全品
— SINCE 1992 —

教育图书 功能学具 学生之家

基础教育行业专研品牌

30+年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中物理

选择性必修第三册 LK

天津出版传媒集团
天津人民出版社

目录 Contents

01 第1章 分子动理论与气体实验定律
PART ONE

第 1 节 分子动理论的基本观点 导 095

第 1 课时 物体是由大量分子组成的 分子的热运动 导 095

第 2 课时 分子间的作用力 物体的内能 导 098

第 2 节 科学测量：用油膜法估测油酸分子的大小 导 100

第 3 节 气体分子速率分布的统计规律 导 102

第 4 节 科学探究：气体压强与体积的关系 导 104

第 1 课时 气体的状态参量 气体压强的计算 导 104

第 2 课时 探究气体压强与体积的关系 导 107

第 5 节 气体实验定律 导 109

第 1 课时 玻意耳定律及其应用 导 109

第 2 课时 查理定律和盖—吕萨克定律 导 111

专题课 理想气体状态方程与气体实验定律的综合应用 导 114

专题课 理想气体的图像问题 液柱移动问题 导 116

专题课 变质量问题 关联气体问题 导 119

02 第2章 固体与液体
PART TWO

第 1 节 固体类型及微观结构 导 122

第 2 节 表面张力和毛细现象 导 124

第 3 节 材料及其应用 导 128

03 第3章 热力学定律
PART THREE

第 1 节 热力学第一定律 导 130

第 2 节 能量的转化与守恒 导 131

第 3 节　热力学第二定律　导 134
第 4 节　熵——系统无序程度的量度　导 134
专题课　热力学定律与气体实验定律的综合问题　导 137

04 第4章　原子结构
PART FOUR

第 1 节　电子的发现与汤姆孙原子模型　导 139
第 2 节　原子的核式结构模型　导 141
第 3 节　光谱与氢原子光谱　导 143
第 4 节　玻尔原子模型　导 145

05 第5章　原子核与核能
PART FIVE

第 1 节　认识原子核　导 148
第 2 节　原子核衰变及半衰期　导 151
第 3 节　核力与核能　导 154
第 4 节　核裂变和核聚变　导 157
第 5 节　核能的利用与环境保护　导 159

06 第 6 章　波粒二象性
PART SIX

第 1 节　光电效应及其解释　导 161
第 1 课时　光电效应的理解　导 161
第 2 课时　光电效应的图像和应用　导 164
第 2 节　实物粒子的波粒二象性　导 167

◆ 参考答案（导学案）　导 169

第1章　分子动理论与气体实验定律

第1节　分子动理论的基本观点

第1课时　物体是由大量分子组成的　分子的热运动

学习任务一　物体是由大量分子组成的

[教材链接] 阅读教材“物体是由大量分子组成的”相关内容，完成下列填空：

1. 分子的大小

(1)热学中的分子：当探讨_____、_____或_____等微观粒子的热运动时，通常将它们统称为分子.

(2)一般分子直径的数量级为_____m.

2. 阿伏伽德罗常数

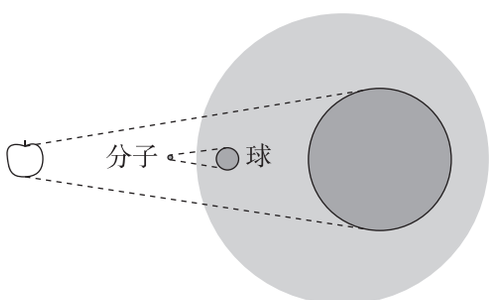
(1)定义：1 mol任何物质都含有_____的粒子数，这个数量称为阿伏伽德罗常数.

(2)数值：N_A=_____.

(3)意义：阿伏伽德罗常数是一个重要的基本常量，通过它可将物体的体积、质量等_____与分子的大小、质量等_____联系起来.

[物理观念] 物体是由大量分子(或原子)组成的.

如图，如果我们把地球的大小与一个苹果的大小相比，那就相当于将直径为1 cm的球与分子相比. 可见，分子是极其微小的. 如果要表示1 cm^3体积内水分子个数，以“个”为单位很麻烦，为方便计算分子个数，科学家引入了哪个物理量？



例1 [2024·山东青岛一中月考] 用M表示液体或固体的摩尔质量，m表示分子质量，ρ表示物质密度，V_{mol}表示摩尔体积，V_0表示分子体积. N_A表示阿伏伽德罗常数，下列关系式不正确的是　(　)

A. $N_A=\dfrac{V_0}{V_{mol}}$　　B. $N_A=\dfrac{V_{mol}}{V_0}$

C. $V_{mol}=\dfrac{M}{\rho}$　　D. $m=\dfrac{M}{N_A}$

[反思感悟]

例2 已知水的摩尔质量为M，水的密度为ρ，阿伏伽德罗常数为N_A.

(1)一个水分子的质量为_____.

(2)假设水分子紧密排列，则一个水分子的体积为_____. 水分子的直径d=_____.

(3)用上述方法能否估算氢气中氢气分子的质量和直径？为什么？_____

(4)已知某气体的摩尔质量为M_0，标准状况下密度为ρ_0，则标准状况下气体分子间的平均间距d'=_____.

[反思感悟]

【要点总结】

1. 微观量与宏观量的关系

已知物体的摩尔质量为M，摩尔体积为V_{mol}，物体的质量为m，物体的体积为V，物体的密度为ρ，阿伏伽德罗常数为N_A.

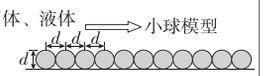
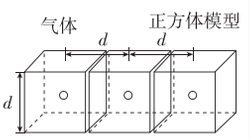
(1)分子质量：$m_0=\dfrac{M}{N_A}=\dfrac{\rho V_{mol}}{N_A}$.

(2)分子体积：$V_0=\dfrac{V_{mol}}{N_A}=\dfrac{M}{\rho N_A}$(适用于固体和液体，对于气体，$V_0$表示每个气体分子所占空间的体积).

(3)物体所含的分子数：$N=\dfrac{m}{M}N_A=\dfrac{V}{V_{mol}}N_A$.

(4)物体的密度：$\rho=\dfrac{m}{V}=\dfrac{M}{V_{mol}}$.

2. 分子的两种简化模型

	球体	正方体
意义	对于固体和液体，分子间距离比较小，可以认为分子是一个个紧挨着排列的，通常把分子看成球体模型，分子间的距离等于分子的直径	对于气体，分子间距离比较大，是分子直径的数十倍甚至上百倍，此时把气体分子平均占据的空间视为正方体模型，正方体的棱长即为分子间的平均距离
图例	固体、液体 ⇒ 小球模型 	
公式及“d”的含义	由 $V_0=\frac{4}{3}\pi r^3$ 和 $d=2r$ 得：$d=\sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$（式中 r、d 分别表示分子的半径和直径，V_0 表示一个固体或液体分子的体积）	由 $V_0=d^3$ 得：$d=\sqrt[3]{V_0}$（式中 d 表示分子间的平均距离，V_0 表示一个气体分子平均所占的空间体积）
说明	对于液体和固体物质，在估算分子直径数量级时，既可以简化为球体模型，也可以简化为正方体模型	

学习任务二　分子永不停息地做无规则运动

[教材链接] 阅读教材“分子永不停息地做无规则运动”相关内容，完成下列填空：

1. 扩散现象

(1)定义：将蓝黑墨水滴入清水中，蓝黑墨水不断地在清水中_____，这就是扩散现象.

(2)普遍性：气体、_____和_____都能发生扩散.

(3)规律：_____越高，扩散越快.

2. 布朗运动

(1)定义：微粒的永不停息的_____.

(2)产生的原因：布朗运动是由微粒在液体中受到_____引起的. 悬浮在液体中的微粒不断地受到液体分子的撞击，微粒在某一时刻所受各个方向上的撞击作用的_____，使微粒的运动状态发生变化.

(3)影响因素：①微粒大小，微粒越小，布朗运动越明显.

②温度高低，温度越高，布朗运动越剧烈.

(4)意义：反映了液体分子在永不停息地做_____运动.

3. 热运动

(1)定义：分子的_____运动.

(2)影响因素：温度_____，分子的无规则运动越剧烈.

[物理观念] 如图所示，在两个相同的玻璃杯中分别装入质量相等的冷水和热水，然后在两杯水中同时滴入一滴墨水，一段时间后观察到两个杯子中的墨水呈如图所示的扩散现象. 该实验表明扩散现象的快慢与_____有关，_____，扩散越快.



例 3 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

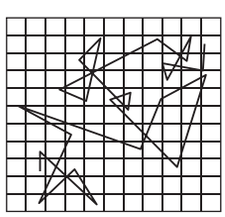
B. 扩散现象是不同物质间的一种化学反应

C. 扩散现象只能在液体中发生

D. 液体中的扩散现象是由于液体的对流形成的

[反思感悟]

例 4 [2024·厦门期末] 做布朗运动实验得到某个观测记录如图所示. 图中记录的是　　(　)



A. 分子无规则运动的情况

B. 某个微粒做布朗运动的轨迹

C. 某个微粒做布朗运动的速度—时间图线

D. 按等时间间隔依次记录的某个运动微粒位置的连线

[反思感悟]

例 5 [2024·福州期中] 关于分子的热运动，以下叙述正确的是 (　　)

A. 布朗运动就是分子的热运动

B. 同种物质分子的热运动剧烈程度相同

C. 气体分子的热运动不一定比液体分子剧烈

D. 物体运动的速度越大，其内部的分子热运动就越剧烈

[反思感悟]

【要点总结】

1. 颗粒越小，布朗运动越明显；温度越高，布朗运动越明显.

2. 教材图 1-3 所示的微粒运动的位置连线不是固体微粒运动的轨迹.

3. 布朗运动、扩散现象和分子热运动的异同

		布朗运动	扩散现象	分子热运动
不同点	对象	固体微小颗粒	分子	分子
	产生条件	固体微粒悬浮在液体或气体中	两种不同物质相互接触	不需要条件，一切物质的分子都在永不停息地做无规则运动
	影响因素	温度的高低和微粒的大小	温度的高低、物态形式、物质的浓度差	温度的高低
	现象本质	是液体或气体分子无规则运动的间接反映	是分子的运动	是分子的运动
	观察方式	光学显微镜	有的裸眼可见	电子显微镜或扫描隧道显微镜
相同点		①无规则；②永不停息；③温度越高则越剧烈		

随堂巩固

1. (阿伏伽德罗常数)[2024·黑龙江哈尔滨一中月考] 由下列物理量可以算出氧气的摩尔质量的是 (　　)

A. 氧气分子的质量和阿伏伽德罗常数

B. 氧气分子的体积和氧气分子的质量

C. 氧气的密度和阿伏伽德罗常数

D. 氧气分子的体积和氧气的密度

2. (扩散现象)(多选)[2024·福州五中月考] 关于扩散现象，下列说法正确的是 (　　)

A. 扩散现象是指相互接触的物体彼此进入对方的现象

B. 扩散现象只能在液体中进行

C. 扩散现象说明分子在做永不停息的无规则运动且分子之间是有空隙的

D. 扩散的快慢与温度无关

3. (布朗运动)(多选)[2024·厦门一中月考] 气溶胶是指悬浮在气体介质中的固态或液态微粒所组成的气态分散系统. 这些固态或液态微粒的大小一般在 $10^{-3}\sim10^{3}\ \mu m$ 之间. 已知布朗运动微粒大小通常在 10^{-6} m 数量级. 下列说法正确的是 (　　)

A. 布朗运动是气体介质分子的无规则的运动

B. 在布朗运动中，固态或液态微粒越小，布朗运动越剧烈

C. 在布朗运动中，微粒无规则运动的轨迹就是分子的无规则运动的轨迹

D. 当固态或液态微粒很小时，能很长时间都悬浮在气体中，是受到气体分子无规则运动撞击而导致的

第 2 课时　分子间的作用力　物体的内能

学习任务一　分子间存在着相互作用力

[教材链接] 阅读教材“分子间存在着相互作用力”相关内容，完成下列填空：

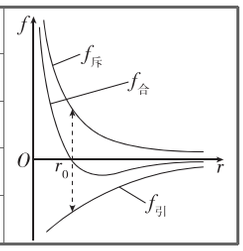
1. 分子间作用力

分子之间同时存在着_____和_____，它们的大小与_____有关.

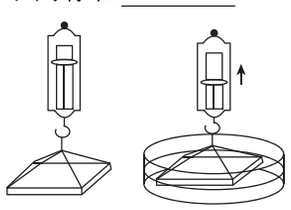
研究分子间作用力 f 随分子间距 r 变化的示意图可知，分子间引力和斥力都随分子间的距离增大而_____，随距离的减小而_____，但_____力变化得快.

2. 分子间作用力与分子间距离的关系

r	分子力	f-r 图像
$r=r_0$	$f_{引}$____$f_{斥}$	$f_{合}=0$
$r<r_0$	$f_{引}$____$f_{斥}$	$f_{合}$为____力
$r>r_0$	$f_{引}$____$f_{斥}$	$f_{合}$为____力
$r>10r_0$	$f_{引}=f_{斥}\approx0$	$f_{合}\approx0$



[科学探究] 把一块洗干净的玻璃板吊在弹簧测力计的下端(图甲)，手持弹簧测力计上端，让玻璃板恰好与水槽内水面接触(图乙)，并慢慢向上提起弹簧测力计. 向上提起时弹簧测力计的示数变大，这主要是因为分子间存在_____.



甲　　乙

例 1 (多选)[2024·三明期末] 两个分子从靠近得不能再靠近的位置开始，使二者之间的距离逐渐增大，直到大于分子直径的 10 倍以上，这一过程中关于分子间的相互作用力，下列说法中正确的是(　　)

A. 分子间的引力和斥力都在减小

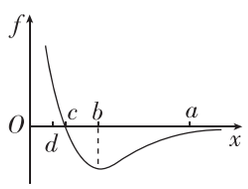
B. 分子间的斥力在减小，引力在增大

C. 分子间相互作用的合力在逐渐减小

D. 分子间相互作用的合力，先减小后增大，再减小到零

[反思感悟]

例 2 (多选)[2024·泉州一中月考] 如图所示，甲分子固定在坐标原点 O，乙分子位于 x 轴上，甲分子对乙分子的作用力与两分子间距离的关系如图中曲线所示，$f>0$ 为斥力，$f<0$ 为引力，a、b、c、d 为 x 轴上四个特定的位置. 现把乙分子从 a 处由静止释放，则(　　)



A. 乙分子从 a 到 b 做加速运动，由 b 到 c 做减速运动

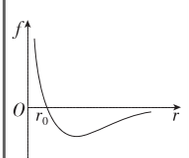
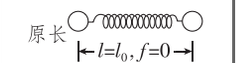
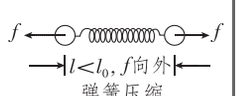
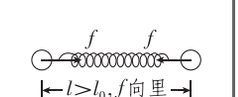
B. 乙分子由 a 到 c 做加速运动，到达 c 时速度最小

C. 乙分子由 a 到 b 的过程中，两分子间的作用力一直做正功

D. 乙分子由 b 到 d 的过程中，两分子间的作用力先做正功后做负功

【要点总结】

分子力与分子间距离变化的关系及分子力模型

F-r 关系图像	分子间距离	分子力	分子力模型
	$r=r_0$	零	
	$r<r_0$	表现为斥力，分子力随分子间距的增大而减小	
	$r>r_0$	表现为引力，分子力随分子间距的增大先增大后减小	

学习任务二　分子内能

[教材链接] 阅读教材“物体的内能”相关内容，完成下列填空：

1. 分子势能

(1)定义：分子具有由它们的_____决定的势能，这种势能称为分子势能.

(2)分子势能的决定因素

①宏观上：与物体的_____有关.

②微观上：与分子间的_____有关.

若 $r<r_0$，当 r 减小时，分子间作用力表现为_____，做负功，分子势能_____.

若 $r>r_0$，当 r 增大时，分子间作用力表现为_____，做负功，分子势能_____.

若 $r=r_0$，分子间作用力为零，分子势能_____.

2. 分子动能

(1)定义：分子由于做_____所具有的能量.

(2)平均动能：大量分子动能的_____.

(3)温度与平均动能的关系

①温度的微观本质：温度是物体内分子热运动的_____的标志.

②温度越高，分子热运动的平均动能_____.

3. 物体的内能

(1)定义：物体的所有分子热运动的_____和_____的总和.

(2)普遍性：组成物体的分子永不停息地做_____，分子间存在着_____，所以任何物体都具有内能.

(3)影响内能的相关因素

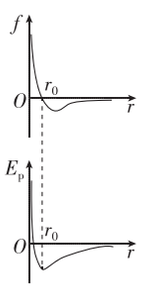
①物体所含的分子数目：由_____决定；

②分子热运动的平均动能：与_____有关；

③分子势能：与物体的_____有关.

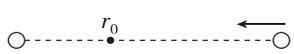
故物体的内能由物体的_____、_____、_____共同决定，同时受物态的影响.

[科学推理] 分子力做功与分子势能变化的关系

分子距离	分子力做功	分子势能变化（规定无穷远处分子势能为零）	分子力和分子势能随分子间距离变化的图像
当 $r>r_0$ 时	分子间的作用力表现为_____；若 r 减小，分子间的作用力做____功	分子势能随分子间距离的减小而_____	
当 $r<r_0$ 时	分子间的作用力表现为_____；若 r 减小，分子间的作用力做____功	分子势能随分子间距离的减小而_____	
当 $r=r_0$ 时	分子力等于0	分子势能_____	

例3 [2023·海南卷] 下列关于分子力和分子势能的说法正确的是 (　)

A. 分子间距离大于 r_0 时，分子间表现为斥力



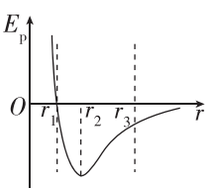
B. 分子从无限远靠近到距离 r_0 处过程中分子势能变大

C. 分子势能在 r_0 处最小

D. 分子间距离在小于 r_0 且减小时，分子势能在减小

[反思感悟]

例4 [2024·厦门期末] 分子间存在着分子力，并且分子力做功与路径无关，因此分子间存在与其相对距离有关的分子势能. 如图所示为分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化的图像，取 r 趋近于无穷大时 E_p 为零. 通过功能关系可以从此图像中得到有关分子力的信息，若仅考虑这两个分子间的作用，下列说法中正确的是 (　)



A. 图中 r_1 是分子间引力和斥力平衡的位置

B. 假设将两个分子从 $r=r_2$ 处释放，它们将相互靠近

C. 假设将两个分子从 $r=r_1$ 处释放，当 $r=r_2$ 时它们的速度最大

D. 假设将两个分子从 $r=r_1$ 处释放，当 $r=r_2$ 时它们的加速度最大

[反思感悟]

例5 [2024·江苏南京期中] 关于质量相同的100 ℃的水和100 ℃的水蒸气，下列说法中正确的是 (　)

A. 分子平均动能不相同，分子势能相同，内能相同

B. 分子平均动能相同，分子势能不相同，内能相同

C. 分子平均动能相同，分子势能不相同，内能不相同

D. 分子平均动能不相同，分子势能相同，内能不相同

[反思感悟]

【要点总结】

1. 温度与分子平均动能关系的解题技巧

(1)温度是分子平均动能的标志，不同的物质，只要温度相同，分子的平均动能就相同.

(2)温度升高，分子的平均动能增大，速率大的分子数增多，速率小的分子数减少，分子的平均速率增大.

(3)温度只与分子热运动有关，与物体的宏观机械运动无关.

2. 分子势能图像问题的解题技巧

(1)E_p-r、F-r 关系图像中拐点的意义不同.E_p-r 图像的最低点(分子势能最小值)对应的距离是分子平衡距离 r_0,而 F-r 图像的最低点(引力最大值)对应的距离大于 r_0.

(2) E_p-r 图像与 r 轴交点的横坐标小于 r_0,F-r 图像与 r 轴交点的横坐标等于平衡距离 r_0.

(3)要把图像上的信息转化为分子间距离,再求解其他问题.

3. 内能与机械能的区别和联系

项目	内能	机械能
对应的运动形式	微观分子热运动	宏观物体机械运动
能量常见形式	分子动能、分子势能	物体动能、重力势能和弹性势能
能量存在原因	由物体内大量分子的热运动和分子间相对位置决定	由于物体做机械运动或物体形变或被举高而具有
影响因素	物质的量、物体的温度和体积及物态	物体的机械运动的速度、相对于零势能面的高度或弹性形变程度
是否为零	永远不能等于零	一定条件下可以等于零
联系	在一定条件下可以相互转化	

随堂巩固

1. (分子动能)关于温度与分子动能的关系,下列说法正确的是 (　)

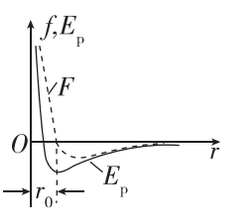
A. 某物体的温度为 0 ℃,说明物体中分子的平均动能为零

B. 温度是分子热运动平均动能的标志

C. 温度较高的物体,其分子平均动能较大,则分子的平均速率也较大

D. 物体的运动速度越大,则物体的温度越高

2. (分子动能和分子势能)[2024·福州期末] 分子力 f、分子势能 E_p 与分子间距离 r 的关系图线如图所示(取无穷远处分子势能 $E_p=0$).若甲分子固定于坐标原点 O,乙分子从某处(两分子间的距离大于 r_0 而小于 $10r_0$)由静止释放,在分子力的作用下沿 r 正半轴靠近甲分子.下列说法错误的是 (　)



A. 在乙分子靠近甲分子的过程中,分子势能先减小后增大

B. 在乙分子靠近甲分子的过程中,分子动能逐渐增大

C. 当乙分子距甲分子为 $r=r_0$ 时,速率最大

D. 当乙分子距甲分子为 $r=r_0$ 时,系统的分子势能最小

3. (物体内能)(多选)[2024·江苏苏州一中月考] 下列关于内能和机械能的说法正确的是 (　)

A. 机械能大的物体,其内能一定大

B. 物体的机械能损失时,内能有可能增大

C. 物体的内能损失时,机械能必然会减小

D. 物体的机械能可以为 0,内能不可以为 0

第 2 节　科学测量:用油膜法估测油酸分子的大小

一、实验目的

1. 估测油酸分子大小的数量级.

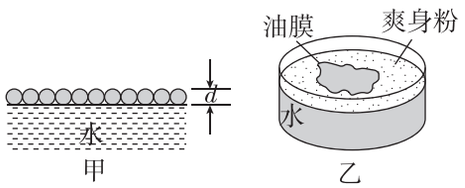
2. 体验通过油膜法测量油酸分子大小的思想方法.

二、实验器材

油酸、酒精、清水、滴管(或注射器)、_____、笔、_____、玻璃片、浅水盘、坐标纸.

三、实验原理与设计

油酸是一种脂肪酸,把一滴油酸滴到平静的水面上,油酸会展开成一片油膜.油膜面积最大且稳定时,可近似认为是_____油酸分子油膜.若把油酸分子视为球体,则单分子油膜的厚度就近似等于分子的直径.只要测量出这一滴油酸的体积 V 和油膜的面积 S,就可估算出油酸分子的直径 $d=$_____(如图甲所示).



粗略测量油酸分子直径的示意图

四、实验步骤

1. 配制油酸酒精溶液，取 1 mL 的油酸滴入酒精中配制成 500 mL 的油酸酒精溶液.

2. 用滴管(或注射器)将配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下量筒内溶液增加一定体积(如 1 mL)时的_____，由此求出一滴油酸酒精溶液的_____.

3. 向浅水盘内倒入清水，在水面上轻轻而均匀地撒一层_____.用滴管在其上滴一滴油酸酒精溶液，待油层不再扩散、形状稳定时，就近似形成了_____油膜(如图乙所示).

4. 将玻璃片盖在浅水盘上，用笔将油膜的轮廓描绘在玻璃片上.

5. 将描有油膜轮廓的玻璃片放在坐标纸上，算出油膜的_____.求面积时以坐标纸上边长为 1 cm 的正方形为单位，数出轮廓内正方形的_____(不足半个的舍去，多于半个的算一个).

6. 根据油酸酒精溶液的浓度，算出一滴溶液中纯油酸的体积 V.根据油酸的体积 V 和油膜的面积 S 算出油酸分子的直径 d.

五、数据分析

1. 一滴油酸酒精溶液的平均体积 $\overline{V}=$_____.(V_0 为 N 滴油酸酒精溶液的体积)

2. 一滴油酸酒精溶液中含纯油酸的体积 $V=\overline{V}\times$ 油酸溶液的体积比.(体积比 $=\frac{\text{纯油酸体积}}{\text{溶液的体积}}$)

3. 油膜的面积 $S=$_____.(n 为有效格数，小方格的边长为 1 cm)

4. 分子直径 $d=$_____.(代入数据时注意单位的统一)

5. 将测量数据记入下表格中.

次数	面积 S	d	d 的平均值
1			
2			
3			

六、注意事项

1. 油酸酒精溶液配制好后不要长时间放置，以免酒精挥发造成浓度改变，造成较大的实验误差.

2. 实验前应注意检查浅盘是否干净，爽身粉应均匀撒在水面上.

3. 向水面滴油酸酒精溶液时，应靠近水面，不能离水面太高，否则油膜难以形成.

4. 待测油酸薄膜扩散后又会收缩，要在油酸薄膜的形状稳定后再描轮廓.

5. 计算轮廓范围内正方形的个数，不足半个的舍去，多于半个的算一个.

[思考与讨论]

1. 实验中为什么不直接用纯油酸而是用被稀释过的油酸酒精溶液？

2. 实验中为什么在水面上撒爽身粉(或细石膏粉)？

3. 为什么实验时要使油膜尽可能地散开？

例 [2024·福州期末] 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，有下列实验步骤：

①往浅盘里倒入一定深度的水，待水面稳定后将适量的爽身粉均匀地撒在水面上；

②用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待油膜形状稳定；

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.

完成下列问题：

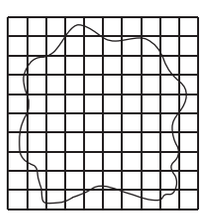
(1)上述步骤中，正确的顺序是_____.(填写步骤前面的数字)

(2)该实验中，使用到的研究方法是_____.

A. 等效替代法　　B. 理想模型法

C. 微小量放大法　　D. 控制变量法

(3)已知实验室中使用的油酸酒精溶液每 10^4 mL 溶液中含有 2 mL 油酸，又用滴管测得每 50 滴这种油酸酒精溶液的总体积为 1 mL，将一滴这种溶液滴在浅盘中的水面上，在玻璃板上描出油膜的边界线，再把玻璃板放在画有边长为 1 cm 的正方形小格的纸上(如图).



①一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸体积为_____mL；
②油膜占有的面积约为_____cm^2；
③油酸分子直径的大小 $d=$_____m.(结果保留一位有效数字)
(4)某学生在“用油膜法估测分子大小”的实验中，计算结果明显偏大，可能是由于_____.
A. 油酸未完全散开
B. 计算油膜面积时，将所有不足1格的方格记作1格
C. 计算油膜面积时，舍去了所有不足1格的方格
D. 在计算一滴溶液的体积时，多算了滴数
[反思感悟]

随堂巩固

1. (实验原理)在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，首先需将纯油酸稀释成一定浓度的油酸酒精溶液，稀释的目的是_____.实验中为了测量出一滴已知浓度的油酸酒精溶液中纯油酸的体积，可以_____.为得到油酸分子的直径，还需测量的物理量是_____.

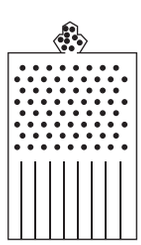
2. (数据处理和误差分析)[2024·重庆八中月考]在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，将1 mL的油酸溶于酒精，制成300 mL的油酸酒精溶液；测得1 mL的油酸酒精溶液有50滴.现取一滴该油酸酒精溶液滴在水面上，测得所形成的油膜的面积是0.13 m^2.
(1)由此估算出油酸分子的直径为_____m(结果保留1位有效数字).
(2)若使用的油酸酒精溶液配制好后敞口放置了很长时间，则测量出的油酸分子直径将_____(选填“偏大”“偏小”或“不变”).
(3)求每滴体积时，1 mL的溶液的滴数少记了10滴，则测量出的油酸分子直径将_____(选填“偏大”“偏小”或“不变”).

第3节　气体分子速率分布的统计规律

学习任务一　偶然中的必然

[教材链接]阅读教材“偶然中的必然”相关内容，完成下列填空：
1. 偶然中的必然——统计规律
伽尔顿板实验现象：单个小钢珠落入哪个狭槽是_____，少量小钢珠在狭槽内的分布情况也是不确定的，但大量小钢珠在狭槽内的分布情况表现出_____规律.
2. 统计规律：大量_____事件表现出来的整体规律，称为_____规律.

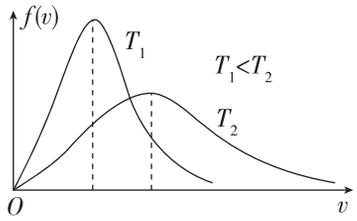
例1 [2024·厦门期中]伽尔顿板可以演示统计规律.如图，让大量小球从上方漏斗形入口落下，最终小球都落在槽内.重复多次实验后发现　(　)



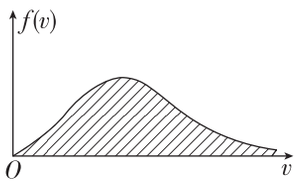
A. 某个小球落在哪个槽是有规律的
B. 大量小球在槽内的分布是有规律的
C. 越接近漏斗形入口处的槽内，小球聚集越少
D. 大量小球落入槽内后均匀分布在各槽中
[反思感悟]

学习任务二　气体分子速率分布规律

[教材链接]阅读教材“气体分子速率分布规律”相关内容，完成下列填空：
在一定温度下，不管个别分子怎样运动，速率分布表现出“_____、_____”的规律，即_____速率的分子所占的比例大.当温度升高时，分布曲线的峰值向_____的一方移动.

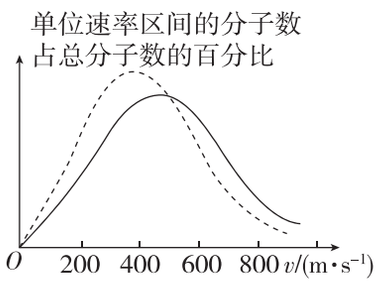


[科学探究] 1. 在 $f(v)$-v 图像中，$f(v)$为速率 v 附近单位速率区间内的分子数占总分子数的百分比，图线与横轴所围成的图形的面积是多少？



2. 在某时刻，向任何方向运动的气体分子数是否相同？

例 2 （多选）[2024·泉州五中月考] 氧气分子在 0 ℃和 100 ℃温度下单位速率区间的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分别如图中两条曲线所示. 下列说法正确的是 （ ）



A. 图中两条曲线下面积不相等

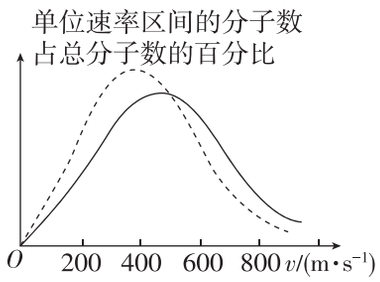
B. 图中虚线对应氧气分子平均速率较小的情形

C. 图中实线对应氧气分子在 100 ℃时的情形

D. 图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数目

[反思感悟]

例 3 （多选）[2024·福州一中月考] 如图所示为 0 ℃和 100 ℃温度下氧气分子的速率分布图像，下列说法正确的是 （ ）



A. 图中虚线为氧气分子在 0 ℃时的速率分布图像

B. 温度升高后，各单位速率区间的分子数占总分子数的百分比都不变

C. 温度升高后，各单位速率区间的分子数占总分子数的百分比都增加

D. 与 0 ℃时相比，100 ℃时氧气分子速率出现在 0～400 m/s 区间内的分子数占总分子数的百分比较小

[反思感悟]

【要点总结】

1. 气体分子速率分布规律是大量气体分子遵从的统计规律，单个分子的运动具有不确定性.

2. 气体分子速率分布规律

(1)在一定温度下，所有气体分子的速率都呈“中间多、两头少”的分布.

(2)温度越高，速率大的分子所占比例越大.

(3)温度升高，气体分子的平均速率变大，但具体到某一个气体分子，速率可能变大、可能变小也可能不变，无法确定.

随堂巩固

1. （分子运动速率分布规律）（多选）[2024·山东济南一中月考] 关于气体分子速率分布规律，下列说法正确的是 （ ）

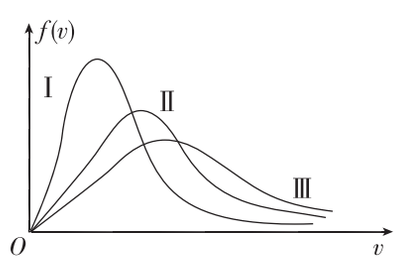
A. 分子的速率大小与温度有关，温度升高，所有分子的速率都增大

B. 分子的速率大小与温度有关，温度升高，分子的平均速率增大

C. 气体分子的速率分布总体呈现出“中间少、两头多”的分布特征

D. 气体分子的速率分布遵循统计规律，适用于大量分子

2. （分子运动速率分布图像）某种气体在不同温度下的分子速率分布曲线如图所示，图中 $f(v)$表示各速率区间内的分子数占总分子数的百分比，所对应的温度分别为 $T_{Ⅰ}$、$T_{Ⅱ}$、$T_{Ⅲ}$，则 （ ）



A. $T_{Ⅰ}>T_{Ⅱ}>T_{Ⅲ}$

B. $T_{Ⅲ}>T_{Ⅱ}>T_{Ⅰ}$

C. $T_{Ⅱ}>T_{Ⅰ}$，$T_{Ⅱ}>T_{Ⅲ}$

D. $T_{Ⅰ}=T_{Ⅱ}=T_{Ⅲ}$

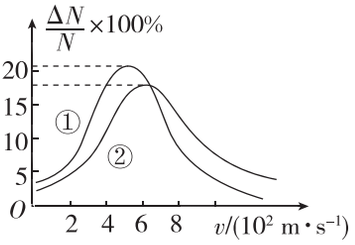
3.（分子运动速率分布图像）（多选）氧气分子在不同温度下的速率分布规律如图所示，横坐标表示速率，纵坐标表示某一速率区间内的分子数占总分子数的百分比，由图可知（　）

A. 同一温度下，氧气分子的速率呈现“中间多，两头少”的分布规律

B. 随着温度的升高，每一个氧气分子的速率都增大

C. 随着温度的升高，氧气分子中速率较小的分子所占的比例增大

D. ①状态的温度比②状态的温度低



第 4 节　科学探究：气体压强与体积的关系

第 1 课时　气体的状态参量　气体压强的计算

学习任务一　气体的状态量

[教材链接] 阅读教材“气体的状态参量”相关内容，完成下列填空：

对于处于平衡状态下的一定质量的气体，其宏观状态通常可用体积 V、温度 T 和压强 p 这三个物理量来描述，这些描述系统状态的物理量称为系统的状态参量.

1. 气体的体积

气体总能充满整个容器，因此，气体的体积通常就等于_____.

2. 气体的温度

(1) 摄氏温度：用_____表示的温度. 用符号_____表示，单位为_____，符号为_____.

摄氏温标：标准大气压下_____的温度标定为 0 ℃，_____的沸腾温度标定为 100 ℃，把 0～100 ℃之间划分为 100 等份，每一等份表示 1 ℃.

(2) 热力学温度：温度的国际单位是热力学温度的单位_____，符号为_____.

(3) 热力学温度与摄氏温度的关系是 $T=$_____.

3. 气体的压强

(1) 定义：气体对器壁及气体内部各个方向都存在压强，这种压强称为_____，简称_____.

(2) 气体压强产生的原因：大量气体分子的频繁_____，会使容器壁受到一个连续的稳定的_____，从而产生压强.

(3) 决定气体压强大小的因素

微观因素

①与气体分子的数密度有关：气体分子数密度（即单位体积内气体分子的数目）越大，在单位时间内，与单位面积器壁碰撞的分子数就_____，气体压强就_____.

②与气体分子的平均速率有关：气体的温度越高，气体分子的平均速率就越大，每个气体分子与器壁碰撞时（可视为弹性碰撞）给器壁的冲力就越大；从另一方面讲，温度越高，分子的平均速率越大，在单位时间内器壁受气体分子撞击的次数就越多，累计冲力就越大，气体压强就越_____.

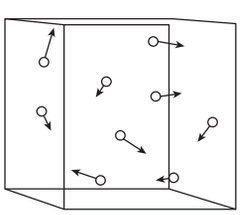
宏观因素

①与温度有关：体积一定时，温度越高，气体的压强越大.

②与体积有关：温度一定时，体积越小，气体的压强越大.

[物理观念]

1. 如图，封闭气体的容器中气体对各个方向容器壁的压强大小是否相同？为什么？



2. 从宏观上看，一定质量的气体体积不变，仅温度升高，或温度不变仅体积减小都会使压强增大. 从微观上看，这两种情况有没有区别？

例 1（多选）[2024·三明期末] 以下说法正确的是（ ）

A. 气体的温度升高时，分子的热运动变得剧烈，分子平均每次撞击器壁的作用力增大，气体的压强却不一定增大

B. 气体的体积变小时，单位体积的分子数增多，单位时间内打到器壁单位面积上的分子数增多，气体的压强一定增大

C. 等温压缩过程中，气体压强增大是因为单个气体分子每次碰撞器壁的平均冲力增大

D. 等压膨胀过程中，在相同时间内，气体分子对容器壁单位面积的冲量大小相等

[反思感悟]

例 2 密闭容器中气体的压强（ ）

A. 是由于气体的重力而产生的

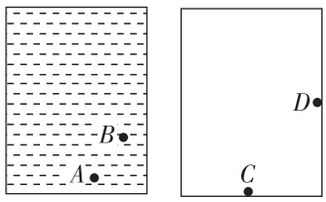
B. 是由于分子间的相互作用力而产生的

C. 是由于大量气体分子频繁碰撞器壁而产生的

D. 在失重的情况下等于零

[反思感悟]

例 3 如图所示，两个完全相同的圆柱形密闭容器，甲中装满水，乙中充满空气，则下列说法正确的是（容器容积恒定）（ ）



甲　　乙

A. 两容器中器壁的压强都是由于分子撞击器壁而产生的

B. 两容器中器壁的压强都是由所装物质的重力而产生的

C. 甲容器中 $p_A > p_B$，乙容器中 $p_C = p_D$

D. 当温度升高时，p_A、p_B 变大，p_C、p_D 也要变大

[反思感悟]

【要点总结】

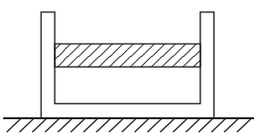
1. 温度一定时，气体分子的数密度（即单位体积内气体分子的数目）越大，在单位时间内与单位面积器壁碰撞的分子数就越多，气体的压强就越大.

2. 体积一定时，气体的温度越高，气体分子与器壁碰撞（可视为弹性碰撞）时给器壁的冲量就越大；从另一方面讲，分子的平均速率越大，在单位时间内单位面积器壁受气体分子撞击的次数就越多，作用力就越大，气体的压强就越大.

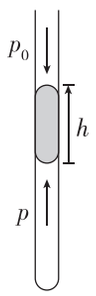
3. 大气压是由重力产生的，大气压随高度增大而减小；气体的压强是由大量分子无规则热运动向各个方向撞击而产生的，气体的压强不随高度而变化.

学习任务二　气体压强的计算

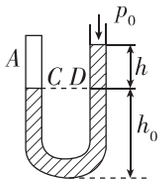
[科学推理] **1.** 如图所示，气缸置于水平地面上，活塞质量为 m，横截面积为 S，气缸与活塞之间无摩擦，设大气压强为 p_0，重力加速度为 g，试求封闭气体的压强.



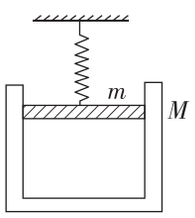
2. 如图所示，静止的玻璃管内，长度为 h、密度为 ρ 的液体封闭着一定质量的气体，重力加速度为 g，试分析封闭气体的压强.



3. 如图所示，C、D 液面水平且等高，液体密度为 ρ，重力加速度为 g，其他条件已标于图上，试求封闭气体 A 的压强.



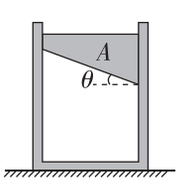
例 4 如图所示，活塞的质量为 m，缸套的质量为 M，通过弹簧静止吊在天花板上，气缸内封住一定质量的气体，缸套和活塞间无摩擦，活塞横截面积为 S，大气压强为 p_0，重力加速度为 g，则封闭气体的压强 p 为 （ ）



A. $p_0+\dfrac{Mg}{S}$　　B. $p_0+\dfrac{(M+m)g}{S}$

C. $p_0-\dfrac{Mg}{S}$　　D. $\dfrac{mg}{S}$

例 5 [2024·泉州期末] 如图所示，一横截面积为 S 的圆柱形容器竖直放置，圆板 A 的上表面是水平的，下表面是倾斜的，且下表面与水平面的夹角为 θ，圆板的质量为 M，不计一切摩擦，大气压强为 p_0，重力加速度为 g，则被圆板封闭在容器中的气体的压强 p 为 （ ）

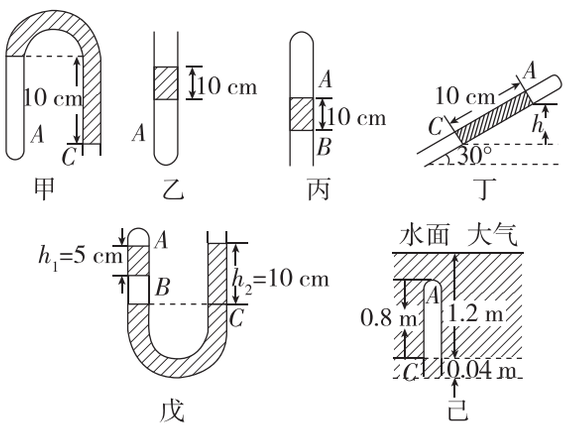


A. $p_0+\dfrac{Mg\cos\theta}{S}$　　B. $p_0+\dfrac{Mg\sin\theta}{S}$

C. $p_0+\dfrac{Mg\cos^2\theta}{S}$　　D. $p_0+\dfrac{Mg}{S}$

[反思感悟]

例 6 求图中被封闭气体 A 的压强. 其中甲、乙、丙、丁、戊图中的玻璃管内都装有水银，己图中的小玻璃管浸没在水中. 大气压强 $p_0=76\ \text{cmHg}=1.01\times10^5\ \text{Pa}$. ($g$ 取 10 m/s^2，$\rho_{水}=1\times10^3\ \text{kg/m}^3$)



【要点总结】

(1)在考虑与气体接触的液柱所产生的附加压强 $p=\rho gh$ 时，应特别注意 h 是表示液面间竖直高度，不一定是液柱长度.

(2)如果玻璃管内的液体为水银，且气压单位为 cmHg，水银柱长度单位选用 cm，则玻璃管内的气压可表示为 $p=p_0+h$.

(3)求由液体封闭的气体压强，一般选择最低液面列平衡方程.

(4)与大气相接的部位要考虑大气压强.

随堂巩固

1. (气体的状态参量)(多选)一定质量的气体，在体积不变的情况下，温度升高，压强增大的原因是 （ ）

A. 温度升高后，气体分子的平均速率变小

B. 温度升高后，气体分子的平均动能变大

C. 温度升高后，分子撞击器壁的平均作用力增大

D. 温度升高后，单位体积内的分子数增多，撞击到单位面积器壁上的分子数增多了

2.（气体压强的理解）关于对气体压强的理解，下列说法错误的是（　）

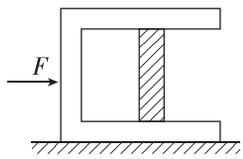
A. 大气压强是由地球表面空气重力产生的，因此将开口瓶密闭后，瓶内气体脱离大气，它自身重力太小，会使瓶内气体压强远小于外界大气压强

B. 封闭容器内的气体压强是由气体分子不断撞击器壁而产生的

C. 气体压强取决于单位体积内分子数和分子的平均速率

D. 单位面积器壁受到空气分子碰撞的平均压力在数值上就等于气体对器壁的压强大小

3.（气体压强的计算）[2024·厦门期末] 如图所示，光滑水平面上放有一质量为 M 的气缸，气缸内放有一质量为 m 的可在气缸内无摩擦滑动的活塞，活塞横截面积为 S. 现用水平恒力 F 向右推气缸，最后气缸和活塞达到相对静止状态，求此时缸内封闭气体的压强 p.（已知外界大气压强为 p_0）



第 2 课时　探究气体压强与体积的关系

一、实验目的

1. 探究一定质量的气体在温度不变的条件下压强与体积的关系.

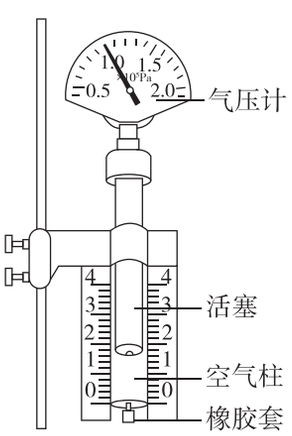
2. 学习气体压强的测量方法.

二、实验器材

探究气体压强与体积关系的实验装置（气压计、玻璃管、铁架台、活塞等）.

三、实验原理与设计

如图所示，以玻璃管内封闭的气体为研究对象，可由气压计读出管内气体的压强，从玻璃管的刻度上直接读出管内气体的体积. 在保持气体温度不变的情况下，改变气体的体积，测量多组数据即可研究气体压强与体积之间的关系.



实验装置示意图

四、实验步骤

1. 密封气体：用橡胶套在玻璃管中密封一定质量的气体（气体的体积大约是玻璃管容积的一半）.

2. 安装固定：将气压计和玻璃管按如图方式固定在铁架台上.

3. 压强和体积的测量与记录

(1)空气的压强 p 由气压计读出；

(2)气体的体积由玻璃管上的刻度直接读出；

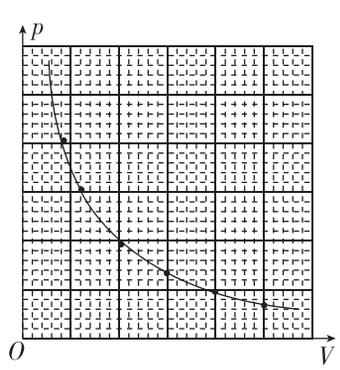
(3)保持温度不变的情况下，改变气体的体积，测量几组数据填入表格：

次数	1	2	3	4	5
压强（p）					
气柱长度（l）					
体积（V）					
体积的倒数（$\frac{1}{V}$）					

五、数据分析

1. 作 p-V 图像

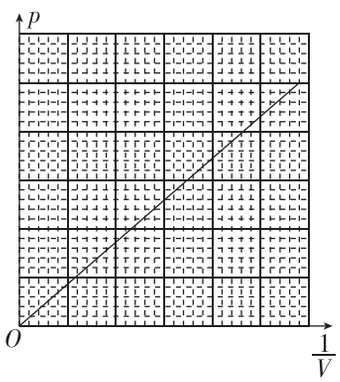
以压强 p 为纵坐标，以体积 V 为横坐标，用采集的各组数据在坐标纸上描点，绘出等温曲线，如图所示.



观察 p-V 图像的特点看能否得出 p、V 的定量关系.

2. 作 p-$\frac{1}{V}$图像

以压强 p 为纵坐标，以$\frac{1}{V}$为横坐标，在坐标纸上描点. 如果 p-$\frac{1}{V}$图像中的各点位于过原点的同一条直线上(如图)，就说明压强 p 跟$\frac{1}{V}$成正比，即压强与体积成反比. 如果不在同一条直线上，我们再尝试其他关系.



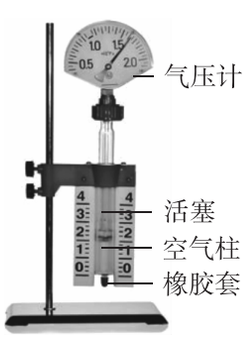
3. 实验结论：一定质量的气体，在温度不变的情况下，压强跟体积的倒数成_____，即压强与体积成_____.

[思考与讨论]

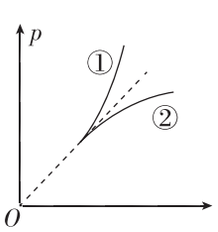
1. 实验过程中，如何实现气体的等温条件？

2. 引起实验误差的主要因素有哪些？如何减小实验误差？

例 1 [2024·福州八中月考] 用图甲所示装置探究气体等温变化的规律.



甲



乙

(1)实验室有容积为 5 mL 和 20 mL 的两种注射器供选择，为能用较小的力作用在活塞上使气体体积发生明显变化，选用容积为_____的注射器更合适；实验中，为找到体积与压强的关系，_____(选填“需要”或“不需要”)测出空气柱的横截面积.

(2)关于该实验，下列说法正确的有_____.

A. 活塞上应该涂油

B. 应缓慢推拉活塞

C. 用手握注射器推拉活塞

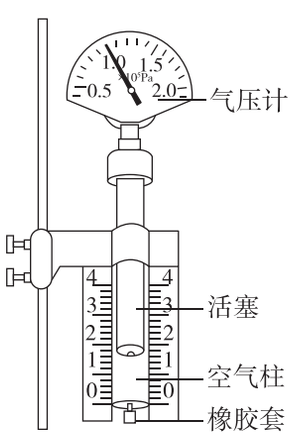
D. 注射器必须固定在竖直平面内

(3)测得多组空气柱的压强 p 和体积 V 的数据后，为直观反映压强与体积之间的关系，若以 p 为纵坐标，则应以_____为横坐标在坐标系中描点作图；小明所在的小组不断压缩气体，由测得数据发现 p 与 V 的乘积值越来越小，则用上述方法作出的图线应为图乙中的_____(选填“①”或“②”)，造成该现象的原因可能是_____.

[反思感悟]

例 2 [2024·福州期中] 在“探究气体等温变化的规律”的实验中，完成下列问题.

(1)如图所示，实验中的研究对象是封闭在注射器内的空气柱，实验中应保持不变的参量是它的_____和_____，它的体积由注射器直接读出，它的压强由_____读出.



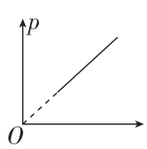
(2)某同学在一次实验中，作出的图像如图所示，其纵坐标表示封闭空气柱的压强，则横坐标表示的物理量是封闭空气柱的_____.

A. 质量

B. 温度

C. 体积 V

D. 体积的倒数$\frac{1}{V}$



(3)实验过程中下列操作错误的是_____.

A. 推拉活塞时,动作要慢

B. 推拉活塞时,手不能握住注射器

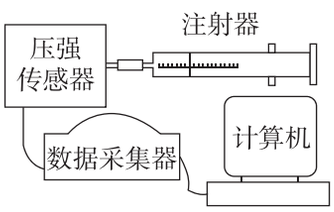
C. 橡胶套脱落后,应迅速重新装上继续实验

D. 在活塞上涂抹适量润滑油,以保持活塞与注射器之间的气密性

[反思感悟]

随堂巩固

1. (实验操作)如图所示,在"用 DIS 探究气体等温变化的规律"的实验中,用一个带刻度的注射器及计算机辅助系统来探究气体的压强和体积关系.



(1)实验中应保持不变的状态参量是_____.

(2)实验过程中,下列说法正确的是_____(填选项前的字母).

A. 推拉活塞时,动作要快,以免气体进入或漏出

B. 推拉活塞时,手不可以握住注射器

C. 必须测量所封闭气体的质量

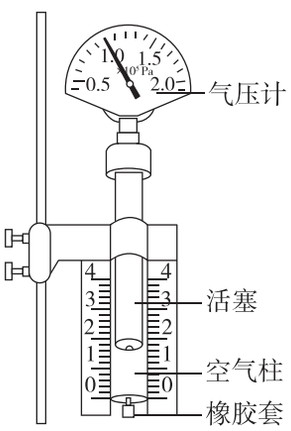
D. 在活塞上涂上润滑油,且保持良好的密封性

2. (实验综合)在利用特制的注射器做"探究气体压强与体积的关系"实验中,某小组同学通过压力连杆上拉或下压活塞得到了如表四组实验数据.如图甲是气压计记录第 2 组数据时的状态.通过记录对应的四个封闭气柱的长度 L(单位:cm)算出体积,已知封闭气柱的横截面积 $S=2\ \text{cm}^2$,且 $V=LS$,若测第 3 组数据时,读出空气柱的长度为 2.0 cm.

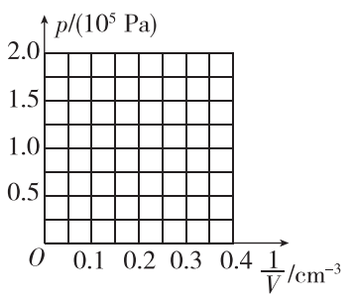
(1)完善下表:

次数	1	2	3	4
压强 $p/(10^5\ \text{Pa})$	0.8		1.6	1.9
体积 V/cm^3	8	6.4		3.4
体积倒数 $\frac{1}{V}/\text{cm}^{-3}$	0.125	0.156		0.294

(2)根据上表数据在图乙所示坐标系中作 p-$\frac{1}{V}$ 图像.



甲



乙

由图像可得实验结论:质量一定的某种气体,_____.

第 5 节　气体实验定律

第 1 课时　玻意耳定律及其应用

学习任务一　对玻意耳定律的理解及应用

[教材链接]阅读教材,完成下列填空:

1. 玻意耳定律

(1)内容:一定质量的气体,在_____保持不变的条件下,压强与体积成_____.

(2)公式:_____或 $p_1V_1=p_2V_2$.

(3)条件:气体的_____一定,_____保持不变.

2. 微观解释

从微观角度看,一定质量的气体分子总数不变.温度保持不变时,分子_____保持不变.当气体体积减小时,单位体积内的分子数_____,气体的压强也就增大;当气体体积增大时,单位体积内的分子数_____,气体的压强也就减小.

[科学探究]如图所示,当我们用力挤压气球时,气球的体积减小,这时气球很容易发生"爆炸",你能说出其中的道理吗?

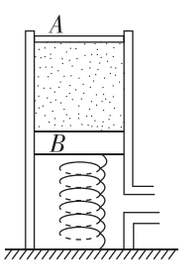


例 1 [2024·广西桂林三中月考] 一定质量的某种气体温度不变，体积为 V 时，压强为 p，当体积变成 $2V$ 时，压强为 （ ）

A. $2p$　　B. $\frac{p}{2}$　　C. $4p$　　D. $\frac{p}{4}$

[反思感悟]

例 2 如图所示，一个上下都与大气相通的直圆筒，内部横截面积为 $S=0.01\ \mathrm{m}^2$，中间用两个活塞 A 和 B 密闭一定质量的气体. A、B 都可沿圆筒无摩擦地上下滑动，且不漏气. A 的质量不计，B 的质量为 M，并与一劲度系数为 $k=5\times10^3\ \mathrm{N/m}$ 的较长的弹簧相连. 已知大气压 $p_0=1\times10^5\ \mathrm{Pa}$，平衡时两活塞之间的距离 $l_0=0.6\ \mathrm{m}$，现用力压 A，使之缓慢向下移动一段距离后，保持平衡. 此时用于压 A 的力 $F=500\ \mathrm{N}$，求活塞 A 下移的距离.



例 3 [2024·泉州一中月考] 如图所示，一上端开口、下端封闭的细长玻璃管竖直放置. 玻璃管的下部封有长 $l_1=25.0\ \mathrm{cm}$ 的空气柱，中间有一段长为 $l_2=25.0\ \mathrm{cm}$ 的水银柱，上部空气柱的长度 $l_3=40.0\ \mathrm{cm}$. 已知大气压强为 $p_0=75.0\ \mathrm{cmHg}$. 现将一活塞（图中未画出）从玻璃管开口处缓缓往下推，使管下部空气柱长度变为 $l_1'=20.0\ \mathrm{cm}$. 假设活塞下推过程中没有漏气，求活塞下推的距离.



【要点总结】

应用玻意耳定律解题时的两个误区

误区 1：误认为在任何情况下玻意耳定律都成立. 只有一定质量的气体在温度不变时，定律成立.

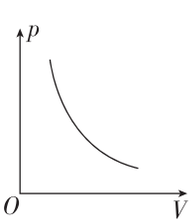
误区 2：误认为气体的质量变化时，一定不能用玻意耳定律进行分析.

当气体经历多个质量发生变化的过程时，可以分段应用玻意耳定律列方程，也可以把发生变化的所有气体作为研究对象，保证初、末态的气体的质量、温度不变，应用玻意耳定律列方程.

学习任务二　气体等温变化的 p-V 图像及 p-$\frac{1}{V}$ 图像

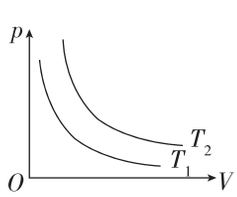
[物理观念]

1. 在平面直角坐标系中，气体的压强 p 随体积 V 的变化关系如图所示，图线的形状为_____，它描述的是温度不变时的 p-V 关系，称为等温线.

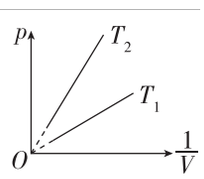


2. 一定质量的气体，不同温度下的等温线是_____.

3. 如图所示为一定质量的气体在不同温度下的 p-V 图线，T_1 和 T_2 哪一个大？为什么？



4. 如图所示为一定质量的气体在不同温度下的 p-$\frac{1}{V}$ 图线，T_1 和 T_2 哪一个大？为什么？



例 4 （多选）如图所示，$D\to A\to B\to C$ 表示一定质量的某种气体状态变化的过程，则下列说法正确的是（ ）

A. $D\to A$ 是一个等温过程

B. $A\to B$ 是一个等温过程

