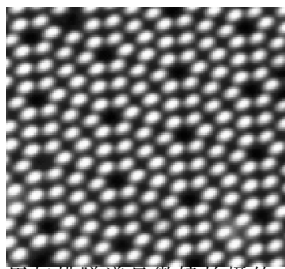


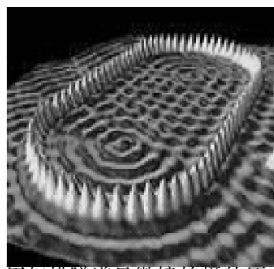
模块整体感悟

热是什么？从对火的热现象的探究到热质说的提出，人们虽然未能解释热的本质，但对温度的高低、温标的建立、温度的测量进行了卓有成效的研究，这为人们定量研究热现象、建立热学积累了必要的资料。18世纪，从瓦特蒸汽机的发明与使用到卡诺对提高热机效率的理论研究，都为热力学的发展奠定了基础。19世纪中期，迈尔、焦耳、亥姆霍兹研究发表了能量守恒定律，建立了热力学第一定律（包括热现象在内的能量守恒定律）。同时期克劳修斯和开尔文在卡诺工作的基础上分别独立地提出了热力学第二定律。1865年，克劳修斯又提出了新的状态函数——熵，用它来描述热力学的过程。热力学的两个定律建立以后，人们找到了热现象的一般规律，但对热的本质问题、热是一种什么运动形式，仍然没有明确回答。1848年，焦耳对气体分子运动进行了研究，认为热运动是平动。后来又有克劳修斯、麦克斯韦、玻耳兹曼等人全面研究了分子运动论，建立了一门热现象的微观理论——统计物理学。至此人们才真正搞清热的本质问题。20世纪初，能斯特又提出了热力学第三定律。热力学这三个定律概括了热力学的基本原理，经典热力学发展到了完善的地步。

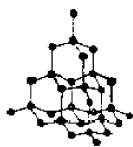
我们用肉眼可以看到远在数百万光年以外的巨大星系，却不一定能够看清近在眼前的细小的物体。17世纪，荷兰人列文虎克把自己制造的显微镜对准一滴雨水的时候，他惊奇地发现有无数的微小生物游弋其中，他把这个发现报告给了英国皇家学会，引起了一阵轰动，微观世界的瑰丽景象让人们眼界大开。随着科学技术的进步，如今人们的视野已经深入到物质的内部。科学家甚至可以利用扫描隧道显微镜来操纵单个原子，随心所欲地移动这些微小颗粒，并排列成各种文字或图案（如下图所示）。按照这个尺寸，可以在一根大头针的针尖上写下一部《红楼梦》的全部内容。



用扫描隧道显微镜拍摄的
石墨表面原子的照片



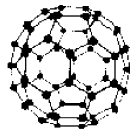
用扫描隧道显微镜拍摄的原子
排列成的图案的照片



金刚石



石墨



足球烯

科学发展到今天,人们已经能从微观的角度解释以前发现的宏观规律.温度的微观解释、气体压强的微观解释、气体实验定律的微观解释等都说明微观粒子与宏观现象间有着内在的联系.在微观世界中,分子做无规则运动的剧烈程度会导致宏观上物体温度的高低;分子的热运动和分子间的相互作用力是决定物质以什么状态(固态、液态、气态、等离子态、玻色子态、凝聚态等)出现的两个相反的因素;不仅如此,同一种粒子若以不同的结构排列时,会表现成性质截然不同的多种物质.研究材料(制造各种物品所用的物质)的制造、结构与性能三者的相互关系,已发展成为一门新兴的学科——材料科学.近年来,随着材料科学与技术的飞速发展,各种具有独特性能的新材料层出不穷,使人类生活和社会发展对材料的新需求不断得到满足.随着纳米技术的不断发展,人们可以在接近原子尺度上对各种材料进行加工和处理,从而诞生了各种纳米材料.

物质为什么有各种形态以及不同的特性?微观粒子与宏观现象之间究竟有着怎样的联系?同学们将在本模块的学习中揭开这层神秘的面纱.

第七章 分子动理论



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
认识分子动理论的基本观点,知道其实验依据.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 认识分子动理论的基本观点,知道物体是由大量分子组成的.会通过实验估测分子的大小,了解一般分子大小的数量级. 2. 了解布朗运动,理解布朗运动产生的原因.知道分子的热运动与温度有关.理解温度的意义. 3. 知道分子之间同时存在着相互作用的引力和斥力,其大小与分子间的距离有关.
知道阿伏加德罗常数的意义.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道阿伏加德罗常数的物理意义、数值和单位,了解它是联系微观世界和宏观世界的一个重要物理量. 2. 会用阿伏加德罗常数进行计算或估算.
理解内能的概念.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 知道温度是分子热运动平均动能的标志. 2. 知道什么是分子的势能,知道分子势能跟物体体积有关. 3. 理解内能的概念以及内能与什么因素有关.能够区别内能和机械能.



学法指导

分子动理论的观点贯穿在本模块的各章之中,对整个热学模块的学习起到了奠基的作用.本章研究物理问题的方法和思想,既有我们熟知的基本方法:模型法、类比法、图象法、实验法等,也包含高中物理学习中首次涉及的统计思想.

要研究分子的运动,首先要建立分子模型,例如在估算分子的大小和推算阿伏加德罗常数时,将分子视为弹性小球,并略去分子之间的空隙,于是才有了分子直径的说法.其次,学习本章知识时要善于运用类比法,例如将分子间的作用力类比弹簧两端连接的两个小球间的相互作用力,将分子力做功与分子势能的变化类比重力做功与重力势能的变化,这样就可以把微观的研究对象宏观化.再次,在“分子间的作用力”这节,让同学们在分子间斥力、引力与分子距离关系的图象中,作出分子间的合力随分子距离变化的关系,这样可以提高同学们用图象表达、分析物理问题的能力.

“油膜法估测分子直径”的实验,是高中阶段第一次利用宏观量的测定求出微观量大小的

实验,在实验中,你可以亲自经历估算阿伏加德罗常数的过程,从而体会组成物体的分子数的“巨大”和每个分子的“微小”。

统计规律是一种不同于因果决定律的另一种客观规律,通过探究硬币正反面出现概率的实践活动,从而领略任何事物都是有规律的,认识研究不同事物的规律需要用不同的方法。明确大量分子表现出的统计规律决定了物质的宏观性质,个别分子的运动对物质的宏观热学现象是没有意义的。

第一节 物体是由大量分子组成的



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

一个纸箱里能装多少只乒乓球,倒出来数数就知道了。同样的纸箱能装多少粒小米,用相同的方法就不太容易得到答案了。如果箱子里装的是比米粒小得多的分子,那么如何知道分子的个数呢?



材料链接

为了使同学们对微观世界的规模有一个具体概念,我们来看两个具体的例子:

(1) 1 mol 水的质量是 18 g,大约是我们喝下的一口水的质量,换句话说,我们喝下一口水,就喝下了大约 6.0×10^{23} 个水分子,如果动员全世界 60 亿人来数这些分子,每人每秒钟数一个,300 万年也数不完。

(2) 1 cm^3 水中含有 3.3×10^{22} 个水分子。假如把 1 cm^3 水中所有的水分子一个挨一个地排列成一条线,这条线将长达 100 亿千米,可绕地球 24.9 万圈。



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

“材料链接”中(1)(2)两个例子说明,宏观物体中所含有的分子数是巨大的,也说明分子是极其微小的。人们是通过什么途径知道分子直径的?通过实验的方法能估测出分子的大小吗?

请大家仔细阅读教材“实验 用油膜法估测分子的大小”,思考并回答下列问题:

1. 一滴油酸滴在水面上,很快就在水面上形成一层油膜,由于油酸分子的特性,这层膜是一层单分子膜。由此,人们在实验中是如何间接地估算油酸分子直径的?

2. 用带针头的注射器滴下一滴油酸,它

所占的面积比一间房间所占的面积还要大，这就给实验带来了困难。实验中，怎样才能得到一滴体积很小的油酸？怎样测量它的体积？

3. 油酸滴到水面上时，其形状是不规则的，且油膜是无色透明的，如何较为准确地测量油膜的面积呢？

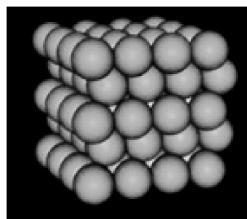
问题二

通过“单分子油膜法”估测出了分子直径的数量级，一些微小的分子，不仅肉眼无法直接看到它们，就是用高倍光学显微镜也看不到。除了实验的方法，我们还能通过什么途径来估算分子的大小呢？

请大家仔细阅读教材“分子的大小”和“阿伏加德罗常数”标题下的内容，思考并回答下列问题：

1. 数量级是指数量的尺度或大小的级别，一般指一系列10的幂，如：一滴水的体积是 2.3×10^{-2} mL，我们就说它的数量级是 10^{-2} mL。一般物质分子大小的数量级相同吗？是多少？

2. 已知水分子的大小为 4×10^{-10} m，水的摩尔质量为 1.8×10^{-2} kg/mol，水的密度为 1×10^3 kg/m³。如果将水看做是由紧密排列（不计空隙）的球形水分子组成，如图所示，试求：



- (1) 每个水分子的体积；
- (2) 1 mol 水的水分子数。

3. 阿伏加德罗常数的大小是多少？为什么说它是一个重要的常数？

自主测评

1. 在“用油膜法估测分子的大小”的实验中，我们采用让油酸在水面上形成一层_____的方法估测分子的大小。油酸分子都是直立在水面上的，故其厚度即等于油酸的_____。

2. 实验中我们把分子看做小球,这是对分子简化后的模型.实际上,分子有着复杂的

3. 用不同的方法测出的分子大小并不完全相同,但是数量级是一致的,除了一些高分子有机物之外,一般分子直径的数量级约为

4. 阿伏加德罗常数用 N_A 表示,通常情况下 $N_A =$ _____,它是微观世界的一个重要常数,是联系微观物理量和宏观物理量的桥梁.

疑点归纳

同学们,你们在自主学习的过程中有哪些疑难和困惑,请记录在问题卡上,别忘了及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

重温“材料链接”中喝水的情景,我们喝下的一口水的质量约为 18 g,换句话说就是我们一口吞下了约 6.0×10^{23} 个水分子,这个数量就是我们所说的阿伏加德罗常数.

为什么说阿伏加德罗常数是联系宏观物理量和微观物理量的桥梁?

同学们可以在独立思考的基础上,小组内讨论:

1. 摩尔质量与分子质量的关系是什么?

2. 摩尔体积 $= N_A \times$ 分子体积,这个公式对任何物体都成立吗?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

如何估算教室内的气体分子数?

一间教室长 $a = 8$ m,宽 $b = 7$ m,高 $c = 4$ m,假设教室里的空气处于标准状况.为了估算出教室里空气分子的数目,有两位同学各自提出了一个方案:

方案 1:取分子直径 $D = 1 \times 10^{-10}$ m,算出分子体积 $V_1 = \frac{1}{6} \pi D^3$,根据室内空气的体积 $V = abc$,算得空气分子数

$$N = \frac{V}{V_1} = \frac{6abc}{\pi D^3}.$$

方案 2:根据化学知识可知,1 mol 空气在标准状况下的体积 $V_0 = 22.4$ L $= 22.4 \times 10^{-3}$ m³.由教室内空气的体积,可算出教室内空气的摩尔数 $n = \frac{V}{V_0} = \frac{abc}{V_0}$;再根据阿伏加德罗常数,算得空气分子数

$$N = nN_A = \frac{abc}{V_0} N_A.$$

请对上述两种方案作出评价,并估算出教室里空气分子的数目.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:

物体是由大量分子组成的:

1. 估算分子数量——阿伏加德罗常数 ($N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

2. 估测分子的大小——油膜法

(1) 原理: $d = \frac{V}{S}$

(2) 分子直径的数量级为 10^{-10} m



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 用油膜法测出分子的直径后,要测定阿伏加德罗常数,只需知道油滴的 ()

- A. 摩尔质量 B. 摩尔体积
C. 体积 D. 密度

2. 某固体物质的摩尔质量为 M , 密度为 ρ , 阿伏加德罗常数为 N_A , 则每个分子的质量和单位体积内所含的分子数分别是 ()

- A. $\frac{N_A}{M}, \frac{\rho N_A}{M}$ B. $\frac{M}{N_A}, \frac{MN_A}{\rho}$
C. $\frac{N_A}{M}, \frac{M}{\rho N_A}$ D. $\frac{M}{N_A}, \frac{\rho N_A}{M}$

3. 已知下列各组数据,可以算出阿伏加德罗常数的是 ()

- A. 水的密度和水的摩尔质量
B. 水的摩尔质量和水分子的体积
C. 水分子的体积和水分子的质量
D. 水分子的质量和水的摩尔质量

4. (多选)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, N_A 为阿伏加德罗常数, m 、 Δ 分别表示每个水分子的质量和体积,下面关系式中正确的是 ()

- A. $N_A = \frac{\rho V}{m}$ B. $\rho = \frac{\mu}{N_A \Delta}$
C. $m = \frac{\mu}{N_A}$ D. $\Delta = \frac{V}{N_A}$

B. 能力提升

5. (2016·上海)(多选)某气体的摩尔质量为 M , 分子质量为 m . 若 1 mol 该气体的体积为 V_m , 密度为 ρ , 则该气体单位体积分子数为(阿伏加德罗常数为 N_A) ()

- A. $\frac{N_A}{V_m}$ B. $\frac{M}{m V_m}$
C. $\frac{\rho N_A}{M}$ D. $\frac{\rho N_A}{m}$

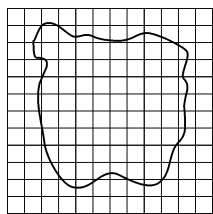
6. 将 1 cm^3 油酸溶于酒精中,制成 200 cm^3 油酸酒精溶液,已知 1 cm^3 溶液有 50 滴油酸酒精溶液. 现取一滴滴到水面上,随着酒精溶于水后,油酸在水面上形成一单分子薄层. 已测出薄层的面积为 0.2 m^2 , 由此估测油酸分子的直径为 ()

- A. $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ B. $5 \times 10^{-10} \text{ m}$
C. $2 \times 10^{-9} \text{ m}$ D. $5 \times 10^{-9} \text{ m}$

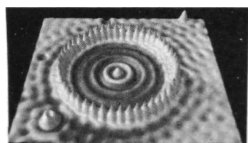
7. 空调在制冷过程中,室内空气中的水蒸气接触蒸发器(铜管)液化成水,经排水管排走,空气中水分越来越少,人会感觉干燥. 某空调工作一段时间后,排出液化水的体积 $V = 1.0 \times 10^3 \text{ cm}^3$. 已知水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、摩尔质量 $M = 1.8 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$, 阿伏伽德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. 则该液化水中含有水分子的总数 N 以及一个水分子的直径 d 为 ()

- A. 3×10^{22} 个; $4 \times 10^{-10} \text{ m}$
B. 3×10^{22} 个; $6 \times 10^{-10} \text{ m}$
C. 3×10^{25} 个; $4 \times 10^{-10} \text{ m}$
D. 3×10^{25} 个; $6 \times 10^{-10} \text{ m}$

8. 测量分子大小的方法有很多,如油膜法、显微法.



(1)在“用油膜法估测分子大小”的实验中,用移液管量取 0.25 mL 油酸,倒入标注 250 mL 的容量瓶中,再加入酒精后得到 250 mL 的溶液.然后用滴管吸取这种溶液,向小量桶中滴入 100 滴溶液,溶液的液面达到量筒中 1 mL 的刻度,再用滴管取配好的油酸溶液,向撒有痱子粉的盛水浅盘中滴下 2 滴溶液,在液面上形成油酸薄膜,待油膜稳定后,放在带有正方形坐标格的玻璃板下观察油膜,如图所示.坐标格的正方形大小为 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$.由图可以估算出油膜的面积是 _____ cm^2 (保留 2 位有效数字),由此估算出油酸分子的直径是 _____ m (保留 1 位有效数字).



(2)如图是用扫描隧道显微镜拍下的一个“量子围栏”的照片.这个量子围栏是由 48 个铁原子在铜的表面排列成直径为 $1.43 \times 10^{-8}\text{ m}$ 的圆周而组成的.由此可以估算出铁原子的直径约为 _____ m. (保留 2 位有效数字)

9. (2015 · 海南)已知地球大气层的厚度 h 远小于地球半径 R ,空气平均摩尔质量为 M ,阿伏加德罗常数为 N_A ,地面大气压强为 p_0 ,重力加速度大小为 g .由此可估算得,地球大气层空气分子总数为 _____,空气分子之间的平均距离为 _____.

10. 科学家可以运用无规则运动的规律来研究生物蛋白分子.资料显示,某种蛋白的摩尔质量为 66 g/mol ,其分子可视半径为

$3 \times 10^{-9}\text{ m}$ 的球,已知阿伏加德罗常数为 $6.0 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$,请估算该蛋白的密度. (计算结果保留 1 位有效数字)



活动探究

课题: 纳米技术.

目的: 通过收集、查询、讨论有关纳米技术的资料,了解纳米技术在现实生活中的作用以及对未来社会发展的影响,激发学生对新技术的兴趣和热情.

问题:

- (1) 知道纳米是长度单位,知道什么是纳米技术及纳米技术的研究对象是什么.
- (2) 纳米技术与扫描隧道显微镜.
- (3) 纳米技术在电子和通信方面的应用.
- (4) 纳米技术在医疗和生命科学方面的应用与展望.
- (5) 我国在纳米技术领域的研究现状和发展前景.

方法: 到图书馆查阅资料;上相关的网站查询;收集资料信息并讨论交流.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能擎起一盏

纳米技术

纳米是一个长度单位,符号是 nm, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$. 一般分子的直径大约为 $0.3 \sim 0.4 \text{ nm}$, 蛋白质分子比较大,一般蛋白质分子的直径大约为几十纳米,病毒大约有几百纳米. 纳米科学技术是纳米尺度内($0.1 \sim 100 \text{ nm}$)的科学技术,研究对象是一小堆分子或单个的分子、原子.

我国在纳米技术领域占有一席之地,处于国际先进行列. 已成功制备出包括金属、合金、氢氧化物、氢化物、碳化物、离子晶体和半导体在内的多种纳米材料,合成出多种同轴纳米电缆,掌握了制备纯净碳纳米管的技术,能大批量制备长度为 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 的超长纳米管. 合成的最细的碳纳米管的直径只有 0.33 nm ,这不但打破了我国科学家自己不久前创造的直径仅为 0.5 nm 的世界纪录,而且突破了日本科学家 1992 年所提出的 0.4 nm 的理论极限值.《稻草变黄金——从四氯化碳制成金刚石》一文对其有着高度的评价. 最近又研制成功新型纳米材料——超双疏性界面材料. 这种材料具有超疏水性及超疏油性,若用它制成纺织品,不染油污,不用洗涤.

纳米技术应用前景十分广阔,经济效益十分巨大,纳米技术未来的应用将远远超过计算机工业. 纳米复合塑胶、橡胶和纤维的改性,纳米功能涂层材料的设计和应用,将给传统生产和产品注入新的高科技含量. 专家指出,纺织、建材、化工、石油、汽车、军事装备、通信设备等领域,将免不了一场因纳米而引发的“材料革命”. 现在我国以纳米材料和纳米技术注册的公司有近 100 个,建立了 10 多条纳米材料和纳米技术的生产线. 纳米布料、服装已批量生产,像电脑工作服、防静电服、防紫外线服等纳米服装都已问世. 加入纳米技术的新型油漆,不仅耐洗刷性提高了十几倍,而且无毒无害无异味. 一张纳米光盘上能存几百部甚至上千部电影,而一张普通光盘只能存两部电影. 纳米技术正在改善和提高着人们的生活质量.

第二节 分子的热运动



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

走进公园,阵阵花香扑鼻而来;将一滴红墨水滴入清水中,红墨水会很快扩散开来……这些都是分子运动的结果. 构成物体的所有分子都在运动吗? 它们是如何运动的? 分子很小,在显微镜下都不易观察到,如何知道它们在运动呢?



材料链接

利用阿伏加德罗常数,我们可以估算出

教室里空气分子的数目,这个数字非常大,达到 10^{27} . 这么多的分子在一起,它们的运动情况是怎样的呢?

有几位同学饶有兴趣地提出了他们的猜想,还形象地做了比喻:

(1) 由于空气分子很多,每个分子大概只能在自己的位置附近稍稍地运动,就像上课时大家只能坐在座位上稍微晃动那样;

(2) 很多空气分子挤在一起,只能一会儿一起向这边运动,一会儿一起向那边运动,就像牧场上一群被驱赶着的羊群那样;

(3) 因为我们对空气分子的运动没感觉,所以它们不可能整体一起运动,大概是有些

分子不动,有少数分子在其他分子间穿来穿去,就像上课时老师在同学间走动那样;

(4)每个分子都在不停地向各个方向杂乱无章地运动,相互间又常会发生冲撞,就像足球场上的运动员那样.

.....

你对教室里(或容器里)气体分子的运动有何猜想?请同学们相互交流一下.



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

扩散有哪些表现方式?扩散产生的原因是什么?在生活中有哪些应用?

请大家仔细阅读教材“扩散现象”,思考并回答下列问题:

1. 什么是扩散现象?

2. 产生扩散现象的原因是什么?

3. 你知道生活中还有哪些现象属于扩散现象吗?请举例.

问题二

同学们,你们认为布朗运动到底是谁的运动?是什么原因导致了这种运动?在显微镜下看

到的固体颗粒运动位置的连线是固体颗粒真实的运动轨迹吗?

请大家仔细阅读教材“布朗运动”和“热运动”,思考并回答下列问题:

1. 什么是布朗运动?

2. 产生布朗运动的原因是什么?

3. 影响布朗运动的因素有哪些?

4. 为什么说布朗运动反映了液体分子的无规则运动?

5. 做布朗运动实验时,得到的某个观测记录的位置连线图是布朗颗粒真实的运动轨迹吗?



自主测评

1. _____ 和 _____ 都能说明分子在永不停息地做无规则运动.

2. 关于扩散现象,下列说法正确的是

()

A. 温度越高,扩散进行得越快

B. 扩散现象是不同物质间的一种化

学反应

- C. 扩散现象是由物质分子无规则运动产生的
- D. 扩散现象在气体、液体和固体中都能发生
3. 下列关于布朗运动的说法中,正确的是 ()
- A. 布朗运动是液体分子的无规则运动
- B. 液体温度越高,悬浮颗粒越小,布朗运动越剧烈
- C. 布朗运动是由于液体各个部分的温度不同而引起的
- D. 布朗运动是由液体分子从各个方向对悬浮颗粒撞击作用的不平衡引起的
4. 下列事例中,属于分子不停地做无规则运动的是 ()
- A. 秋风吹拂,树叶纷纷落下
- B. 在箱子里放几粒樟脑丸,过些日子一开箱就能闻到樟脑的气味
- C. 烟囱里冒出的黑烟在空中飘荡
- D. 室内扫地时,在阳光照射下看见灰尘飞扬
5. 下列关于热运动的说法中,正确的是 ()
- A. 热运动是物体受热后所做的运动
- B. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的物体中的分子不做无规则运动
- C. 热运动是单个分子的永不停息的无规则运动
- D. 热运动是大量分子的永不停息的无规则运动



疑点归纳

同学们,你们在自主学习的过程中有哪些疑难和困惑,请记录在问题卡上,别忘了及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

为什么把分子永不停息的无规则运动叫做热运动? 扩散现象和布朗运动都是分子的运动吗?

同学们可以在独立思考的基础上,小组内讨论:

1. 无规则运动能否认为是一种无规律的运动?

2. 你是如何理解“永不停息”这四个字的含义的?

3. 为什么把分子永不停息的无规则运动叫做热运动?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

为什么说,分子在做永不停息的无规则运动?

有人为了说明气体分子的无规则运动,查阅了相关资料,给出了气体分子热运动的图景:

(1)快:气体分子热运动的速度非常快.在常温下,气体分子热运动的平均速率的数量级为 10^2 m/s,即平均地讲,气体分子以每秒数百米的速度运动着.如氧气分子在标准状态下,平均速率为 425 m/s.因此,分子热运动的速度是相当快的.

(2)小:气体分子的线度一般都非常小,气体分子的有效直径的数量级为 10^{-10} m.如,氢气分子的有效直径为 2.7×10^{-10} m,氮气分子的有效直径为 3.7×10^{-10} m.

(3)多:在气体中,分子间的平均距离与分子的线度相比是很大的,虽然与固体和液体相比气体中的分子是比较稀疏的,但仍然是由大量的分子所组成的.例如,在标准状态下, 1 cm^3 空间中的气体分子数有 2.69×10^{19} 个,可见,气体是由极多的分子所组成的.

(4)乱:气体分子在运动过程中,相互碰撞是非常频繁的.在标准状态下,平均地讲,一个分子在 1 s 内与其他分子相互碰撞的次数(平均碰撞频率)的数量级为 10^9 次,即几十亿次.如,氮气分子在标准状态下,每秒与其他分子平均碰撞 74 亿次.由于频繁的碰撞,分子的运动状态在不断地改变.可见,气体分子的运动是杂乱无章的、无规则的,并且温度越高,无规则运动的剧烈程度越大.

根据以上材料,试回答下列问题:

(1)在标准状态下,气体分子平均每隔多长时间就会发生一次碰撞?(只计算数

量级)

(2)如果认为气体分子两次碰撞间的运动是匀速直线运动,那么,在标准状态下,气体分子平均运动多远距离就会发生一次碰撞?(只计算数量级)

(3)在标准状态下,气体分子间的平均距离是多大?(结果保留 3 个有效数字)



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.



板块五 应用演练 再生新疑

分版设题,精选精练



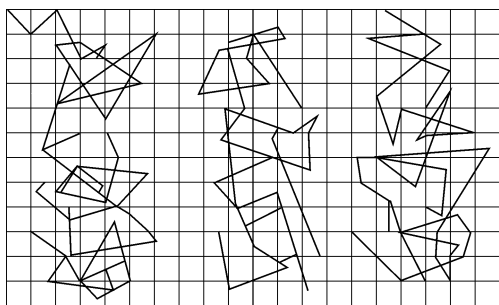
分层演练

A. 基础巩固

1. 关于布朗运动和扩散现象,下列说法正确的是 ()

- A. 布朗运动和扩散现象都能在气体、液体、固体中发生
- B. 布朗运动和扩散现象都是分子的热运动
- C. 布朗运动和扩散现象都是温度越高越明显
- D. 布朗运动和扩散现象都是热运动

2. 如图是关于布朗运动的实验,下列说法正确的是 ()



- A. 图中记录的是分子做无规则运动的情况
- B. 图中记录的是微粒做布朗运动的轨迹
- C. 实验中可以看到,微粒越大,布朗运动越明显
- D. 实验中可以看到,温度越高,布朗运动越剧烈

3. 关于布朗运动,下列说法正确的是 ()

- A. 布朗运动反映了分子运动,布朗运动停止了,分子运动也会暂时停止
- B. 固体微粒做布朗运动,充分说明了微粒内部分子在不停地做无规则

运动

- C. 布朗运动是无规则的,说明大量液体分子的运动也是无规则的
- D. 布朗运动的无规则性是由于温度、压强无规则地不断变化而引起的

4. 阅读下列材料,并回答问题:

证明液体、气体分子做杂乱无章的运动的最著名的实验,是英国植物学家布朗发现的布朗运动.1827年,布朗把花粉放入水中,然后取出一滴这种悬浮液放在显微镜下观察,发现花粉小颗粒在水中像着了魔似的不停地运动,而且每个小颗粒的运动方向和速度都改变得很快,不会停下来.这些小颗粒实际上是由上万个分子组成的分子团,由于受到的液体分子的撞击不平衡,从而表现出不规则运动的情况.

(1) 布朗运动是_____的运动.

- A. 分子 B. 原子 C. 物体

(2) 布朗运动实质上反映了_____分子的运动.

- A. 水 B. 花粉 C. 空气

(3) 如何使布朗运动加快?(写出1种方法即可)

B. 能力提升

5. (多选)下列现象是扩散现象的是 ()

- A. 冬天早晨的薄霜在太阳升起后便消失了
- B. 春天在公园里散步,随处都能闻到花香味
- C. 夏天阵雨过后马路上的雨水过一段时间就干了
- D. 北方深秋的沙尘暴漫天袭来

6. (2017·北京)以下关于热运动的说法正确的是 ()

- A. 水流速度越大, 水分子的热运动越剧烈
- B. 水凝结成冰后, 水分子的热运动停止
- C. 水的温度越高, 水分子的热运动越剧烈
- D. 水的温度升高, 每一个水分子的运动速率都会增大

7. (2016·北京) 雾霾天气是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述, 是特定气候条件与人类活动相互作用的结果. 雾霾中, 各种悬浮颗粒物形状不规则, 但可视为密度相同、直径不同的球体, 并用 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 分别表示直径小于或等于 $10\ \mu\text{m}$ 、 $2.5\ \mu\text{m}$ 的颗粒物 (PM 是颗粒物的英文缩写).

某科研机构对北京地区的检测结果表明, 在静稳的雾霾天气中, 近地面高度百米的范围内, PM_{10} 的浓度随高度的增加略有减小, 大于 PM_{10} 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小, 且两种浓度分布基本不随时间变化.

据此材料, 以下叙述正确的是 ()

- A. PM_{10} 表示直径小于或等于 $1.0 \times 10^{-6}\ \text{m}$ 的悬浮颗粒物
- B. PM_{10} 受到的空气分子作用力的合力始终大于其受到的重力
- C. PM_{10} 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动
- D. $PM_{2.5}$ 的浓度随高度的增加逐渐增大

(提示: 能做布朗运动的粒子直径约为 $1 \sim 10\ \mu\text{m}$)



活动探究

1. 探究布朗运动是否为分子的运动.

提示: 从概念、特征及产生的原因等方面考虑.

2. 布朗运动与扩散现象反映的分子热运动的本质有什么区别?

提示: 从产生的条件、影响快慢的因素等方面考虑.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯, 愿你也能撑起一盏

生活中的布朗运动

通过对布朗运动的理论分析, 可以看出大量的无序运动中同样也包含着相当精确的有规则的运动结果.

布朗运动是证实分子做无规则热运动的著名实验之一. 布朗在显微镜下发现了这种运动, 其实在生活中只要留心观察, 不用显微镜你也能发现布朗运动.

(一) 细微水滴的运动

在无风的阳光下, 用嘴含半口清水, 紧闭双唇, 然后用气将水猛喷出去, 空中就会有许许多多十分细小的水珠, 在阳光下荧荧可见. 请抓紧时间观察这些细小微滴的运动, 可看到它们在向四面八方飞舞, 杂乱而无规则. 这个实验在阳光比较充足的时候, 背对太阳去做, 观察效果会更好些.

(二) 醉鬼走路也有规律——布朗运动模型

1827年, 英国植物学家布朗 (Brown, 1773—1858) 用显微镜观察悬浮在一滴水中的花粉, 发现它们像醉鬼走路一样, 各自进行着毫无规律的运动. 后来人们才知道, 花粉之所以会永不停息地做无序运动, 是由于受水分子各个方向不平衡撞击的结果. 由于这个现象是布朗先生首

先发现的,所以后人称之为布朗运动.

布朗运动中的花粉,像醉鬼走路一般毫无规则.那么醉鬼是怎么行走的呢?美国著名物理学家 G. 盖莫夫教授对此作出了极为生动的描述:假定在某个广场的某个灯柱上靠着一个醉鬼,他突然打算走动一下,看他是怎么走的吧!先是朝一个方向颠簸几步,然后又折转方向再颠簸几步,如此这般,每走几步就随意折一个方向,每次折转的方向都是事先无法预计的.

为了研究醉鬼的行动规律,盖莫夫教授以家乡广场上一个灯柱脚为原点建立直角坐标系.醉鬼所走的第 n 个分段在两轴上的投影分别为 X_n, Y_n . 于是,走 n 段后醉鬼与灯柱的距离 R 满足: $R_n^2 = (X_1 + X_2 + \dots + X_n)^2 + (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n)^2$.

显然,醉鬼走路是无规则的,他朝着灯柱走和背着灯柱走的可能性相等.因此,在 X 的各个取值中正负参半.这样,在上式右端的第一项展开式中,所有的两两乘积里,总可以找出数值大致相等、符号相反、可以互相抵消的一对数来, n 的数目越大,这种抵消越彻底.因此,对于很大的 n ,我们有: $(X_1 + X_2 + \dots + X_n)^2 \approx X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2 = nX^2$.

这里 X 是醉鬼所走各段路程在 X 轴上投影的均方根值.对于 Y ,我们也可以得出同样的结论,即 $(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n)^2 \approx Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2 = nY^2$.

于是 $R_n^2 = n(X^2 + Y^2)$.

$\sqrt{X^2 + Y^2}$ 相当于醉鬼走每段路的平均路程 d ,代入可得 $R_n \approx \sqrt{nd}$.

这就是说,醉鬼走了许多段不规则的弯曲路程后,距灯柱最可能的距离为各段路程的平均长度乘路段数的平方根.请注意,上面我们运用了统计规律,对某个醉鬼来说,他走 n 段路,未必就距离灯柱 \sqrt{nd} 远.但如果有一大群醉鬼,互不干扰地从灯柱出发,颠簸着走各自的弯路,那么他们距灯柱的平均值就接近于 \sqrt{nd} .人数越多,这种规律越精确.

第三节 分子间的作用力



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

固体、液体很难被压缩,说明分子间存在斥力;两张被浸湿的纸粘在一起很难被分开,说明分子间存在引力.引力和斥力是分别存在还是同时存在?分子间作用力什么时候表现为引力,什么时候表现为斥力?分子间相互作用力有什么特点?



材料链接

生活中有些现象常常令人困惑不解.例

如,一种长约 10 厘米、背部呈暗灰色的爬行四足小动物壁虎,能在光滑如镜的墙面或天花板上穿梭自如,捕食蚊、蝇、蜘蛛等小虫子而不会掉下来.多少年来,许多人习惯地认为,壁虎能够在直立的玻璃表面“疾步如飞”,甚至能贴在光滑的天花板上,靠的是四个脚掌上神奇的吸盘.那壁虎脚底的黏着力究竟是怎样产生的呢?美国加利福尼亚大学的科学家罗伯特·福尔等人经过研究发现,壁虎居然是自然界中数一数二的“应用物理大师”.它脚底的力量,竟然来自宇宙中最基本的物理学原理——分子引力.靠着这种力量,一只身长 2 英寸的壁虎,用它不过几平方毫米大小的脚掌,理论上能够毫不费力地提起

重达 40 千克的重物!

那么,什么是分子引力呢?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

哪些现象说明分子间是有空隙的?分子间有空隙,为什么大量分子能聚集在一起形成固体或液体?物体能被压缩,为什么固体和液体又不易被压缩?这些现象说明了分子间有什么力存在?它有什么规律?

请大家仔细阅读教材“分子间的作用力”标题下的内容,思考并回答下列问题:

❁ 1. 请举例说明分子间有间隙.

❁ 2. 请举例说明分子间存在引力.

❁ 3. 请举例说明分子间存在斥力.

❁ 4. 请同学们利用教材图 7.3-2 中给出的信息,说明分子间引力和斥力是怎样随分子间距离变化的.

问题二

分子间同时存在着相互作用的引力和斥力,而实际表现出来的分子力是引力和斥力的合力,这个合力是如何随分子间距离变化而变化的?

请大家仔细阅读教材“思考与讨论”,思考并回答下列问题:

❁ 1. 请按“思考与讨论”要求在教材图 7.3-2 中作出一个分子所受另一个分子的斥力与引力的合力随分子间距离 r 变化的图象.

❁ 2. 根据你作出的图象说明:分子间斥力与引力的合力 F 随分子间距离 r 有怎样的变化规律?

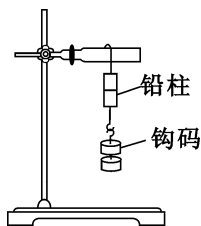
❁ 思路点拨:其中 r_0 约为 10^{-10} m,此时分子处于平衡位置.按 $r=r_0$ 、 $r<r_0$ 、 $r>r_0$ 三种情况说明 F 是斥力还是引力?随 r 如何变化?



自主测评

1. (多选) 下列说法正确的是 ()
- A. 水的体积很难被压缩, 这是分子间存在斥力的宏观表现
 - B. 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
 - C. 两个相同的半球壳吻合接触, 中间抽成真空(马德堡半球)时很难将它拉开, 这是分子间存在吸引力的宏观表现
 - D. 用力拉铁棒的两端, 铁棒没有断, 这是分子间存在吸引力的宏观表现

2. 如图所示, 两个接触面平滑的铅柱压紧后悬挂起来, 下面的铅柱不脱落, 主要原因是 ()



- A. 铅分子做无规则热运动
 - B. 铅柱受到大气压力作用
 - C. 铅柱间存在万有引力作用
 - D. 铅柱间存在分子引力作用
3. 分子间同时存在着引力和斥力, 当分子间距增加时, 分子间的 ()
- A. 引力增加, 斥力减小
 - B. 引力增加, 斥力增加
 - C. 引力减小, 斥力减小
 - D. 引力减小, 斥力增加



疑点归纳

在自主学习探究的过程中, 大家有哪些困惑和疑问, 请记录在问题卡上. 记得在课上或课后要及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维, 形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

单个分子的运动是偶然的, 而大量分子的运动却是有章可循的, 那就是统计规律. 物质是由大量分子构成的, 构成物质的大量分子描绘的是一幅什么样的蓝图呢?

同学们可以在独立思考的基础上, 小组内讨论.

1. 分子动理论的基本内容是什么?

2. 什么是统计规律?

问题四

请同学们思考下面的情景: 有两个分子, 它们之间相隔的距离为 10 倍分子直径以上. 将甲分子固定, 让乙分子从这个距离逐渐靠近甲分子, 直到不能再靠近为止.

(1) 在这一过程中, 分子引力和分子斥力如何变化?

(2) 引力与斥力的合力是如何变化的?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五

请同学们在小组内讨论、交流并解答下列问题,之后在全班展示.

1. 关于分子间的相互作用力,下列说法正确的是 ()

- A. 当分子间的距离 $r=r_0$ 时,分子力为 0,说明此时分子间不存在作用力
- B. 当 $r>r_0$ 时,随着分子间距离的增大,分子间引力和斥力都增大,但引力比斥力增加得快,故分子力表现为引力
- C. 当 $r<r_0$ 时,随着分子间距离的增大,分子间引力和斥力都增大,但斥力比引力增加得快,故分子力表现为斥力
- D. 当分子间距离 $r>10^{-9}$ m 时,分子间的作用力可以忽略不计

2. (多选)下列现象可以说明分子间存在引力的是 ()

- A. 浸湿了的两张纸很难分开
- B. 磁铁吸引附近的铁钉
- C. 用斧子劈柴,要用很大的力才能把柴劈开
- D. 用电焊把两块铁焊在一起



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨. 例如:

分子间距离	引力与斥力的大小关系	合力
小于平衡距离	$f_{斥} > f_{引}$	斥力
等于平衡距离	$f_{斥} = f_{引}$	0
大于平衡距离	$f_{斥} < f_{引}$	引力
大于 10 倍平衡距离	$f_{斥}$ 、 $f_{引}$ 近似为 0	近似为 0



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



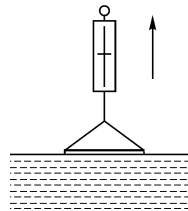
分层演练

A. 基础巩固

1. 分子间相互作用力包括分子间的引力 $F_{引}$ 和分子间的斥力 $F_{斥}$. 下列说法错误的是 ()

- A. $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 同时存在
- B. $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 都随分子间距离的增大而减小
- C. 分子力是指 $F_{引}$ 和 $F_{斥}$ 的合力
- D. 随分子间距离的增大, $F_{斥}$ 减小, $F_{引}$ 增大

2. 如图所示,用细线将一块玻璃板水平地悬挂在弹簧测力计下端,并使玻璃板贴在水面上,然后缓慢提起弹簧测力计,在玻璃板脱离水面的一瞬间,弹簧测力计



读数会突然增大,主要原因是 ()

- A. 水分子做无规则热运动
- B. 玻璃板受到大气压力作用
- C. 水与玻璃板间存在万有引力作用
- D. 水与玻璃板间存在分子引力作用

3. (2018·北京)关于分子动理论,下列说法正确的是 ()

- A. 气体扩散的快慢与温度无关
- B. 布朗运动是液体分子的无规则运动
- C. 分子间同时存在着引力和斥力
- D. 分子间的引力总是随分子间距增大而增大

4. 下列现象可以说明分子之间有引力的是 ()

- A. 水和酒精混合后的体积小于两者原来体积之和
- B. 用粉笔可在黑板上留下字迹
- C. 正、负电荷相互吸引
- D. 磁体吸引附近的小铁钉

5. 一张干燥的纸不沾任何东西,根本不能贴稳在黑板上,但将纸打湿后很容易就能贴在黑板上了,应如何解释该现象?

B. 能力提升

6. 分子间同时存在引力和斥力,下列说法正确的是 ()

- A. 固体分子间的引力总是大于斥力
- B. 气体能充满任何容器是因为分子间的斥力大于引力
- C. 分子间的引力和斥力都随分子间

距离的增大而减小

- D. 分子间引力随分子间距离的增大而增大,而斥力随距离的增大而减小

7. (多选)当两个分子之间距离为 r_0 时,正好处于平衡状态,下列关于分子间相互作用的引力和斥力的各种说法中,正确的是 ()

- A. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时,它们之间只有斥力作用
- B. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时,它们之间只有引力作用
- C. 两分子间的距离 $r < r_0$ 时,它们之间既有引力又有斥力的作用,而且斥力大于引力
- D. 两分子间的距离等于 $2r_0$ 时,它们之间既有引力又有斥力的作用,而且引力大于斥力

8. (多选)下面关于分子力的说法正确的有 ()

- 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间存在斥力
- C. 将打气筒出气管的出口端封住,向下压活塞,当空气被压缩到一定程度后很难再被压缩,这一事实说明这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

9. (多选)一般情况下,分子由带正电的原子核及带负电的电子组成,故分子间同时存在分子引力和分子斥力.若在外力的作用下两分子间的距离达到不能靠近为止,且甲分子固定不动,乙分子可自由移动,去掉外力后,当乙分子运动到相距很远时,速度为 v .则在乙分子的运动过程中(乙分子的质量为 m)

()

- A. 乙分子的动能变化量为 $\frac{1}{2}mv^2$
- B. 分子力对乙分子做的功为 $\frac{1}{2}mv^2$
- C. 分子引力比分子斥力多做了 $\frac{1}{2}mv^2$ 的功
- D. 分子斥力比分子引力多做了 $\frac{1}{2}mv^2$ 的功

10. 两分子相距为 r_1 时, 分子间的相互作用表现为引力; 相距为 r_2 时, 则表现为斥力. 下列叙述中正确的是 ()

- A. 两分子相距为 r_1 时, 相互间没有斥力存在
- B. 两分子相距为 r_2 时, 相互间没有引力存在
- C. 两分子相距为 r_1 时, 相互间的引力大于分子相距为 r_2 时的引力
- D. 两分子相距为 r_1 时, 相互间的引力小于分子相距为 r_2 时的引力

11. 如图所示, 设有一分子位于图中的坐标原点 O 处不动, 另一分子可位于 x 轴上不同位置处, 图中纵坐标表示这两个分子间作用力的大小, 两条曲线分别表示斥力和引力的大小随分子间距离变化的关系, e 为两曲线的交点, 则 ()

- A. ab 表示引力, cd 表示斥力, e 点的横坐标可能为 10^{-15} m
- B. ab 表示斥力, cd 表示引力, e 点的横坐标可能为 10^{-10} m
- C. ab 表示引力, cd 表示斥力, e 点的横坐标可能为 10^{-10} m
- D. ab 表示斥力, cd 表示引力, e 点的横坐标可能为 10^{-15} m

活动探究

怎样拿最费力?

活动: 将一脸盆浸入水中后, 分别将其口向左、向上、向下拿离水面, 看哪种情况下最费力?

记录: 将你活动的感受记录下来, 如果能记录具体数值更好.

解释: 用所学的物理知识解释你在活动中观察到的现象.

再生新疑

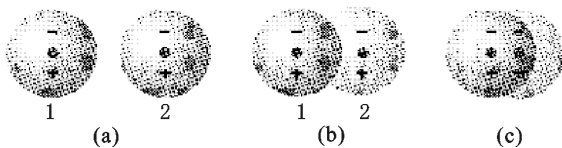
如何理解分子间既有引力又有斥力的现象呢? 我们先来研究一下原子间的引力和斥力是如何产生的. 原子中有一个直径约为 10^{-15} m 的带正电的核, 核外有带负电的电子组成的电子云. 整个原子呈电中性.

当两个原子的电子云相距较远时[如图(a)], 可以认为相互间没有静电力的作用.

当两个原子接近到如图(b)所示的情况时, 它们有一部分的电子云相互重叠. 原子1的电子已不能把原子1的核的正电作用屏蔽掉, 使得原子2的电子也受到原子1的核的吸引; 同样, 原子1的电子也受到原子2的核的吸引. 于是, 两原子间产生了引力.

当两个原子接近到如图(c)所示的情况时, 两原子核间的斥力要比它们与对方原子的电子间的引力大, 于是, 两原子间总的相互作用就变为斥力了.

分子间的相互作用与此类似. 分子力是由于构成分子的带电粒子(电子、质子)的相互作用引起的.



分子间相互作用的微观解释



分子间作用力

分子间作用力按其本质来说是一种电性的吸引力,因此考察分子间作用力的起源就得研究物质分子的电性及分子结构.分子间作用力可以分为以下三种力:

(1)取向力

取向力发生在极性分子与极性分子之间.由于极性分子的电性分布不均匀,一端带正电,一端带负电,形成偶极.因此,当两个极性分子相互接近时,由于它们偶极的同极相斥,异极相吸,两个分子必将发生相对转动.这种偶极子的互相转动,就使偶极子的相反的极相对,叫做“取向”.这时由于相反的极相距较近,同极相距较远,结果引力大于斥力,两个分子靠近,当接近到一定距离之后,斥力与引力达到相对平衡.这种由于极性分子的取向而产生的分子间的作用力,叫做取向力.

取向力的大小与偶极距离的平方成正比.

(2)诱导力

在极性分子和非极性分子之间以及极性分子和极性分子之间都存在诱导力.

在极性分子和非极性分子之间,由于极性分子偶极所产生的电场对非极性分子产生影响,使非极性分子电子云变形(即电子云被吸向极性分子偶极的正电的一极),结果使非极性分子的电子云与原子核发生相对位移,本来非极性分子中的正、负电荷重心是重合的,发生相对位移后就不再重合,使非极性分子产生了偶极.这种电荷重心的相对位移叫做“变形”,因变形而产生的偶极,叫做诱导偶极,以区别于极性分子中原有的固有偶极.诱导偶极和固有偶极就相互吸引,这种由于诱导偶极而产生的作用力,叫做诱导力.

同样,在极性分子和极性分子之间,除了取向力外,由于极性分子的相互影响,每个分子也会发生变形,产生诱导偶极.其结果是使分子的偶极增大,既具有取向力又具有诱导力.在阳离子和阴离子之间也会出现诱导力.

(3)色散力

非极性分子之间也有相互作用.粗略来看,非极性分子不具有偶极,它们之间似乎不会产生引力,然而事实并非如此.例如,某些由非极性分子组成的物质,如苯在室温下是液体,碘、萘是固体;又如在低温下, N_2 、 O_2 、 H_2 和稀有气体等都能变成液体甚至固体.这些都说明非极性分子之间也存在着分子间的引力.当非极性分子相互接近时,由于每个分子的电子不断运动和原子核的不断振动,经常发生电子云和原子核之间的瞬时相对位移,即正、负电荷重心发生了瞬时的不重合,从而产生瞬时偶极.而这种瞬时偶极又会诱导邻近分子也产生和它相吸引的瞬时偶极.虽然,瞬时偶极存在时间极短,但上述情况在不断重复着,使得分子间始终存在着引力,这种力可通过量子力学理论计算出来,而其计算公式与光色散公式相似,因此,把这种力叫做色散力.

综上所述,分子间作用力的来源是取向力、诱导力和色散力.一般说来,极性分子与极性分子之间,取向力、诱导力、色散力都存在;极性分子与非极性分子之间,则存在诱导力和色散力;

非极性分子与非极性分子之间,则只存在色散力.这三种类型的力的比例大小,决定于相互作用分子的极性和变形性.极性越大,取向力的作用越重要;变形性越大,色散力就越重要;诱导力则与这两种因素都有关.但对大多数分子来说,色散力是主要的.分子间作用力的大小可通过作用能反映出来.

第四节 温度和温标



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

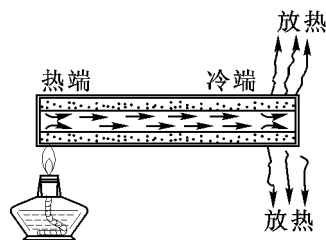
我们经常凭感觉来判断物体的冷热程度,说热的物体温度高,冷的物体温度低.什么是温度?凭感觉判断温度高低,这种判断准确吗?如何准确确定温度高低?你知道有哪些方法?



材料链接

人造卫星在太空中运行,向阳面受到太阳的辐射,温度很高,由于没有空气对流,背阴面的温度却很低,向阳与背阴两侧的温度差可达 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. 这样大的温差,不但使卫星的外壳容易损坏,内部的仪器也难以正常工作.在卫星的表面安装热管,可以减小阳面与阴面的温度差,以保护外壳不受热损伤,保证内部仪器正常工作.热管并不复杂,它是一根两端封闭的金属管,管内衬了一层多孔材料,叫做吸收芯.吸收芯的中间充以酒精或其他液体.当对管的一端加热时,吸收芯中的液体吸热而汽化,蒸气由热端跑到冷端,在冷端放热而液化,冷凝的液体进入吸收芯,通过毛细作用又回到热端.如此反复,热管里的液体不断地通过汽化、液化,把热量从热端“运送”到冷端.在长度都是 0.8 m 的情况下,一根直径为 2.45 cm 的热管,其热传递本领相当于一根直径为 274 cm 的大铜柱.

热管中的蒸气作为一个热力学系统,处于平衡态吗?物体能够发生热传递的条件是什么?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

热力学研究对象是什么?描述热力学研究对象的物理量有哪些?

请大家仔细阅读教材“状态参量与平衡态”,思考并回答下列问题:

1. 什么是热力学系统?

2. 描述(热力学)系统状态时需要系统的某些状态参量,请说出一些你知道的状态参量.

❁ 3. 什么样的状态是热力学系统的平衡态?

问题二

温度是表征物体冷热程度的物理量:人们感觉越热,就说温度越高;感觉越冷,就说温度越低.我们的感觉准确么?

请大家仔细阅读教材“热平衡与温度”,思考并回答下列问题:

❁ 1. 什么是热平衡?它与平衡态一样吗?

❁ 2. 什么叫热平衡定律?

❁ 3. 决定两个系统是否处于热平衡状态的物理量是什么?

问题三

1714年,华伦海特选用水银作为测温物质,规定冰和氯化铵的混合物所达到的热平衡温度为0度,规定人的体温为100度,创立了华氏温标;1742年,摄尔修斯创立了摄氏温标,他改用冰和

水的混合物所达到的热平衡温度为0度,标准大气压下水的沸点为100度.那么,什么是温标?不同温标之间是否有联系?有什么联系?

请大家仔细阅读教材“温度计与温标”,思考并回答下列问题:

❁ 1. 你了解哪些温度计?请举出几种温度计,并说明它们是利用什么特性来制造的.

❁ 2. 摄氏温标是如何规定温度的零点和分度值的?

❁ 3. 什么是温标?摄氏温标和热力学温标表示的温度中,哪一个国际单位制中的基本单位?两种温度的关系是什么?

❁ 4. 物体的温度是 10°C 相当于多少K?物体的温度升高 10°C 相当于升高多少K?



自主测评

1. 在物理学中,我们把所研究的对象称为_____.

2. 物理学中描述一个系统的状态时常用的参量有压强、体积、温度等. 通常用_____描述它的几何性质,用_____描述其力学性质,用_____描述其热学性质.

3. 对于一个不受外界影响的封闭系统,经过足够长的时间后,必将达到一个其宏观性质(温度、压强、体积等)不随时间变化,且整个系统内各点的宏观性质都一样的_____,这种状态叫做_____,否则称为_____.

4. 如果两个系统相互充分接触后的状态参量不再变化,我们就说这两个系统达到了_____.

5. 定量描述温度的一套方法,称为_____,常见的温标有_____和_____.



疑点归纳

同学们,你们在自主学习的过程中有哪些疑难和困惑,请记录在问题卡上,别忘了及时解决哦!



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题四

温度计是如何制作的?

同学们可在独立思考的基础上,在小组内讨论.

1. 制作温度计的材料必须具有什么特性?

2. 在什么情况下,制作的温度计的刻度

是均匀的?

3. 某酒精温度计,玻璃管内的酒精在温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的体积为 V_1 ,在温度为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的体积为 V_2 ,若已知酒精的体积随温度线性变化,试求:

- (1) 温度为 $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时酒精的体积;
- (2) 酒精体积为 V 时对应的温度.



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五

某同学为测定湖里厚厚的冰层下的水的温度,取来一支实验室用温度计,用以下四种方法进行测量,其中较准确的是 ()

- A. 用线将温度计拴牢从洞中放入水里,待较长时间后从水中取出,读出示数
- B. 取一塑料矿泉水瓶,将瓶拴住从洞中放入水里,瓶灌满水后取出,再用温度计测瓶中水的温度
- C. 取一塑料矿泉水瓶,将温度计悬吊在瓶中,再将瓶拴住从洞中放入水里,瓶灌满水后待较长时间后将瓶取出,立即从瓶外观察温度计的读数
- D. 手拿温度计,从洞中将温度计插入水中,待较长时间后取出立即读出

示数



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.也可按下列提示进行总结:

1. 平衡态: _____.

2. 描述热力学系统的状态参量有 _____、_____、_____.

3. (1) 热平衡: _____.

(2) 温度: _____.

(3) 温度计: _____.

(4) 温标: _____.



板块五 应用演练 再生新疑

分版设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 两个物体放在一起彼此接触,若它们不发生热传递,其原因是 ()

- A. 它们的内能相同
- B. 它们的比热容相同
- C. 它们的分子总动能相同
- D. 它们的温度相同

2. (多选)关于热力学温度与摄氏温度,下列说法正确的是 ()

- A. $-33.15\text{ }^\circ\text{C} = 240\text{ K}$
- B. 温度变化 $1\text{ }^\circ\text{C}$,也就是温度变化 1 K
- C. 摄氏温度和热力学温度的零度是相同的
- D. 温度由 $t\text{ }^\circ\text{C}$ 升到 $2t\text{ }^\circ\text{C}$ 时,对应的热

力学温度由 $T\text{ K}$ 升至 $2T\text{ K}$

3. 下列关于热平衡的说法中,正确的是 ()

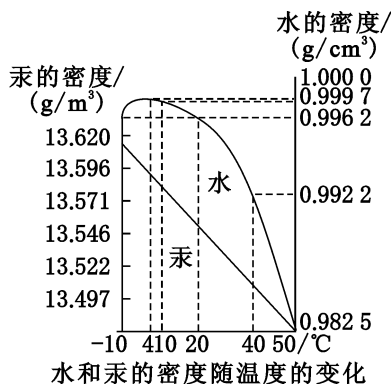
- A. 如果两个系统在某时刻处于热平衡状态,则这两个系统永远处于热平衡状态
- B. 热平衡定律只能研究三个系统的问题
- C. 如果两个系统彼此接触而不发生状态参量的变化,这两个系统又不受外界的影响,那么这两个系统一定处于热平衡状态
- D. 两个处于热平衡状态的系统,温度可以有微小的差别

4. 下列说法正确的是 ()

- A. 气体的温度升高 $10\text{ }^\circ\text{C}$,就是升高 283 K
- B. 气体的温度是 $0\text{ }^\circ\text{C}$,相当于 -273 K
- C. 气体的温度是 273 K ,相当于 $2\text{ }^\circ\text{C}$
- D. 气体的温度是 $0\text{ }^\circ\text{C}$,相当于 273 K

B. 能力提升

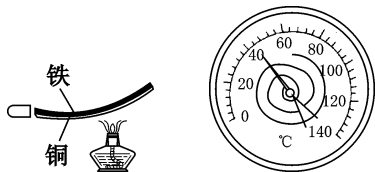
5. 根据图判断,人们选择温度计中的测温物质及其选择依据是 ()



- A. 水,水的密度小
- B. 水,水的密度出现异常现象
- C. 汞,汞的密度大
- D. 汞,汞的密度与温度呈规则的线性关系

6. (多选)实际应用中,常用到一种双金

属温度计.它是利用铜片与铁片铆合在一起的双金属片的弯曲程度随温度变化的原理制成的,如图所示.已知左图的双金属片被加热时,其弯曲程度会增大,则下列各种相关叙述中正确的有 ()



- 该温度计的测温物质是铜、铁两种热膨胀系数不同的金属
- 双金属温度计是利用测温物质热胀冷缩的性质来工作的
- 由左图可知,铜的热膨胀系数大于铁的热膨胀系数
- 由右图可知,其双金属片的内层一定为铜,外层一定为铁

7. 两个原来处于热平衡状态的系统,分开后,由于受外界的影响,其中一个系统的温度升高了 5 K,另一个系统的温度升高了 5 °C,则下列说法正确的是 ()

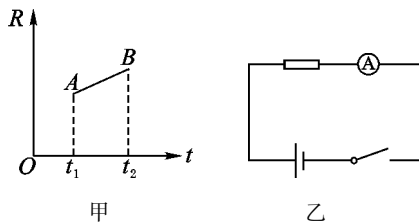
- 两个系统不再是热平衡系统
- 两个系统此时仍然是热平衡状态
- 两个系统的状态发生了变化
- 两个系统的状态都没有发生变化

8. 一支用液体做成的温度计,其刻度均匀,但标度不准确.在标准大气压下,一同学用它测量冰水混合物的温度时,其示数为 10 °C;测量沸水的温度时,其示数为 90 °C,则其示数

为 50 °C 时对应的实际温度为 ()

- 30 °C
- 40 °C
- 50 °C
- 60 °C

9. 如图甲表示某金属丝的电阻 R 随摄氏温度 t 变化的情况.把这段金属丝与电池、电流表串联起来(如图乙),用这段金属丝做测温探头,把电流表的电流刻度改为相应的温度刻度,于是就得到一个最简单的电阻温度计.设电池的电动势和内阻都是不变的,请判断:



- 该温度计的刻度是否均匀?为什么?
- 电流表上代表 t_1 、 t_2 的两个点中,哪个点对应的电流值大?应如何标度温度值?



活动探究

在网上查找或到图书馆查阅有关资料,了解测很低的温度和很高的温度的温度计有哪些?它们都是根据什么原理制成的?然后写一篇科普小论文,张贴在教室中.



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能擎起一盏

冷一点,再冷一点

我们每个人都有温度的概念,知道热的东西温度高,冷的东西温度低.但除此之外,温度还能告诉我们什么呢?

实际上,当我们感到物体热时,其内部的原子随机运动较快;而感到冷时,这种运动的速度

则较慢. 我们的身体将这种无序运动的快慢变成了热与冷的感觉, 而温度计则用数值的高低表示这种运动的快慢.

所以, 当我们加热物体时, 实际上就是使物体中的原子运动得更快. 对固体而言, 原子的这种随机运动就表现为一种往复的振动. 而对气体而言, 原子的表现很像小球, 向四处飞行. 这些原子不断地与周围的其他原子发生碰撞, 所以有的飞得快, 有的飞得慢. 那么温度是否会因此而不断变化, 忽高忽低呢? 不会的. 因为对一群原子而言, 每个原子的运动速度是在一定范围内变化的, 它们的平均速度是一定的. 如果一个原子变慢, 就一定有另一个原子的速度增加. 所以, 温度实际上描述了一个由许多原子组成的整体的平均速度. 与一般人不同的是, 物理学家更愿意用一种与我们日常所用的摄氏温标不同的温度标度, 这就是所谓的绝对温度, 单位为开(K). 绝对温度 1 度的大小与摄氏温度是一样的, 不同之处只是在零点的选取上.

假如你不断降低一个盒子中气体原子的温度, 那么这些原子最终将停下来不再运动. 这就是原子所能达到的最低温度的极限, 我们称之为绝对零度(0 K). 如果同一时刻有绝对温度和摄氏温度的温度计, 那么与绝对零度对应的摄氏温度就是零下 273.15 摄氏度(-273.15°C).

在世界上是否存在温度是绝对零度的地方呢? 实际上, 外太空应该是自然界中最冷的地方了, 但那里的温度也有 3 K, 也就是比绝对零度高 3 度. 这是曾经发生过创造世间万物大爆炸的强有力的证据(当前流行的看法认为背景辐射起源于热宇宙早期, 3 K 微波背景辐射的实测结果与理论预期大体相符). 而人类在制冷方面比大自然做得更好. 科学家几乎在一个世纪以前就可以制造出能够将物体的温度降低到 3 K 的制冷系统了, 后来一个大的跃进把温度降低到千分之一开(10^{-3} K). 而康奈尔、维曼等人则将少量样品的温度降到了十亿分之一开(10^{-9} K), 这标志着人类在制冷技术上又向前迈进了一步.

第五节 内 能



板块一 创设问题 引领目标

导入问题, 直指课时重点



问题呈现

一种运动形式对应一种能量的形式. 现在, 同学们要从能量的角度去认识热运动了. 在本节中, 同学们虽不能从物理实验或物理现象中直接得出结论, 但要通过实际例题, 经过判断、推理, 思考这样的问题: 什么是分子动能? 什么是分子势能? 什么是物体的内能? 它们因何而引入? 它们与其他概念有什么区别和联系?



材料链接

1. 摩擦铁棒时被摩擦的部分温度升高, 从能量守恒的观点看, 损失的机械能将转化为什么能? 从微观角度看, 这一现象的本质是什么?

2. 加热锅中的冰块时, 冰块熔化而温度不变, 这一过程中, 又是增加了冰的什么能? 描述冰的哪些物理量发生了变化?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律, 亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如何理解分子动能和分子的平均动能?

请大家仔细阅读教材“分子动能”,思考并回答下列问题:

1. 什么是分子动能? 什么是分子的平均动能?

2. 分子平均动能高低的标志是什么?

3. 从分子动理论的角度分析,为什么物体中各个分子的动能各不相同,而且不断变化? 我们有必要研究每个分子的动能吗? 在热现象的研究中,我们更关心的是什么?

4. 什么实验事实说明温度升高时,分子热运动的平均动能增加?

问题二

什么是分子势能? 分子势能的大小由什么决定? 分子势能的变化与什么相关? 能否用图象形象地描述分子势能与分子间距离的关系?

请大家仔细阅读教材“分子势能”,思考并回答下列问题:

1. 你学过哪些势能? 列举势能的变化与力做功的关系.

2. 根据分子力做功与分子势能变化的规律,分析分子势能随分子间距离变化的规律.

3. 分子势能与物体的什么因素有关? 能否理解成物体的体积越大,分子势能就越大?

4. 画出分子势能 E_p 与分子间距离 r 的关系曲线,并回答:何时分子势能最小?

问题三

什么叫做物体的内能？物体的内能大小与什么因素有关？通过什么方法可以改变物体的内能？ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的物体其内能为0吗？

请大家阅读教材“内能”，思考并回答下列问题：

1. 什么是物体的内能？

2. 物体的内能与哪些因素有关？

3. 1 kg 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水和 1 kg 、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰，哪个内能大？它们的分子平均动能相同吗？

自主测评

1. 分子的平均动能是_____

_____的平均值。_____是分子热运动的平均动能的标志。

2. 由分子间的相对位置决定的势能称为_____。分子势能的变化与_____做功密切相关。

3. $r > r_0$ 时，分子间作用力表现为_____，当增大 r 时，分子力做_____功，分子势能_____； $r < r_0$ 时，分子间作用力表现为_____，当减小 r 时，分子力做_____功，分子势能_____； $r = r_0$ 时，分子势能具有_____值。

4. 从宏观上看，分子势能与物体的_____有关。对于气体，分子间的作用力_____，分子势能和体积_____。

5. 物体内_____叫做内能，也叫_____。物体的内能与物体的_____、_____、_____、_____有关。因分子在永不停息地做无规则的热运动，所以任何物体都具有_____。

疑点归纳

在自主学习探究的过程中，大家有哪些困惑和疑问，请记录在问题卡上。记得在课上或课后要及时解决哦！



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维，形成主动探究与合作的意识和能力

问题四

请同学们在独立思考的基础上，在小组内讨论：

1. 温度是分子平均动能的标志，温度相同的氢气和氮气，它们的分子平均动能相同吗？平均速率呢？

2. 物体的内能和机械能有什么区别和联系?

思路点拨: 可从能量形式和决定因素等方面列表分析其区别与联系.

3. 内能与热量的区别和联系分别是什么?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五

请同学们在独立思考、小组交流后回答下列问题,并在全班展示.

1. 有甲、乙两个分子,甲分子固定不动,乙分子由无穷远处逐渐向甲靠近,直到不能再靠近为止.在这整个过程中,分子势能的变化情况是 ()

- A. 不断增大
- B. 不断减小
- C. 先增大后减小
- D. 先减小后增大

2. (多选) 1 g、100 °C 的水与 1 g、100 °C 的水蒸气相比较,下列说法正确的是 ()

- A. 分子的平均动能和分子的总动能都相同
- B. 分子的平均动能相同,分子的总动能不同
- C. 内能相同
- D. 1 g、100 °C 的水的内能小于 1 g、100 °C 的水蒸气的内能



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.也可按下列提示进行:

三个物理概念:

- (1) 分子热运动的平均动能;
- (2) 分子势能;
- (3) 内能.

三个物理规律:

- (1) 分子热运动的平均动能与温度的关系;
- (2) 分子间的相互作用力与分子间距离的关系;
- (3) 做功与热传递在使物体内能改变上的关系.



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 关于分子势能,下列说法正确的是

()

- A. 分子间表现为引力时,分子间距离越小,分子势能越大
- B. 分子间表现为斥力时,分子间距离越小,分子势能越小
- C. 物体在热胀冷缩时,分子势能发生变化

D. 物体在做自由落体运动时,分子势能越来越小

2. 关于物体内能的下列说法中,正确的是

()

- A. 每一个分子的动能与分子势能的和叫做物体的内能
- B. 物体所有分子的动能与分子势能的总和叫做物体的内能
- C. 一个物体当它的机械能发生变化时,其内能也一定发生变化
- D. 一个物体的内能与它的机械能的多少有关

3. 下列关于物体的温度、内能和热量的说法中正确的是

()

- A. 物体的温度越高,所含热量越多
- B. 物体的内能越大,热量越多
- C. 物体的温度越高,它的分子热运动的平均动能越大
- D. 物体的温度不变,其内能就不变化

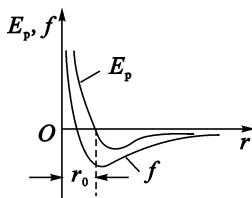
4. (多选)当氢气和氧气的质量和温度都相同时,下列说法中正确的是

()

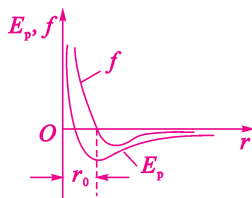
- A. 两种气体分子的平均动能相等
- B. 氢气分子的平均速率大于氧气分子的平均速率
- C. 两种气体分子热运动的总动能相等
- D. 两种气体分子热运动的平均速率相等

5. 下列四幅图中,能正确反映分子间作用力 f 和分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化关系的图象是

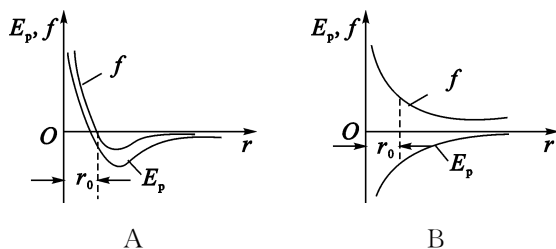
()



A



B



B. 能力提升

6. 下列说法正确的是 ()

- A. 内能不同的物体, 它们分子热运动的平均动能可能相同
- B. 物体的机械能增大时, 其内能一定增大
- C. 当物体膨胀时, 物体分子之间的势能减小
- D. 一定质量的 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水变成 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水蒸气, 其分子之间的势能增加

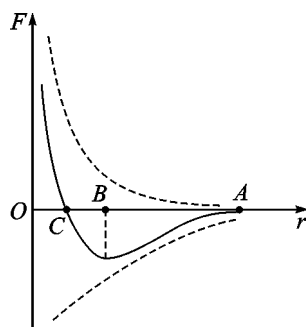
7. 下列说法正确的是 ()

- A. 物体自由下落时速度增大, 所以物体内能也增大
- B. 物体的机械能为 0 时内能也为 0
- C. 物体的体积减小、温度不变时, 物体内能一定减小
- D. 气体体积增大时, 气体分子势能一定增大

8. 关于物体的内能, 以下说法正确的是 ()

- A. 不同物体, 若温度相同, 则内能也相同
- B. 所有分子的分子势能增大, 物体的内能也增大
- C. 温度升高, 分子平均动能增大, 但内能不一定增大
- D. 只要两物体的质量、温度、体积相等, 两物体的内能一定相等

9. 将一个分子 P 固定在 O 点, 另一个分子 Q 从图中的 A 点由静止释放, 两分子之间的作用力与间距关系的图象如图所示, 则下列说法正确的是 ()



- A. 分子 Q 由 A 运动到 C 的过程中, 先加速再减速
- B. 分子 Q 在 B 点时速度最大
- C. 分子 Q 在 C 点时加速度大小为 0
- D. 分子 Q 在由 A 点释放后运动到 C 点左侧的过程中, 加速度先增大后减小再增大



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯, 愿你能举起一盏

从“茶杯”到“水表管”

一位有经验的主妇, 当她把热茶倒入客人的玻璃茶杯里时, 为了避免杯子破裂, 总不会忘记把茶匙放在杯子里, 最好是银茶匙. 是生活的经验教会她这么做的. 那么, 这种做法的原理是什么呢?

首先, 我们要明白, 在倒开水的时候, 玻璃杯为什么会破裂.

究其原因是玻璃杯的各部分没有能够同时膨胀,倒入杯子里的开水,没有能够同时把玻璃杯烫热.它首先烫热了杯子的内壁,此时,还没有来得及烫热外壁.内壁被烫热以后,立刻就膨胀起来,但是外壁还暂时不变,因此受到了来自内部的强烈的挤压,这样外壁就被挤破了——玻璃杯破裂了.

你千万不要以为杯子厚就不会被烫裂.厚的杯子在这方面来说,恰好是最不可靠的:厚的杯子要比薄的更容易被烫裂.原因很明显,薄的杯壁很快就会被烫透,因此这种杯子内外层的温度会很快相等,也就会同时膨胀;但是厚壁的杯子要被烫透是比较慢的.

在选用薄的玻璃杯或者其他薄的玻璃器皿的时候,有一点不要忘记:不但杯壁要薄,而且杯底也要薄.因为在倒开水的时候,被烫得最热的恰好是杯子的底部;假如底太厚的话,不论杯壁多么薄,杯子还是会破裂的.有厚厚的圆底脚的玻璃杯和瓷器,也是很容易被烫裂的.

玻璃器皿越薄,对它加热时就越可以放心.化学家使用的就是非常薄的玻璃器皿,他们用这种器皿盛了液体,就直接在酒精灯上加热到液体沸腾,一点也不怕它会破裂.

当然,最理想的器皿应该是在加热时完全不膨胀的那一种.石英就是膨胀非常小的一种材料,它的膨胀程度大约只有玻璃的 $\frac{1}{15} \sim \frac{1}{20}$.用透明的石英制成的厚壁器皿,可以随意加热也不会破裂.你可以把烧到红热的石英器皿丢到冰水里,也不必担心它会破裂.另一个原因是石英的导热程度也比玻璃大.

玻璃杯不只在快速加热之后会破裂,在快速冷却的时候,也会有同样的情形发生.原因是杯子各部分收缩时所受的压力并不均匀,杯子的外层受冷收缩,强烈地压向内层,而内层却还没有来得及冷却和收缩.举例来说,装有滚烫果酱的玻璃罐,绝对不可以立刻放到严寒的地方或直接浸到冷水里面去.

好,让我们再回到玻璃杯里的银茶匙上来,究竟银茶匙是怎样保证杯子不破裂的呢?

玻璃杯的内壁,只有当开水一下子很快倒进去的时候,受热程度才会有很大差别.温水不会使杯子各部分受热有很大差别,因此也不会产生强大的压力,杯子也就不会破裂.假如杯子里放着一柄金属茶匙,那么会发生什么情形呢?当开水倒进杯底的时候,在还没有来得及烫热玻璃杯(热的不良导体)之前,会把一部分的热分给热的良导体——金属茶匙,因此,开水的温度降低了,它从沸腾着的开水变成了热水,对玻璃杯的威胁就不是太大了.至于继续倒进去的开水,对于杯子已经不那么可怕,因为杯子已经可以接受略为滚烫的水了.

总而言之,杯子里的金属茶匙,特别是这柄茶匙如果非常大,是会缓和杯子受热的不均匀,从而防止了杯子的破裂.

但是,为什么说茶匙假如是银制的,就会更好一些呢?因为银是热的良导体,银茶匙要比不锈钢茶匙散热更快.你一定知道,放在开水杯里的银茶匙是多么烫手!单凭这一点,你就已经可以准确无误地确定茶匙的材质了,钢制的茶匙是不会感到烫手的.

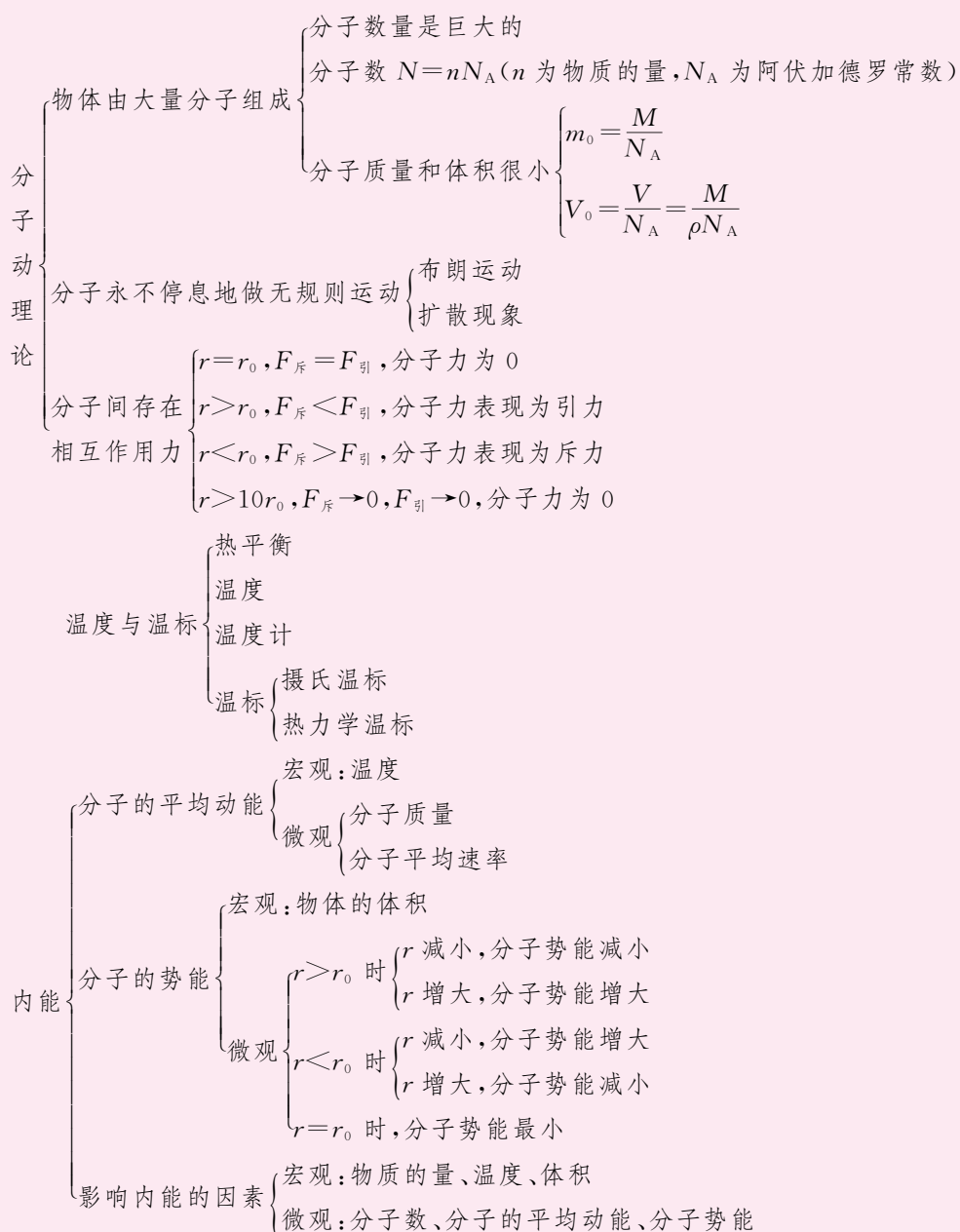
玻璃器壁膨胀不平衡的现象,不但威胁玻璃杯的完整,而且还威胁蒸汽锅炉的重要部分——用来测定锅炉里水位的水表管.水表管只是一段玻璃管,由于内壁受到蒸汽和锅炉里沸水的作用,要比外壁膨胀得多.此外,蒸汽和水的压力更加强了管壁上所受的压力,因此这个管子(水表管)很容易破裂.为了防止它破裂,有时候会用两层不同的玻璃管来做,里面一层的膨胀系数比外面一层的小.



★ 本章学习报告

整体把握本章的学习内容,使学有所获

请你根据对本部分内容的学习和体会,列出本章内容主要涉及的知识点、公式、图象、方法等,并通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“书面表达”等方式,将你所列出的内容系统化.要注意和别的同学多交流,并及时记录下别人的优点,补充完善自己的不足部分.



第七章综合测试

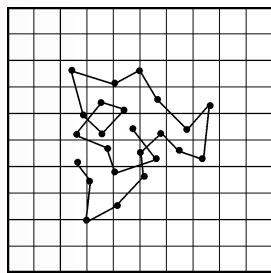
(时间:60分钟 满分:100分)

一、选择题 (本题共10小题,每小题4分,共40分.在每小题给出的四个选项中,至少有一项是最符合题目要求的,全选对得4分,选对但不全得2分,有错或不答得0分.请将答案标号填在题后的括号内)

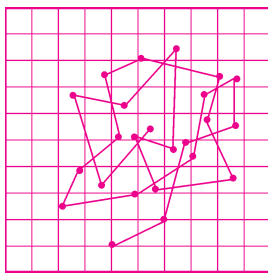
- 清晨,草叶上的露珠是由空气中的水蒸气液化凝结成的水珠,这一物理过程中,水分子间的 ()
 - 引力消失,斥力增大
 - 斥力消失,引力增大
 - 引力、斥力都减小
 - 引力、斥力都增大
- 下列说法正确的是 ()
 - 只要知道水的摩尔质量和水分子的质量,就可以计算出阿伏加德罗常数
 - 悬浮微粒越大,在某一瞬间撞击它的液体分子数就越多,布朗运动就越明显
 - 在使两个分子间的距离由很远($r > 10^{-9}$ m)减小到很难再靠近的过程中,分子间作用力先减小后增大,分子势能不断增大
 - 温度升高,分子热运动的平均动能一定增大,但并非所有分子的速率都增大
- 下列哪些现象属于热运动 ()
 - 把一块平滑的铅板叠放在平滑的铝板上,经相当长的一段时间再把它分开,会看到它们相接触的面都是灰蒙蒙的
 - 把胡椒粉放入菜汤中,最后胡椒粉会沉在汤碗底,而我们喝汤时尝到了胡椒的味道
 - 含有泥沙的水经一段时间会澄清
 - 用砂轮打磨而使零件温度升高
- 下列说法正确的是 ()
 - 布朗运动说明分子间存在相互作用力
 - 物体的温度越高,其分子的平均动能越大
 - 水和酒精混合后总体积会减小,说明分子间有空隙
 - 物体的内能增加,一定是物体从外界吸收了热量
- 钻石是首饰和高强度钻头、刻刀等工具中的主要材料,设钻石的密度为 ρ (单位为 kg/m^3),摩尔质量为 M (单位为 g/mol),阿伏加德罗常数为 N_A .已知1克拉=0.2 g,则 ()
 - a 克拉钻石所含有的分子数为 $\frac{0.2 \times 10^{-3} a N_A}{M}$
 - a 克拉钻石所含有的分子数为 $\frac{a N_A}{M}$
 - 每个钻石分子直径的表达式为 $\sqrt[3]{\frac{6M \times 10^{-3}}{N_A \rho \pi}}$ (单位为 m)
 - 每个钻石分子直径的表达式为 $\sqrt[3]{\frac{6M}{N_A \rho \pi}}$ (单位为 m)
- 图甲和图乙是某同学从资料中查到的两张记录水中炭粒运动位置连线的图片,记

录炭粒位置的时间间隔均为 30 s, 两方格纸每格表示的长度相同. 比较两张图片可知

()



甲



乙

- A. 若水温相同, 甲图中炭粒的颗粒较大
 B. 若水温相同, 乙图中炭粒的颗粒较大
 C. 若炭粒大小相同, 甲图中水分子的热运动较剧烈
 D. 若炭粒大小相同, 乙图中水分子的热运动较剧烈
7. 在“用油膜法估测分子的大小”的实验中, 做了哪些科学的近似 ()

- 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

8. 下列关于内能和机械能的说法中, 正确的是 ()

- A. 内能和机械能各自包含动能和势能, 因此, 它们在本质上是一样的
 B. 运动的物体既具有内能又具有机械能
 C. 当一个物体的机械能为 0 时, 它的内能仍然存在
 D. 当物体的机械能变化时, 它的内能

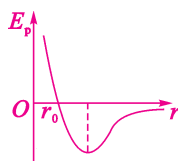
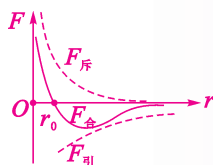
可以保持不变

9. 已知地球的半径为 6.4×10^3 km, 水的摩尔质量为 1.8×10^{-2} kg/mol, 阿伏加德罗常数为 6.02×10^{23} mol⁻¹. 设想将 1 kg 水均匀地分布在地球表面, 则 1 cm² 的地球表面上分布的水分子数目约为 ()

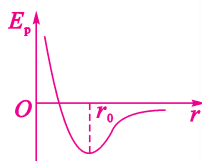
- A. 7×10^3 个 B. 7×10^6 个
 C. 7×10^{10} 个 D. 7×10^{12} 个

10. 两个相邻的分子

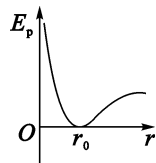
之间同时存在着引力和斥力, 它们随分子间距离 r 的变化关系如图所示. 图中虚线是分子斥力和分子引力曲线, 实线是分子合力曲线. 当分子间距离为 $r=r_0$ 时, 分子之间合力为 0. 则下列关于这两分子组成的系统的分子势能 E_p 与两分子间距离 r 的关系曲线中, 可能正确的是 ()



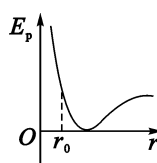
A



B



C



D

二、填空题 (本题共 4 小题, 每小题 5

分, 共 20 分. 请将答案填在题中的横线上)

11. 宏观上分子势能的大小与 _____ 有关, 微观上与 _____ 有关.

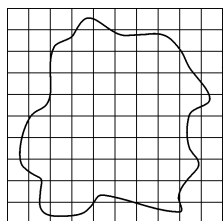
12. 用放大 600 倍的显微镜观察布朗运动, 估计放大后的小颗粒(碳)体积为 0.1×10^{-9} m³, 碳的密度是 2.25×10^3 kg/m³, 摩尔质量是 1.2×10^{-2} kg/mol, 则该小碳粒含分子数约为 _____ 个, (阿伏加德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ mol⁻¹), 由此可知布朗运动 _____ 分子的运动(填“是”或“不是”).

13. 1 mol 标准状况下的气体分子间的距离约为 _____ m, 这时分子间的作用力 _____.

14. 内能是分子热运动的动能和分子势能的 _____, 一般来说物体的 _____ 发生变化时, 它的内能都要随之而改变.

三、实验探究题 (每空 2 分, 共 12 分. 请将答案填在题中的横线上)

15. 在“用油膜法估测分子的大小”的实验中, 油酸酒精溶液的浓度为每 1 000 mL 油酸酒精溶液中含有油酸 0.6 mL, 现用滴管向量筒内滴 50 滴上述溶液, 量筒中的溶液体积增加了 1 mL. 把一滴这样的油酸酒精溶液滴入足够大的盛水的浅盘中, 由于酒精溶于水, 油酸在水面展开, 稳定后形成的油膜的形状如图所示. 若每一小方格的边长为 25 mm, 在下列横线的空白处填写正确答案:



(1) 这种估测方法是将每个油酸分子视为 _____ 模型, 让油酸尽可能地在水面上散开, 则形成的油膜可视为 _____ 油膜, 这层油膜的厚度可视为油酸分子的直径.

(2) 图中油酸膜的面积为 _____ m^2 ; 每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是 _____ m^3 ; 根据上述数据, 估测出油酸分子的直径是 _____ m. (结果保留 2 个有效数字)

(3) 某同学实验中最终得到的计算结果和大多数同学的比较, 数据偏大, 对出现这种结果的原因, 下列说法中可能正确的是 _____.

- A. 错误地将油酸酒精溶液的体积直接作为油酸的体积进行计算
- B. 计算油酸膜面积时, 错将不完整的

方格全部作为完整方格计数

C. 计算油酸膜面积时, 只数了完整的方格数

D. 水面上痱子粉撒得较多, 油酸膜没有充分展开

四、计算题 (本题共 3 小题, 共 28 分. 解答时应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分. 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位)

16. (9 分) 一滴露水的体积大约是 $5.4 \times 10^{-8} \text{ cm}^3$, 里面含有多少个水分子? 如果一只极小的昆虫来喝水, 每 1 min 喝进 6.0×10^7 个水分子, 它需要多长时间才能喝完这滴露水?

17. (9 分) 很多轿车为了改善夜间行驶时的照明问题, 在车灯的设计上选择了氙气灯, 这是因为氙气灯灯光的亮度是普通灯灯光亮度的 3 倍, 但耗电量仅是普通灯的一半, 氙气灯的使用寿命是普通灯的 5 倍. 若氙气充入灯头后的容积 $V=1.6 \text{ L}$, 氙气密度 $\rho=6.0 \text{ kg/m}^3$, 已知氙气的摩尔质量 $M=0.131 \text{ kg/mol}$, 阿伏加德罗常数 $N_A=6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. 试估算: (结果保留 1 个有效数字)

- (1) 灯头中氙气分子的总个数;
- (2) 灯头中氙气分子间的平均距离.

18. (10 分) 美国麻省理工学院教授威斯哥夫根据能量的观点解释地球上的山峰为什么不能太高, 他的观点是: 山太高, 则山太重, 太重则会下沉, 山下沉则重力势能减小. 减小的势能如果足够将部分岩石熔化, 山将继续下沉. 为了使山不再下沉, 山下沉所减少的重力势能必须小于熔化下沉部分岩石所需要的能量.

为了估算地球上山的最大高度, 我们把山简化成一个横截面积为 S 的圆柱, 如图所示. 假设山全部由 SiO_2 组成, SiO_2 作为一个个单独的分子而存在.

(1) 试导出用以下各物理量的符号表示的山的最大高度 h 的表达式.

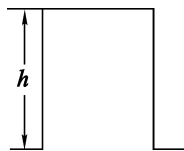
(2) 算出 h 的数值. (保留 1 位有效数字)

SiO_2 的摩尔质量 $A = 6.0 \times 10^{-2} \text{ kg/mol}$;

SiO_2 熔化时每个 SiO_2 分子所需的能量 $E_0 = 0.3 \text{ eV}$, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$;

山所在范围内的重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$;

阿伏加德罗常数 $N_A = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$



第八章 气 体



★ 本章学习导航

解析学习目标,体现学科思想和学习方法



《课标》要求

内容标准	学习要求
通过实验,了解气体实验定律,知道理想气体模型.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设计实验方案,经历实验过程,探究气体实验三定律. 2. 知道实际气体在符合实验定律方面的局限性,建立理想气体物理模型. 3. 了解 $p-V$ 图象、$p-T$ 图象、$V-T$ 图象,并能运用图象分析有关理想气体的状态参量的变化规律.
通过调查,了解日常生活中表现统计规律的事例.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过投掷硬币的探究性实验,了解统计过程和方法,体验统计规律的发现历程. 2. 参与调查活动,体验获取原始数据的艰辛,分析统计数据,发现、总结“事件”所遵循的规律. 3. 了解统计的价值和意义.
了解分子运动速率的统计分布规律.认识温度是分子平均动能的标志.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过学习,知道分子运动速率的分布特点,能够发现分子运动速率的分布与温度变化的关系,逐步形成从现象中提炼规律的习惯. 2. 能够认识并理解温度是分子平均动能的标志.
用分子动理论和统计的观点解释气体压强和气体实验定律.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 做好小球模拟分子碰撞器的实验,理解气体压强产生的机理. 2. 学习用分子动理论和统计观点解释有关现象和气体实验三定律. 3. 培养学以致用思想意识,提高分析解决问题的能力.



学法指导

物理是一门实验科学,实验是发现物理规律的重要手段,同时也是检验物理规律正确与否的重要方法.设计实验方案、经历实验过程、探究气体实验三定律是本章学习的基本点.从实验中“发现”规律,用规律去指导实践是本章学习的基本思路.建立理想化模型——“理想气体”,运用控制变量法,是本章要学习的重要手段和方法.学以致用,用分子动理论和统计观点解释有关现象和气体实验定律,提高分析问题和解决问题的能力是本章学习的重要目标.

使用控制变量法、运用实验探究研究一定质量气体三个状态参量的关系时,先控制温度

T , 探究出玻意耳定律(等温变化);再控制气体体积 V , 探究出查理定律(等容变化);最后控制压强 p , 探究出盖—吕萨克定律(等压变化). 在此基础上, 运用理论探究, “发现”理想气体状态方程. 由简到繁, 由易到难, 是本章学习的一条主线. 从实验中“发现”气体实验三定律, 从实践调查到探索出统计规律, 再用规律去解释有关现象, 实践(实验)—理论—实践(实验), 符合人类探索自然的规律, 是本章学习的又一条主线. 两条主线并驾齐驱, 贯穿全章.

通过主动参与(实验或实践), 解决问题, 构建新的知识体系, 学习新的研究方法, 探究新的物理规律, 在参与中激发热情, 在活动中提炼方法, 从结果中总结规律, 通过自主、合作、探究学习, 培养学生的探究意识, 发展学生的探究能力, 培养学生严谨的科学态度和实事求是的科学精神, 提高学生分析问题和解决问题的能力.

第一节 气体的等温变化



板块一 创设问题 引领目标

导入问题, 直指课时重点



问题呈现

小明是一位善于观察又爱动脑筋的同学. 一次, 小明在喂鱼时发现: 小鱼吐出的气泡在从水底到水面的运动过程中逐渐变大, 最后到达水面时破裂. 气泡在上浮过程中体积变大, 气泡内气体的压强是否变化? 如果变化, 是变大, 还是变小? 气泡内气体的压强和体积之间存在什么关系?



材料链接

寻找一只注射器, 拔掉针头, 用手指堵住出气口, 用另一只手抽、推柱塞, 你有什么感觉?



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律, 亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

如何利用注射器来探究气体压强、体积之

的关系? 压强、体积之间遵循什么规律?

请大家仔细阅读“实验 探究气体等温变化的规律”以及“玻意耳定律”部分, 然后思考并尝试回答以下问题:

1. 向下推柱塞, 气柱体积变小, 你用的力是大了还是小了? 气柱的压强如何变化?

2. 根据生活经验: 温度一定的情况下, 一定质量的气体体积越小, 压强越大. 压强与体积之间有什么关系?

3. 一定质量的理想气体, 在温度不变的情况下, 压强和体积之间遵循玻意耳定律, 你知道玻意耳定律吗? 请把它写出来.

问题二

利用 $p-\frac{1}{V}$ 或 $p-V$ 图象都可以描述气体压强与体积之间的关系,它们之间有何异同? 如何在 $p-V$ 图象中判断气体温度的高低?

请大家仔细阅读教材“气体等温变化的 $p-V$ 图象”标题下的内容,并思考:

1. 体积越小,压强越大,压强与体积是否成反比? “实验”探究压强与体积的关系时,没有直接画 $p-V$ 图象,而是画了 $p-\frac{1}{V}$ 图象,这样做有什么好处?

2. 教材图 8.1-5 中的两条曲线都是一定质量的理想气体在不同温度下的等温图线,哪一条表示的温度高?

3. 如果图 8.1-5 中的两条曲线是不同气体的两条等温图线,能否比较它们的温度高低?

自主测评

- 描述气体状态的主要参量是 _____、_____ 和 _____。
- 一定质量的某种气体,在温度不变的情况下,压强 p 与体积 V 成 _____,这个规律是英国科学家 _____ 和法国科学家 _____ 各自通过实验发现的,我们把这个

个规律叫做 _____ 定律。

3. 为了探究压强 p 与体积 V 之间的关系,我们将实验数据在 $p-\frac{1}{V}$ 图象中拟合出一条 _____,从而证明压强 p 与体积 V 成反比。如果将实验数据在 $p-V$ 图象中描点,拟合出的图线为 _____,因为该曲线是在温度不变的情况下得到的,我们又把该曲线叫 _____。

疑点归纳

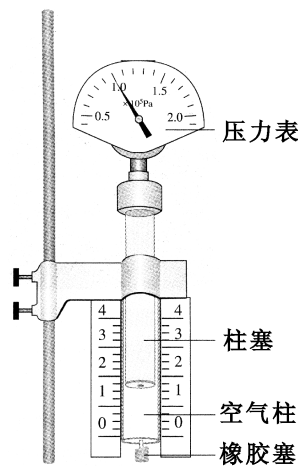
同学们,你在自主学习过程中,是否发现了一些问题,遇到了一些障碍? 你能将其整理,并记录在问题卡上吗? 不要忘记,一定要及时解决哦。

板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

在探究压强与体积的关系的实验中,如何减小实验误差、提高实验精度?



同学们可以从以下几个方面进行讨论:

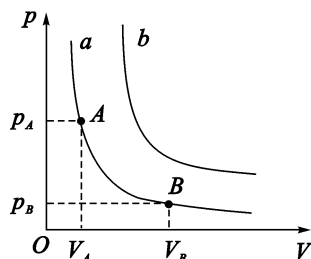
(1) 为了减小实验误差,实验前要在柱塞上涂油,涂油的目的是什么? 涂油的目的是为了减小摩擦吗? 摩擦对实验的误差有没有影响?

(2) 气压计表盘上的间隔较少,而压强的

读数较大,读数过程会产生较大误差,如何减小读数时产生的误差?你有什么好的方法?

(3)注射器内被封闭气体的体积可以近似认为等于圆柱体的体积.圆柱体的体积等于底面积乘高,用不用测量圆柱体的底面积?如果需要测量,如何测?如果不需要测量,请说明理由.

(4)要测量气柱的体积,需要测量气柱的长度,用刻度尺检查发现,玻璃管侧的刻度尽管是均匀的,但并非准确地等于 1 cm、2 cm、...,这对实验的可靠性是否会有影响?



请同学们讨论、交流并回答下列问题,之后在全班展示.

1. 等温线上的点代表什么?

2. A、B 是同一条等温线上的两点,如图所示,由分别过 A、B 两点并与坐标轴分别平行的虚线和坐标轴围成的两个矩形的面积是否相等?为什么?

3. 如果图中的两条曲线 a、b 是温度相同、质量不同的同一种气体的两条等温图线,你能否比较出它们的质量大小?



板块四 展示交流 探究问题

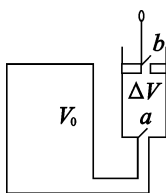
提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题四

等温变化的 $p-V$ 图象中蕴含着哪些重要信息? 如何从 $p-V$ 图象中读取这些信息?

问题五

用容积为 ΔV 的活塞式抽气机对容积为 V_0 的容器中的气体抽气, 如图所示. 设容器中原来的气体压强为 p_0 , 抽气过程中气体温度不变. 求抽气机的活塞抽气 n 次后, 容器中剩余气体的压强 p_n 为多少?



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会, 通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式, 将你和你们小组的成果及时记录下来, 以便和别的小组进一步交流研讨. 也可按如下提示进行:

1. 气体状态参量

_____.

_____.

_____.

玻意耳定律

条件: _____.

内容: _____.

表达式: _____.



板块五 应用演练 再生新疑

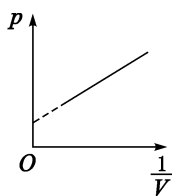
分级设题, 精选精练



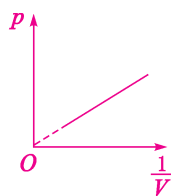
分层演练

A. 基础巩固

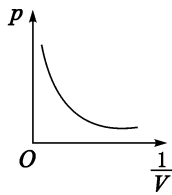
1. 为了将空气装入气瓶内, 现将一定质量的空气等温压缩, 空气可视为理想气体. 下列图象能正确表示该过程中空气的压强 p 和体积 V 的关系的是 ()



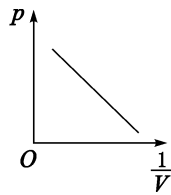
A



B



C



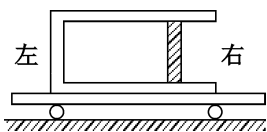
D

2. 如图, 竖直放置、开口向下的试管内用水银封闭一段气体, 若试管自由下落, 管内气体 ()

- A. 压强增大, 体积增大
- B. 压强增大, 体积减小
- C. 压强减小, 体积增大
- D. 压强减小, 体积减小



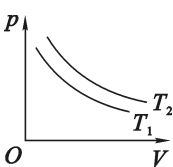
3. 如图所示, 一汽缸水平固定在静止的小车上, 一质量为 m 、面积为 S 的活塞将一定量的气体封闭在汽缸内, 平衡时活塞与汽缸底相距 L . 现让小车以一较小的水平恒定加速度向右运动, 稳定时发现活塞相对于汽缸移动了距离 d . 已知大气压强为 p_0 , 不计汽缸和活塞间的摩擦, 且小车运动时, 大气对活塞的压强仍可视作 p_0 , 整个过程温度保持不变. 则小车加速度的大小为 ()



- A. $\frac{p_0 S d}{m(L+d)}$ B. $\frac{p_0 S d}{m(L-d)}$
 C. $\frac{p_0 S(L-d)}{m d}$ D. $\frac{p_0 S(L+d)}{m d}$

4. (多选) 如图所示为一定质量的气体在不同温度下的两条等温线, 则下列说法正确的是

- A. 从等温线可以看出, 一定质量的气体在发生等温变化时, 其压强与体积成反比
 B. 一定质量的气体, 在不同温度下的等温线是不同的
 C. 由图可知 $T_1 > T_2$
 D. 由图可知 $T_1 < T_2$



B. 能力提升

5. 空气压缩机的储气罐中储有 1.0 atm 的空气 6.0 L, 现再充入 1.0 atm 的空气 9.0 L. 设充气过程为等温过程, 空气可看做理想气体, 则充气后储气罐中气体的压强为 ()

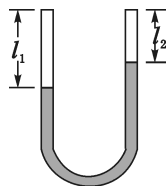
- A. 2.5 atm B. 2.0 atm
 C. 1.5 atm D. 1.0 atm

6. (2016 · 上海) 如图, 粗细均匀的玻璃管 A 和 B 由一橡皮管连接, 一定质量的空气被水银柱封闭在 A 管内, 初始时两管水银面等高, B 管上方与大气相通. 若固定 A 管, 将 B 管沿竖直方向缓慢下移一小段距离 H, A 管内的水银面高度相应变化 h, 则 ()

- A. $h = H$ B. $h < \frac{H}{2}$
 C. $h = \frac{H}{2}$ D. $\frac{H}{2} < h < H$

7. (2018 · 全国 III) 在两端封闭、粗细均

匀的 U 形细玻璃管内有一段水银柱, 水银柱的两端各封闭有一段空气. 当 U 形管两端竖直朝上时, 左、右两边空气柱的长度分别为 $l_1 = 18.0 \text{ cm}$ 和 $l_2 = 12.0 \text{ cm}$, 左边气体的压强为 12.0 cmHg. 现将 U 形管缓慢平放在水平桌面上, 没有气体从管的一边通过水银逸入另一边. 求 U 形管平放时两边空气柱的长度. 在整个过程中, 气体温度不变.

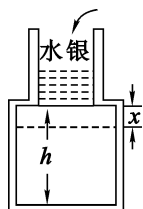


C. 拓展创新

8. (2016 · 全国 I) 在水下气泡内空气的压强大于气泡表面外侧水的压强, 两压强差 Δp 与气泡半径 r 之间的关系为 $\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$, 其中 $\sigma = 0.070 \text{ N/m}$. 现让水下 10 m 处一半径为 0.50 cm 的气泡缓慢上升, 已知大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- (1) 求在水下 10 m 处气泡内外的压强差;
 (2) 忽略水温随水深的变化, 在气泡上升到十分接近水面时, 求气泡的半径与其原来半径之比的近似值.

9. 如图所示,一上端开口的圆筒形导热汽缸竖直静置于地面,汽缸由粗、细不同的两部分构成,粗筒的横截面积是细筒横截面积 $S(\text{cm}^2)$ 的 2 倍,且细筒足够长.粗筒中一个质量和厚度都不计的活塞将一定量的理想气体封闭在粗筒内,活塞恰好在两筒连接处且与上壁无作用,此时活塞相对于汽缸底部的高度 $h=12\text{ m}$,大气压强 $p_0=75\text{ cmHg}$. 现把体积为 $17S(\text{cm}^3)$ 的水银缓缓地从上端倒在活塞上方,在整个过程中气体温度保持不变,不计活塞与汽缸壁间的摩擦. 求活塞静止时下降的距离 x .



活动探究

在一根均匀的细长玻璃管内,用液柱封闭一定质量的气体,外界压强不同,被封闭气柱的长度就不同.运用该知识,大家能为潜水艇设计一种测量深度的仪器吗?

(1) 你的设计原理是什么?

(2) 你需要用到哪些器材?

(3) 你所设计的仪器是如何工作的?

(4) 你对自己的设计满意吗? 你认为什么地方还有待改进?

(5) 请大家利用课余时间设计、制作“深度表”,然后互相展示,看看谁做的既简洁又实用.

再生新疑

夏天,尤其是在中午,自行车容易爆胎.自行车车胎内的气体没有增加,车胎的容积基本没有发生太大的变化,为什么会爆胎呢?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你能撑起一盏

潜水员为什么要进减压舱

据新华社上海 1 月 25 日电(记者 林红梅)2014 年 1 月 25 日 9 时,靠泊在深圳赤湾码头的中国首艘饱和潜水工作母船“深潜号”上,在生活舱里生活了 380 小时的 6 名饱和潜水员完成减压依序出舱,安全返回正常生活,潜水员身体状况良好.

潜水员完成潜水作业后为什么要进减压舱呢?

早在 1670 年,英国著名科学家罗伯特·玻意耳在研究气体的压力时,就想了解压力增大时对生物有机体将产生什么样的影响.他捉来一条小而有毒的蝮蛇,把它放在一个特别的密闭容器里,然后对空气施加高压.结果发现,当压力减小以后,蛇的视觉组织上有一个小的空气

泡.这种情景是他事先没有想到的.这一发现,揭示了生物有机体对高压空气的生理反应,为研究人体在水中的适应性奠定了基础.

我们知道,人呼吸的空气是由多种气体混合在一起组成的,大约有78%的氮,21%的氧,0.94%的惰性气体,0.03%的二氧化碳以及0.03%的其他气体和杂质.这些气体进入肺里以后,氧气便进到血液中,通过血液流遍全身,供给各个器官和组织.这种呼吸过程是在一个大气压(101.325千帕)的条件下进行的.人在水下潜水时,情况就不一样了,他呼吸的是大于1个大气压的高压空气,且水深度越大,所呼吸的空气压力也越高.此时,除了氧以外,氮气等其他气体也会进入血液.当潜水员上浮时,水压减小,他所呼吸的空气压力也相应减小,血液里的氧气、氮气等就开始离开血液.如果他上升得过快,气体突然释放,就会形成小气泡,像打开汽水瓶盖时看到的情况一样.此时,较大的气泡会威胁心脏瓣膜的活动,较小的气泡则会阻塞心脑血管,使潜水员出现意外.为了防止意外,潜水员只能缓缓上升,每上升一段就停一停,以便让氮气从他们的身体组织流向血液,再从血液流入肺里,最后从肺细胞壁逸出体外.这样,上升虽然是缓缓的,但却是安全的,氮气完全被清除了,血液里就不会再有致命的气泡出现.如果不懂得其中的科学道理,一个劲儿地从海洋深处直接游回水面,那么,潜水员恐怕很难活着回来.或许你会问:既然潜水员很快地从海洋深处回升到水面将会有生命危险,那么,要是潜水装置出了故障,或者遇到某种紧急情况,必须立即返回水面时,他不是只有死路一条了吗?是的,这的确是不可避免的问题.为此,人们设计了可以调节压力大小的减压舱.当潜水员在水下遇到危急情况时,可以让他立即返回,但必须马上进入减压舱.只有这样,才能把他从死神手里挽救出来.

减压舱是一个密封的容器.当潜水员从海洋深处迅速返回并进入减压舱后,必须把压力调节到与他刚才所处的深处的压力相同,就好像他没有上升,仍旧待在海洋深处一样.然后,再逐步地减压,使他像在海洋里缓缓上升,一步一停留,压力一点点地减小的情况一样.根据上面的科学原理,两名美国潜水员斯坦纽特和林德伯尔格在巴哈马群岛近海150米深处的海中作业2天,完成了深水中的使命后,进入了一个特制的压力筒,关好气密门,由升降机载着他们迅速上升.压力筒内的压力与150米深处的水压相同.当压力筒被吊至母船甲板后,巧妙地连接到减压舱上,两个潜水员顺利地从压力筒进入了减压舱.然后,减压舱以每小时 $\frac{1}{15}$ 个大气压的速率慢慢地减小着压力.经过长达92小时的逐步减压之后,潜水员安全地走出了减压舱.这是一次成功的深水作业.它证明了,只要上升得足够慢,那么,即使是从150米的深处返回,对潜水员来说,也没有什么危险.然而,为了确保不致损害潜水员的身体,减压过程必须大致相当于他们在水下停留时间的两倍那么长.这就是为什么斯坦纽特和林德伯尔格在水下工作了2天,他们减压过程大致要经历4天的缘故.

第二节 气体的等容变化和等压变化



板块一 创设问题 引领目标

导入问题,直指课时重点



问题呈现

对一定质量的气体,温度一定的情况下,压强与体积成反比;压强一定的情况下,体积与温度有什么关系?体积一定的情况下,压强与温度又有什么关系?



材料链接

1. 经验丰富的汽车驾驶员出车前都要检查轮胎气压.一天早晨,军军帮爸爸检查轮胎气压时,看见轮胎还比较瘪,爸爸却停止充气,军军感觉很困惑.爸爸告诉军军:“夏天天气热,容易爆胎,少充点儿气比较安全.”你知道军军爸爸话语中所蕴含的道理吗?为什么天气热容易爆胎?你能从实际出发,说说为什么少充点儿气比较安全吗?

2. 一同学利用一个薄壁烧瓶、橡胶塞、细玻璃管按如图所示安装,他首先将薄壁烧瓶置于冰水混合物中,在水平横管中的一小段液柱所在的位置处画线并标记为0;再将它拿出放置在温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中,在水平横管液柱所停留的位置处画线并标记为25;然后将两线间距离均匀分成25格,每一小格就为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,这样就制成了一个简易气体温度计.



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律,亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

一定量的气体,在体积不变的情况下,压强与温度是什么关系?如何描述压强与温度的关系?你有哪些方法?

请大家仔细阅读“气体的等容变化”部分,然后思考,尝试回答以下问题:

1. “材料链接”1中,轮胎充足气后,气体质量不再变化,气体体积基本保持不变,随着外界温度的升高,气体温度也逐渐升高,由“轮胎容易爆胎”的事实,你能得出什么结论?

2. 什么叫气体的等容变化,在 $p-T$ 和 $p-t$ 坐标系中,等容图线各是什么图线?

3. 查理定律的内容是什么?它的数学表达式有哪些?

问题二

一定量的气体,在压强不变的情况下,体积

与温度是什么关系？如何描述体积与温度的关系？你有哪些方法？

请大家仔细阅读教材“气体的等压变化”标题下的内容，并思考：

1. “材料链接”2 中，当环境温度变化时，横管中的液柱水平移动，封闭在烧瓶内的气体的压强变化吗？当环境温度升高时，横管中的液柱将如何移动？这个现象说明气体的体积随温度的升高如何变化？

2. 什么叫气体的等压变化？在 $V-T$ 和 $V-t$ 坐标系中，等压图线各是什么图线？

3. 盖—吕萨克定律的内容是什么？它的数学表达式有哪些？

自主测评

1. 在温度、压强、体积三个气体状态参量中，法国科学家查理采用控制变量法，控制变量 _____，探究出其余两个气体状态参量之间的关系：_____，这个规律被叫做查理定律。

2. 同样是研究温度、压强、体积三个气体状态参量之间的关系，法国科学家盖—吕萨克却采取了让一定质量的气体压强不变，研究体积和温度的关系，从而得到了 _____

_____ 的结论。

3. 气体三定律成立的条件是 _____。



疑点归纳

同学们，你在自主学习过程中，是否发现了一些问题，遇到了一些障碍？你能将其整理，并记录在问题卡上吗？不要忘记，一定要及时解决哦。

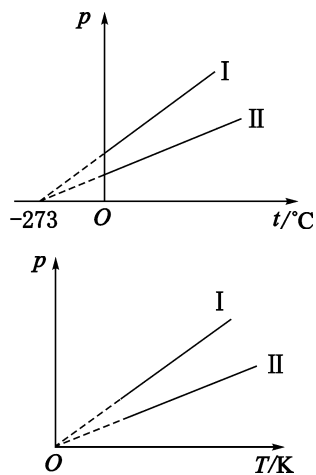


板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维，形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

如图是一定质量的某种气体在体积不变的情况下，压强随温度变化的图线，图中包含了哪些信息？



同学们可以在独立思考的基础上,在小组内讨论:

1. 同一条线上的点所描述的气体压强 p 与温度 (t 或 T) 有何关系?

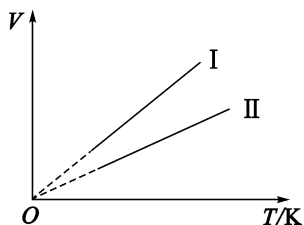
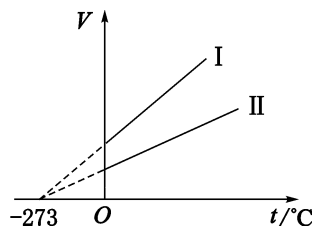
2. 不同的等容线都汇聚于同一点,在 $p-t$ 图和 $p-T$ 图中的两个汇聚点有什么关系?

3. 在 $p-t$ 图或 $p-T$ 图中,对于一定质量的气体,其等容线的斜率与体积 V_I 、 V_{II} 的大小有什么关系?

4. 如果 I 线、II 线分别表示体积相同的同种气体的等容线,则气体的质量 m_I 、 m_{II} 的大小关系如何?

问题四

如图是一定质量的某种气体在压强不变的情况下,体积随温度变化的关系曲线(等压线).你能从图中获得哪些信息?



同学们可在独立思考的基础上,在小组内讨论:

1. 同一条线上的点代表的气体体积 V 与温度 (t 或 T) 有何关系?

2. 不同的等压线都汇聚于同一点,在 $V-t$ 图和 $V-T$ 图中的两个汇聚点各有什么物理意义?

3. 在 $V-t$ 图或 $V-T$ 图中,对于一定质量的气体,其等压线的斜率与压强 p_I 、 p_{II} 的大小有什么关系?

4. 如果 I 线、II 线分别表示压强相同的同种气体的等压线,则气体的质量 m_I 、 m_{II} 的大小关系如何?

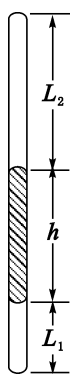


板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

问题五

如图所示,两端封闭、粗细均匀的竖直放置的玻璃管内,一根长为 h 的水银柱将管内气体分为两部分,已知 $L_2 = 2L_1$. 若使两部分气体同时升高相同的温度,管内水银柱将如何移动?(设原来温度相同)



思路点拨: 液柱移动问题是一类重要的气体动态变化问题. 由于涉及几部分关联的气体,变化因素多,过程复杂,因此在对具体问题进行动态分析时,可先假设其中一个参量不变,再以此为前提运用相关的气体定律进行分析讨论,看结果与假设是否相符. 还可以应用不同的方法来判断液柱移动问题,如图象法、极限法. 同学们可以尝试用多种方法解决.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨. 或完成下表:

变化	等容变化	等压变化
条件		
定律		
内容		
表达式		
图象		



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题,精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. 电灯泡内充有氮、氩混合气体,如果要使灯泡内的混合气体在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 时的压强不超过一个大气压,则在 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 的室温下充气,电灯泡内气体压强至多能充到 ()

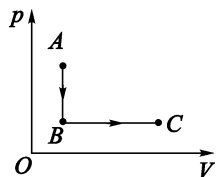
- A. 0.30 atm
- B. 0.48 atm
- C. 0.43 atm
- D. 0.38 atm

2. 一定质量的某种气体,当体积不变而温度由 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 上升到 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 时,其压强 ()

- A. 增大到原来的 2 倍
- B. 增加了 $\frac{100}{273}$
- C. 增加了 $\frac{100}{373}$

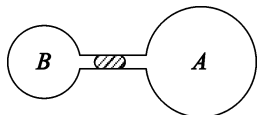
D. 增加了 $\frac{1}{2}$

3. (2014·福建)如图为一定质量理想气体的压强 p 与体积 V 的关系图象,它由状态 A 经等容过程到状态 B ,再经等压过程到状态 C . 设 A 、 B 、 C 状态对应的温度分别为 T_A 、 T_B 、 T_C ,则下列关系式中正确的是 ()



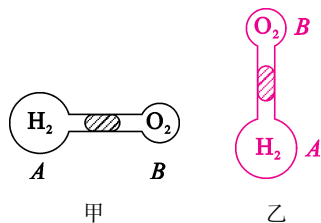
- A. $T_A < T_B, T_B < T_C$
 B. $T_A > T_B, T_B = T_C$
 C. $T_A > T_B, T_B < T_C$
 D. $T_A = T_B, T_B > T_C$

4. 如图所示,将充有温度为 T 的同种气体的两容器用水平细管相连,管中有一小段水银柱将 A 、 B 两部分气体隔开. 现使 A 、 B 同时升高温度,若 A 升高到 $T + \Delta T_A$, B 升高到 $T + \Delta T_B$, 已知 $V_A = 2V_B$, 要使水银柱保持不动,则 ()



- A. $\Delta T_A = 2\Delta T_B$
 B. $\Delta T_A = \Delta T_B$
 C. $\Delta T_A = \frac{1}{2}\Delta T_B$
 D. $\Delta T_A = \frac{1}{4}\Delta T_B$

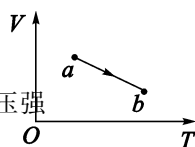
5. 如图甲所示,容器 A 和 B 分别盛有氢气和氧气,用一段水平细玻璃管连通,管内有一段水银柱将两种气体隔开. 当氢气的温度为 0°C 、氧气的温度为 20°C 时,水银柱保持静止. 当两气体温度均升高 20°C 时,水银柱的移动方向如何;若如图乙所示且两气体初温相同,当两气体温度均降低 10°C 时,水银柱的移动方向如何 ()



- A. 向 B 容器一方移动;向 A 容器一方移动
 B. 向 A 容器一方移动;向 B 容器一方移动
 C. 均向 A 容器一方移动
 D. 均向 A 容器一方移动

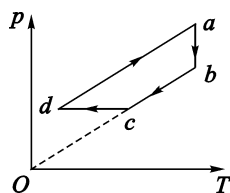
B. 能力提升

6. 如图,一定量的理想气体从状态 a 沿直线变化到状态 b , 在此过程中,其压强 ()



- A. 逐渐增大
 B. 逐渐减小
 C. 始终不变
 D. 先增大后减小

7. (多选)一定质量的理想气体的状态经历了如图所示的 $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow d$ 、 $d \rightarrow a$ 四个过程,其中 bc 的延长线通过原点, cd 垂直于 ab 且与水平轴平行, da 与 bc 平行,则气体体积在 ()



- A. $a \rightarrow b$ 过程中不断增加
 B. $b \rightarrow c$ 过程中保持不变
 C. $c \rightarrow d$ 过程中不断增加
 D. $d \rightarrow a$ 过程中保持不变

8. 如图为“研究一定质量气体在压强不变的条件下,体积变化与温度变化关系”的实验装置示意

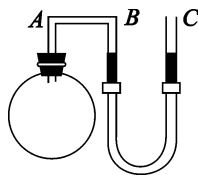
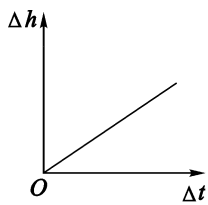
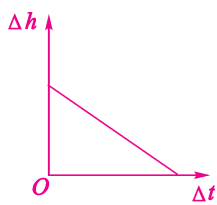


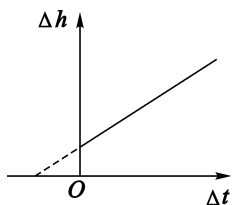
图. 粗细均匀的弯曲玻璃管 A 臂插入烧瓶, B 臂与玻璃管 C 下部用橡胶管连接, C 管开口向上, 一定质量的气体被封闭于烧瓶内. 开始时, B、C 内的水银面等高. 实验中多次改变气体温度, 用 Δt 表示气体升高的温度, 用 Δh 表示 B 管内水银面高度的改变量. 根据测量数据作出的图线是 ()



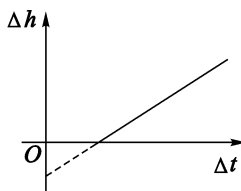
A



B



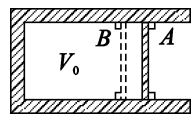
C



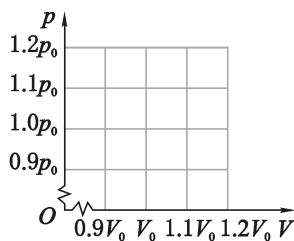
D

C. 拓展创新

9. 如图甲所示, 水平放置的汽缸内壁光滑, 活塞厚度不计, 在 A、B 两处设有限制装置, 使活塞只能在 A、B 之间运动, B 左面汽缸的容积为 V_0 , A、B 之间的容积为 $0.1V_0$. 开始时活塞在 A 处, 缸内气体的压强为 $1.1P_0$ (P_0 为大气压强且保持不变), 温度为 399.3 K , 现缓慢让汽缸内气体降温, 直至 297 K . 求:



甲

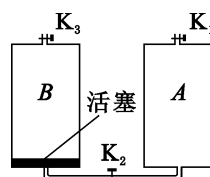


乙

- (1) 活塞刚离开 A 处时的温度 T_A ;
- (2) 缸内气体最后的压强 P ;
- (3) 在图乙中画出整个过程的 $P-V$

图线.

10. (2017 · 全国 I) 如图, 容积均为 V 的汽缸 A、B 下端有细管 (容积可忽略) 连通, 阀门 K_2 位于细管的中部, A、B 的顶部各有一阀门 K_1 、 K_3 ; B 中有一可自由滑动的活塞 (质量、体积均可忽略). 初始时, 三个阀门均打开, 活塞在 B 的底部. 关闭 K_2 、 K_3 , 通过 K_1 给汽缸充气, 使 A 中气体的压强达到大气压 p_0 的 3 倍后关闭 K_1 . 已知室温为 27°C , 汽缸导热.



- (1) 打开 K_2 , 求稳定时活塞上方气体的体积和压强;
- (2) 接着打开 K_3 , 求稳定时活塞的位置;
- (3) 再缓慢加热汽缸内气体使其温度升高 20°C , 求此时活塞下方气体的压强.

(2)在上下两部分气体升高相同温度的过程中,水银柱位置发生变化,最后稳定在新的平衡位置. A 、 B 两部分气体始末状态压强的变化量分别为 Δp_A 和 Δp_B , 分析并比较二者的大小关系.

活动探究

输液器是医院常用的医疗器材,去医院或诊所实地考察输液过程,了解一次性输液器的结构及原理,思考并回答以下问题:

(1)液体为什么不会从进气孔中流出?

(2)输液器是如何维持稳定的输液速度的?为何不会出现时快时慢的现象?

(3)你认为医院使用的普通输液器是否存在缺陷或不足?有哪些缺陷或不足?请你针对其中一点,提出自己的改进意见.

11. (2016·上海)如图,两端封闭的直玻璃管竖直放置,一段水银将管内气体分隔为上下两部分 A 和 B , 上下两部分气体初始温度相等,且体积 $V_A > V_B$.



(1)若 A 、 B 两部分气体同时升高相同的温度,水银柱将如何移动?

某同学解答如下:

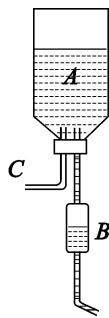
设两部分气体压强不变,由 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \dots$,
 $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} V, \dots$, 所以水银柱将向下移动.

上述解答是否正确?若正确,请写出完整的解答过程;若不正确,请说明理由并给出正确的解答.

(4)如图是医院为病人输液的部分装置,图中A为输液瓶,B为滴壶,C为进气管,且与大气相通.则在输液过程中(瓶A中尚有液体),下列说法正确的是 ()

①瓶A中上方气体的压强随液面的下降而增大;②瓶A中液面下降,但A中上方气体的压强不变;③滴壶B中的气体压强随A中液面的下降而减小;④在瓶A中药液输完以前,滴壶B中的气体压强保持不变.

- A. ①③ B. ①④
C. ②③ D. ②④



再生新疑

描述一定质量气体状态的参量有三个:压强、温度和体积.运用控制变量法,在其中一个状态参量不变的情况下,我们探究了另外两个状态参量之间的关系.但实际中,往往是三个状态参量同时变化,三个状态参量之间存在什么样的关系?我们应该运用什么样的方法去探究三者之间的关系呢?



★ 科学、技术与社会

科学技术是社会前进的指路明灯,愿你也能撑起一盏

中国载人潜水器“蛟龙”号

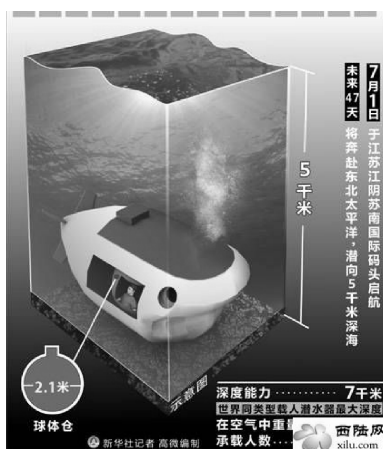
“蛟龙”号是我国第一台自行设计、拥有自主知识产权的深海载人潜水器,其研制集结了中船重工集团公司702所、中科院沈阳自动化所和声学所等百余家单位.2002年6月,“蛟龙”号项目正式启动.在2010年的下潜试验中,“蛟龙”号不负众望,创造了下潜3759米的中国纪录.“蛟龙”号初出茅庐,就使我国成为继美、法、俄、日四国之后,第五个拥有3500米大深度载人深潜技术的国家.

在此次为期47天的深潜试验任务中,“蛟龙”号执行了4次下潜.2011年7月21日执行的是第一次下潜.第二次下潜,就要冲击5000米深海.为什么是5000米?“如果这次海试成功,意味着我国载人深潜水平达到世界先进水平.”中

国大洋协会秘书长、载人海试领导小组副组长金建才说,虽然美、法、俄、日四国目前均有可下潜6000米甚至6500米的载人潜水器,但目前经常下潜的深度在5000米以内,因为能够到达5000米的深度,就可以畅行在占地球海洋面积75%的海底了.

在2011年7月26日的深潜试验中,“蛟龙”号成功下潜至5038.5米,它为载人潜水器的最大下潜深度7000米奠定了基础.同时还开展了海底照相、摄像、海底地形地貌测量、海洋环境参数测量等作业试验与应用.

对于“蛟龙”号,5000米只是个分号,它真正向往的是7000米的深海.2012年6月24日,“蛟龙”号在马里亚纳海域进行的7000米级海试第四次下潜试验中成功突破7000米深度.



7 000米的深度占地球海洋面积的 99.8%，这意味着我国潜水器可在占世界上 99.8% 的广阔海域自由行动。海底有大量资源有待开发，海洋生物、海洋化学、海洋地震等学科的进一步开展，需要这样的有力工具。

“一个深潜器肯定不够，在进一步研制中，我们还要不断提高可靠性、可维性、国产率，并要降低运行成本。”7 000 米深度并不是终极目标，我国自行设计、制造的深海载人潜水器，将在人类对海洋资源的开发利用中大显身手。

第三节 理想气体的状态方程



板块一 创设问题 引领目标

导入问题，直指课时重点



问题呈现

带鱼是一种营养非常丰富的深海鱼，市面上销售的带鱼都是死的，你知道市场上为什么没有活带鱼吗？从深海到海面，决定带鱼存活的环境因素发生了“深刻”的变化，请同学们想一想：哪些因素发生了变化？如何变化？



材料链接

安全气囊内的气体是由气囊里面的气体发生器经过电流点火而发出的。常用的气体发生器有几种：(1)烟火式气体发生器，气体完全由化学药剂点火后产生。这些药剂配方也有很多种，以前常用的有叠氮化钠，但是现在基本不用了，因为这种药剂在没有起爆前有毒，不环保。此外还有黑索今、硝基呱等。

(2)混合式气体发生器。气体一部分由化学药剂点爆后产生，一部分是气体发生器里面存贮的高压气体经点爆后释放出来的，主要成分为氮气。

(3)冷气式气体发生器。这种发生器科技含量比较高，里面就是高压气体，经点爆后释放，主要成分为氮气。

你知道冷气式安全气囊的工作原理是什

么吗？



板块二 自学思疑 初探问题

尊重认知规律，亲历感悟知识生成



教材导读

问题一

力学中的质点、电学中的点电荷、热学中的理想气体等都是理想化模型。它们都突出了问题的主要方面，忽略了次要因素，从而方便我们认识物理现象的本质。为什么要引入“理想气体”？引入该模型有何意义？

请大家仔细阅读“理想气体”部分，然后思考，尝试回答以下问题：

1. 什么是理想气体？什么样的气体才能被看做理想气体？


2. “材料链接”中，可以把冷气式安全气囊内的气体当做理想气体吗？


问题二


假设一定质量的理想气体在开始状态时各状态参量为 (p_1, V_1, T_1) ，经过某变化过程，到末状


态时各状态参量为 (p_2, V_2, T_2) , 这中间的变化过程可以是各种各样的, 你能假设中间发生了某种变化, 从而推导出初状态与末状态各参量间的关系吗?

请大家仔细阅读教材“理想气体的状态方程”标题下的内容, 并思考:

 1. 理想气体从初态 (p_1, V_1, T_1) 先经过等温变化成为中间态 (p_c, V_2, T_1) , 再经过等容变化到终态 (p_2, V_2, T_2) . 你能利用前面的实验定律推出初态和终态各参量之间的关系吗? 怎样推导?

 2. 理想气体从初态 (p_1, V_1, T_1) 先经过等容变化成为中间态 (p_c, V_1, T_2) , 再经过等温变化到终态 (p_2, V_2, T_2) . 你能利用前面的实验定律推出初态和终态各参量之间的关系吗? 怎样推导?

 3. 用不同的方法推导, 得出的结果是否相同? 这说明什么?

 4. 玻意耳定律、查理定律、盖-吕萨克定律都是在实验基础上得出的实验定律, 而理想气体的状态方程却是在气体实验三定律的基础上, 通过理论推导得到的. 理想气体的状态方程能不能通过实验获得? 这样做可能会遇到什么困难? 理想气体的状态方程可不可以用实验来验证?

自主测评

1. 气体定律是在_____的情况下通过实验总结得到的规律, 当压强很大、温度很低时, 实际的气体状态变化就不再符合气体实验定律了.

2. 理想气体是一种_____, 假想任何情况下都严格遵守气体定律的气体叫做理想气体. 用分子动理论的观点看, 理想气体的分子大小_____, 分子间相互作用力_____.

3. 关于理想气体, 下列说法不正确的是 ()

- A. 理想气体是严格遵守气体实验定律的气体模型
- B. 理想气体的分子间没有分子力
- C. 理想气体是一种理想模型, 没有实际意义
- D. 实际气体在温度不太低、压强不太大的情况下, 可看成理想气体

疑点归纳

同学们, 你在自主学习过程中, 是否发现了一些问题, 遇到了一些障碍? 你能将其整理, 并记录在问题卡上吗? 不要忘记, 一定要及时解决哦.



板块三 合作互助 共析问题

发展创新思维,形成主动探究与合作的意识和能力

问题三

1. 理想气体有何特点?

思路点拨: 可从宏观、微观及能量等多个角度分析.

2. 应用理想气体的状态方程处理问题时,应注意哪些问题?



板块四 展示交流 探究问题

提高分析问题、解决问题的能力,科学答题

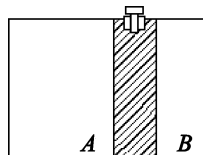
问题四

实际生产和生活中,三个气体状态参量往往是同时变化的,运用理想气体状态方程解决问题比气体实验三定律具有无可比拟的优越性.如何

利用理想气体状态方程解决问题?应用理想气体状态方程解决问题应该按照什么样的步骤进行?

1. 应用理想气体状态方程解题的一般思路和步骤有哪些?

2. 如图所示,用销钉将活塞固定,A、B两部分体积比为2:1.开始时,A中气体温度为127℃,压强为1.8 atm,B中气体温度为27℃,压强为1.2 atm.将销钉拔掉后,活塞在筒内无摩擦滑动,且不漏气,最后温度均为27℃,活塞静止,求气体此时的压强.



思路点拨: 活塞无摩擦滑动后静止,A、B两部分气体压强相等,这是隐含条件;两部分气体还受到容器的几何条件约束.发掘题中的隐含条件是顺利解题的关键.



归纳总结

请你根据对本部分内容的学习和体会,通过“知识结构树”“思维导图”“表格比较”或“学习报告”等方式,将你和你们小组的成果及时记录下来,以便和别的小组进一步交流研讨.例如:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ (理想气体状态方程)}$$

温度不变	玻意耳定律: $p_1 V_1 = p_2 V_2$	等温变化的 $p-V$ 图线
压强不变	盖-吕萨克定律: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	等压变化的 $V-T$ 图线



板块五 应用演练 再生新疑

分级设题, 精选精练



分层演练

A. 基础巩固

1. (多选) 对于一定量的理想气体, 下列说法正确的是 ()

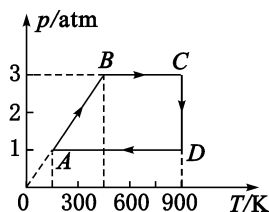
- A. 若气体的压强和体积都不变, 其内能也一定不变
- B. 若气体的内能不变, 其状态也一定不变
- C. 若气体的温度随时间不断升高, 其压强也一定不断增大
- D. 当气体温度升高时, 气体的内能一定增大

2. 一定质量的理想气体, 从状态 p_1, V_1, T_1 变化到状态 p_2, V_2, T_2 , 下述过程不可能的是

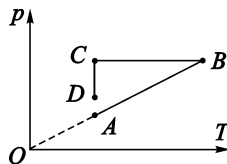
()

- A. $p_2 > p_1, V_2 > V_1, T_2 > T_1$
- B. $p_2 > p_1, V_2 > V_1, T_2 < T_1$
- C. $p_2 > p_1, V_2 < V_1, T_2 > T_1$
- D. $p_2 > p_1, V_2 < V_1, T_2 < T_1$

3. 如图所示, 一定质量的理想气体从状态 A 经 B、C、D 再回到 A, 问 AB、BC、CD、DA 分别是什么过程? 已知在状态 A 时体积为 1 L, 请把此图改画为 $p-V$ 图象.

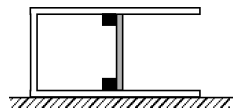


4. 一定质量的理想气体, 从图示 A 状态开始, 经历了 B、C 状态, 最后到达 D 状态, 下列说法正确的是 ()

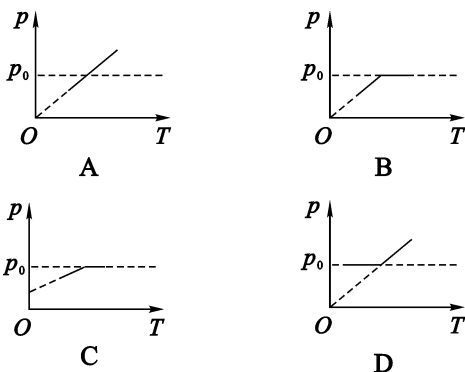


- A. $A \rightarrow B$ 温度升高, 体积不变
- B. $B \rightarrow C$ 压强不变, 体积变大
- C. $C \rightarrow D$ 压强变小, 体积变小
- D. B 点的温度最高, C 点的体积最大

5. 如图所示, 一向右开口的汽缸放置在水平地面上, 活塞可无摩擦地移动且不漏气, 汽缸内某位置处有一小挡板. 初始时, 外界大气压为 p_0 , 活塞紧压小挡板. 现缓慢升高缸内气体温度, 则如图所示



的 $p-T$ 图象中,能正确反映缸内气体压强随温度变化情况的是 ()



6. 在温度为 0°C 、压强为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的状态下, 1 L 空气的质量是 1.29 g ; 当温度为 100°C 、压强等于 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时, 1 kg 空气的体积是多少?

B. 能力提升

7. 一定质量的理想气体,在某一平衡状态下的压强、体积和温度分别为 p_1 、 V_1 、 T_1 ,在另一平衡状态下的压强、体积和温度分别为 p_2 、 V_2 和 T_2 ,下列关系正确的是 ()

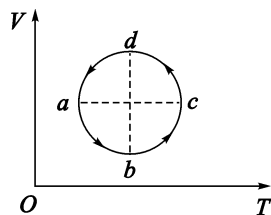
A. $p_1 = p_2, V_1 = 2V_2, T_1 = \frac{1}{2}T_2$

B. $p_1 = p_2, V_1 = \frac{1}{2}V_2, T_1 = 2T_2$

C. $p_1 = 2p_2, V_1 = 2V_2, T_1 = T_2$

D. $p_1 = 2p_2, V_1 = 2V_2, T_1 = 2T_2$

8. (多选)如图表示一定质量的理想气体沿 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 的方向发生状态变化的过程,则该气体压强的变化情况是 ()

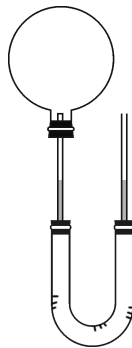


- A. 从状态 c 到状态 d , 压强减小
 B. 从状态 d 到状态 a , 压强增大
 C. 从状态 a 到状态 b , 压强增大
 D. 从状态 b 到状态 c , 压强不变

9. (多选)要使质量一定的理想气体由某一状态经过一系列状态变化,最后再回到初始状态.下列各过程可能实现这一要求的是 ()

- A. 先等容降温,再等压升温,最后等温压缩
 B. 先等温膨胀,再等压升温,最后等容升温
 C. 先等容升温,再等温膨胀,最后等压降温
 D. 先等压升温,再等容升温,最后等温膨胀

10. (2015·上海)简易温度计的构造如图所示.两内径均匀的竖直玻璃管下端与软管连接,在管中灌入液体后,将左管上端通过橡皮塞插入玻璃泡.在标准大气压下,调节右管的高度,使左右两管的液面相平,在左管液面位置标上相应的温度刻度,多次改变温度,重复上述操作.



(1)此温度计的特点是 ()

- A. 刻度均匀,刻度值上小下大
 B. 刻度均匀,刻度值上大下小
 C. 刻度不均匀,刻度值上小下大

D. 刻度不均匀, 刻度值上大下小

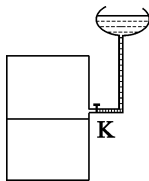
(2) (多选) 影响该温度计灵敏度的因素有 ()

- A. 液体密度
- B. 玻璃泡大小
- C. 左管内径粗细
- D. 右管内径粗细

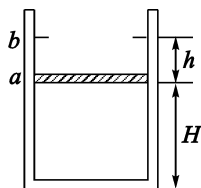
(3) 若管中液体是水银, 当大气压变为 75 cmHg 时, 用该温度计测得的温度值 _____ (填“偏大”或“偏小”). 为测得准确的温度, 在测量时需 _____.

C. 拓展创新

11. 如图, 容积为 V 的汽缸由导热材料制成, 面积为 S 的活塞将汽缸分成容积相等的上下两部分, 汽缸上部通过细管与装有某种液体的容器相连, 细管上有一阀门 K . 开始时, K 关闭, 汽缸内上下两部分气体的压强均为 p_0 . 现将 K 打开, 容器内的液体缓慢地流入汽缸, 当流入的液体体积为 $\frac{V}{8}$ 时, 将 K 关闭, 活塞平衡时其下方气体的体积减小了 $\frac{V}{6}$. 不计活塞的质量和体积, 外界温度保持不变, 重力加速度大小为 g . 求流入汽缸内液体的质量.



汽缸上端开口, 汽缸壁内有卡口 a 和 b , a 、 b 间距为 h , a 距缸底的高度为 H ; 活塞只能在 a 、 b 间移动, 其下方密封有一定质量的理想气体. 已知活塞质量为 m , 面积为 S , 厚度可忽略; 活塞和汽缸壁均绝热, 不计它们之间的摩擦. 开始时活塞处于静止状态, 上、下方气体压强均为 p_0 , 温度均为 T_0 . 现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体, 直至活塞刚好到达 b 处. 求此时汽缸内气体的温度以及在此过程中气体对外所做的功. 重力加速度大小为 g .



12. (2018 · 全国 II) 如图, 一竖直放置的

活动探究

气压保温瓶

有一种家庭用气压保温瓶,使用时不用倾倒,只需用手压盖便能流出开水.它不仅保温性能好,而且使用方便,你知道它的工作原理吗?

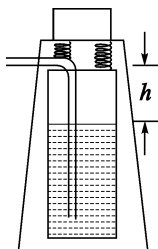


(1)用手按气压保温瓶盖上的小按钮,打开保温瓶上盖,观察、研究上盖结构和各部分的工作原理.思考:为什么使用时不用倾倒只需用手压盖便能流出开水?

(2)气压保温瓶有个缺点,即稍久放置后压出的第一杯水总是很浑浊,带有水垢,人饮用了不卫生.为什么会出现这种现象,你能改进一下,除去这种现象吗?

(3)使用气压保温瓶时,你会发现:压一次上盖,只能流出一股开水,要想压出较多的水,就得多次挤压.为什么压一次,流出一股水后就会停止,而不是连续流出?

(4)如图所示为一气压式保温瓶,瓶内密封空气体积为 V ,瓶内水面与出水口的高度差为 h .设水的密度为 ρ ,大气压强为 p_0 ,欲使水从上出水口流出,则瓶内空气压缩量 ΔV 至少应为多少?



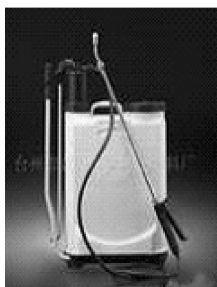
再生新疑

气体为什么会对接触的器壁产生压强?压强的大小和温度、体积有什么关系?



喷雾器的雾化原理

2003年非典疫情爆发时,2008年汶川地震发生后,2009年H1N1流感肆虐时,我们大量使用喷雾器进行杀菌、消毒。喷雾器有很多种,其中有手动的,有机动的。你知道喷雾器为什么能喷出水吗?水经过喷嘴喷出后为什么会呈现雾状呢?



雾其实是水的微滴,现有的喷雾器有四种。

第一种是根据伯努利原理制成的。伯努利原理的主要内容是:在同一流质里,流速大,压强小;流速小,压强大。流体会自动从高压流向低压。在通过三叉管时,低速流动的水流向高速流动的空气,水被高速空气撕成一小滴一小滴的(设想水龙头里向下流出的水刚开始水流速度慢,呈柱形;但向下运动后速度逐渐增大,之后就散开变成一滴一滴的了),这些小水滴喷出来后就形成了雾。

第二种是把水压入细管造成高速水流,高速水流碰到障碍物后裂成小水滴。这种情形就像把水龙头拧大后用手指堵住一样。家用的喷雾器多采用这种结构,成本低。

第三种是让水带上电荷(水是电介质),由于同种电荷互相排斥把水分成微滴。用这种方法得到的水滴颗粒很小。同样的原理也用于汽车喷漆。

第四种是超声雾化。振动可以在水面引起“浪花”,超声波的振动频率十分高,于是它的“浪”的波长很小,因此它的“浪花”——小水滴也很小,这些小水滴就成了雾。医院里治疗呼吸道疾病的喷喉机就是利用了超声雾化的原理。

