+27＝300K，P1＝1×105Pa，

T2＝273+6＝279K，P2＝？T3＝273﹣9＝264K，P3＝？

气体体积不变，根据查理定律得：，

代入数据解得：p2＝9.3×104Pa，p3＝8.8×104Pa，

压强差：△P＝p2﹣p3＝5×103Pa；

③由于热量从低温的冰箱内部传到温度较高的冰箱外部的同时，消耗了电能，不违背热力学第二定律。

答：①电冰箱的冷藏室和冷冻室内大约共有6.0×1024个空气分子；

②此时冷藏室与冷冻室中空气压强差为5×103Pa；

③不违背热力学第二定律，因为热量不是自发的由低温的冰箱内部向高温的冰箱外部传递的，且冰箱工作过程中要消耗电能。