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

练习册

高中物理6

北京专版

选择性必修第三册 RJ

天津出版传媒集团

天津人民出版社

CONTENTS 目录

01 第一章　分子动理论
PART ONE

1　分子动理论的基本内容 …… 001

2　实验：用油膜法估测油酸分子的大小 …… 003

3　分子运动速率分布规律 …… 005

4　分子动能和分子势能 …… 007

02 第二章　气体、固体和液体
PART TWO

1　温度和温标 …… 009

2　气体的等温变化 …… 011

第 1 课时　实验：探究气体等温变化的规律 …… 011

第 2 课时　气体的等温变化 …… 013

3　气体的等压变化和等容变化 …… 015

习题课：气体实验定律和理想气体状态方程的应用 …… 017

4　固体 …… 019

5　液体 …… 021

03 第三章　热力学定律
PART THREE

1　功、热和内能的改变 …… 023

2　热力学第一定律　3　能量守恒定律 …… 025

习题课：热力学定律与气体实验定律的综合应用 …… 027

4　热力学第二定律 …… 029

04 第四章　原子结构和波粒二象性

PART FOUR

1　普朗克黑体辐射理论 …… 031

2　光电效应 …… 033

3　原子的核式结构模型 …… 035

4　氢原子光谱和玻尔的原子模型 …… 037

5　粒子的波动性和量子力学的建立 …… 039

习题课：原子结构和波粒二象性的综合应用 …… 041

05 第五章　原子核

PART FIVE

1　原子核的组成 …… 043

2　放射性元素的衰变 …… 045

3　核力与结合能 …… 047

4　核裂变与核聚变　5　“基本”粒子 …… 049

■ **参考答案**（练习册）［另附分册 P061～P092］　　■ **导学案**［另附分册 P093～P194］

测　评　卷

章末素养测评（一）［第一章　分子动理论］ …… 卷 01

章末素养测评（二）［第二章　气体、固体和液体］ …… 卷 03

章末素养测评（三）［第三章　热力学定律］ …… 卷 05

章末素养测评（四）［第四章　原子结构和波粒二象性］ …… 卷 07

章末素养测评（五）［第五章　原子核］ …… 卷 09

模块综合测评 …… 卷 11

参考答案 …… 卷 13

第一章　分子动理论

1　分子动理论的基本内容（时间：40 分钟　总分：42 分）

（选择题每小题 3 分）

基础巩固练

◆ 知识点一　物体是由大量分子组成的

1. 阿伏加德罗常数是 N_A mol^{-1}，铜的摩尔质量是 μ kg/mol，铜的密度是 ρ kg/m^3，则下列说法不正确的是（　）

A. 1 m^3 铜中所含的原子数为 $\frac{\rho N_A}{\mu}$

B. 一个铜原子的质量是 $\frac{\mu}{N_A}$ kg

C. 1 kg 铜所含有的原子数为 ρN_A

D. 一个铜原子所占的体积是 $\frac{\mu}{\rho N_A}$ m^3

2. [2025・北京十二中高二月考] 一定量某种气体的质量为 m，该气体的摩尔质量为 M，摩尔体积为 V，密度为 ρ，每个分子的质量和体积分别为 m_0 和 V_0，则阿伏加德罗常数 N_A 可表示为（　）

A. $N_A=\frac{V}{V_0}$　　B. $N_A=\frac{\rho V}{m_0}$

C. $N_A=\frac{m}{m_0}$　　D. $N_A=\frac{M}{\rho V_0}$

◆ 知识点二　分子热运动

3. （多选）下列是小明吃砂锅粥时碰到的现象，属于扩散现象的是（　）

A. 米粒在水中上下翻滚

B. 粥滚时，香味四处飘逸

C. 盐块放入水中，水变味道

D. 砂锅上方热气腾腾

4. [2025・北京西城区高二期末] 关于布朗运动，下列说法正确的是（　）

A. 布朗运动是液体分子的无规则运动

B. 布朗运动是悬浮微粒的无规则运动

C. 液体温度越低，布朗运动越剧烈

D. 固体颗粒越大，布朗运动越剧烈

5. [2025・北京育才学校高二月考] 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. 热运动是分子的无规则运动，同种物质的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的剧烈

D. 物体运动的速率越大，其内部的分子热运动就越剧烈

◆ 知识点三　分子间的相互作用力

6. [2025・北京十三中高二期中] 相距很远的两个分子，以一定的初速度相向运动，直到距离最小. 在这个过程中，两个分子之间的相互作用力表现为（　）

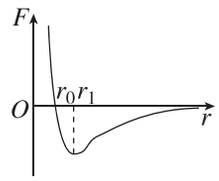
A. 一直为引力

B. 一直为斥力

C. 先为引力，后为斥力

D. 无法判断

7. [2025・北京昌平区高二期末] 分子间的作用力 F 与分子间距离 r 的关系如图所示，r_0 为分子间的平衡位置. 下列说法正确的是（　）



A. 当 $r=r_0$ 时，分子间的作用力最小

B. 当 $r=r_1$ 时，分子间的作用力最小

C. 分子间的作用力总是随分子间距离增大而减小

D. 分子间的作用力总是随分子间距离增大而增大

◆ 知识点四　分子动理论

8. [2025·北京海淀区高二期末] 关于分子动理论，下列说法正确的是　（　）

A. 气体体积等于所有气体分子体积之和

B. 扩散现象是由于重力作用引起的

C. 布朗运动是由于液体各部分温度不同引起的

D. 分子间作用力的本质是电磁相互作用

综合提升练

9. [2025·北京人大附中高二月考] 若以 μ 表示水的摩尔质量，v 表示在标准状态下水蒸气的摩尔体积，ρ 为在标准状态下水蒸气的密度，N_A 为阿伏加德罗常数，m、V 分别表示每个水分子的质量和体积，下面正确的是　（　）

A. $N_A=\dfrac{v\rho}{m}$　　B. $\rho=\dfrac{\mu}{N_A V}$

C. $m=\rho V$　　D. $V=\dfrac{v}{N_A}$

10. （多选）同学们一定都吃过味道鲜美的烤鸭，烤鸭的烤制过程没有添加任何调料，只是在烤制之前，把烤鸭放在腌制汤中腌制一定的时间，盐就会进入肉里. 下列说法正确的是　（　）

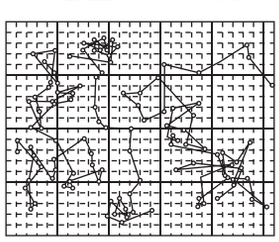
A. 如果让腌制汤温度升高，盐进入鸭肉的速度就会加快

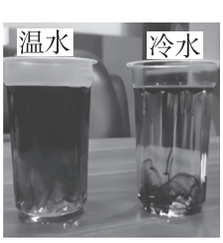
B. 烤鸭的腌制过程说明分子之间有引力，把盐分子吸进鸭肉里

C. 在腌制汤中，有的盐分子进入鸭肉，有的盐分子从鸭肉里面出来

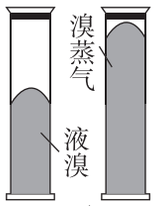
D. 把鸭肉放入腌制汤后立刻冷冻，将不会有盐分子进入鸭肉

11. 下列是关于布朗运动扩散现象的四幅图片，关于这些图片的说法错误的是　（　）

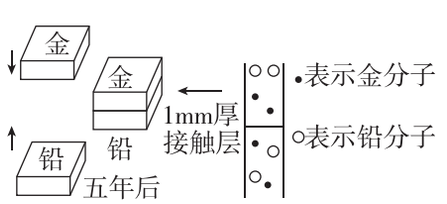

甲



乙



丙



丁

A. 图甲中连接小颗粒位置的折线不代表小颗粒的实际运动情况

B. 图乙中墨汁和水彼此进入对方，温度越高扩散越快，说明扩散快慢与温度有关

C. 图丙中液溴变成溴蒸气，说明扩散现象只能在同种物质的不同状态之间发生

D. 图丁说明扩散现象能在固体之间发生

12. （9分）[2025·北京十二中高二月考] 已知常温常压下 CO_2 气体的密度为 ρ，CO_2 的摩尔质量为 M，阿伏加德罗常数为 N_A，常温常压状态下容器内存有体积为 V 的 CO_2 气体；而在3 km的深海中，CO_2 会浓缩成近似固体的硬胶体，此时可将 CO_2 分子看作直径为 d 的球.

(1)(5分)求常温常压下该容器内 CO_2 气体含有的分子数；

(2)(4分)求该容器内 CO_2 气体全部变成硬胶体后的体积.

2　实验：用油膜法估测油酸分子的大小

（时间：40 分钟　总分：37 分）

（选择题每小题 3 分）

1. 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，我们估测到的物理量是（　）

A. 水分子的直径

B. 水分子的体积

C. 油酸分子的直径

D. 油酸分子的体积

2. 在用油膜法估测油酸分子大小的实验中，以下操作正确的是（　）

①将痱子粉均匀地撒在水面上，痱子粉的用量不要太大

②测 1 滴油酸酒精溶液的体积时，只需用注射器将 5 滴溶液滴入量筒测出总体积，即可准确计算出 1 滴溶液的体积

③盘应水平放置，画线时视线应与玻璃板垂直，以便准确地画出薄膜的形状

④要等油膜形状稳定后，再画轮廓

⑤利用坐标纸求油膜面积时，计算轮廓内正方形的个数，大于半个的算一个，不足半个的舍去

A. ①②③④⑤　　B. ①③④

C. ②③⑤　　D. ①③④⑤

3. 为了减小“用油膜法估测油酸分子的大小”实验的误差，下列方法可行的是（　）

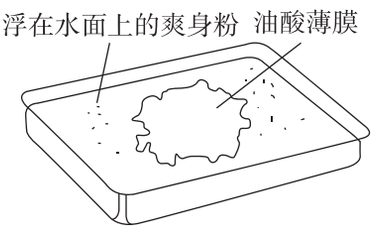
A. 用注射器向量筒里滴 100 滴油酸酒精溶液，并读出量筒里这些溶液的体积 V_1，则每滴油酸酒精溶液的体积 $V_2=\dfrac{V_1}{100}$

B. 把浅盘水平放置，在浅盘里倒入一些水，使水面离盘口距离小一些

C. 先在浅盘水中撒些爽身粉，再用注射器把油酸酒精溶液多滴几滴在水面上

D. 用牙签把水面上的油膜尽量拨弄成矩形

4.（多选）在做“用油膜法估测油酸分子的大小”实验时，先配制好一定浓度的油酸酒精溶液，并得到 1 滴油酸酒精溶液的体积 V，往浅盘里倒入约 2 cm 深的水，然后将爽身粉均匀地撒在水面上，用注射器往水面上滴 1 滴油酸酒精溶液，油酸立即在水面散开形成一块薄膜，可以清晰地看出它的轮廓，如图所示，待薄膜形状稳定后量出它的面积为 S。在这个实验中，下列说法正确的是（　）



A. 实验中将油酸薄膜看成单层的油酸分子组成，且不考虑油酸分子间的空隙

B. 根据 $d=\dfrac{V}{S}$ 就可以粗略地测量酒精分子的直径

C. 选择油酸作为被测物质，是因为油酸分子的结构有助于油酸在水面上形成单分子膜

D. 实验需配制一定浓度的油酸酒精溶液，其中的酒精可使油酸和爽身粉之间形成清晰的边界轮廓

5.（6 分）[2025 · 北京海淀区高二期末] 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，需要将油酸在酒精中稀释后再滴入水中.

(1)(3 分)稀释的目的是_____.

(2)(3 分)为了测量出 1 滴已知浓度的油酸酒精溶液中纯油酸的体积，下列步骤的合理顺序是_____.

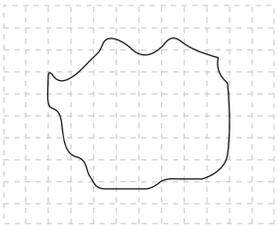
A. 将注射器吸取的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入烧杯中，记下液滴的总滴数

B. 用注射器吸取一段油酸酒精溶液，由注射器上的刻度读取该段溶液的总体积

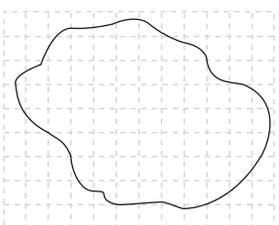
C. 结合浓度计算 1 滴油酸酒精溶液所含纯油酸的体积

D. 用注射器吸取的油酸酒精溶液的总体积除以滴数，得到 1 滴油酸酒精溶液的体积

6.（3 分）[2025 · 北京朝阳区高二期末] 在做“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验时，油酸酒精溶液的浓度为每 1000 mL 溶液中有纯油酸1 mL，用注射器测得 1 mL 上述溶液有 200 滴，把一滴该溶液滴入盛水的表面撒有爽身粉的浅盘里，稳定后测得油酸薄膜的近似轮廓如图所示，图中正方形小格的边长为 1 cm. 由此可估测油酸分子的直径的数量级是_____m.



7. (6 分)[2025·北京育才学校高二月考] (1)(4 分)在“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验中,用移液管量取 0.25 mL 的油酸,倒入标注 250 mL 的容量瓶中,再加入酒精后得到 250 mL 的油酸酒精溶液;然后用滴管吸取油酸酒精溶液,向小量筒中滴入 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酒精溶液,向撒有爽身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.坐标格正方形的大小为 2 cm×2 cm,由图可以估算出油膜的面积是_____m^2(保留两位有效数字),由此估算出油膜分子的直径是_____m(保留一位有效数字).



(2)(2 分)某同学在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中,计算出的分子直径明显偏大,可能是由于_____(填选项前的字母).

A. 油酸分子未完全散开

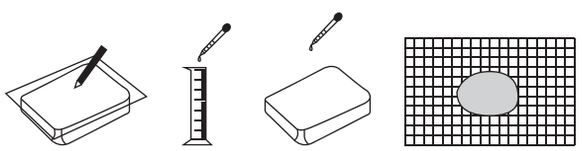
B. 油酸中含有大量酒精

C. 计算油膜面积时,舍去了所有不足半格的方格

D. 求每滴油酸酒精溶液的体积时,1 mL 的溶液滴数多计了 10 滴

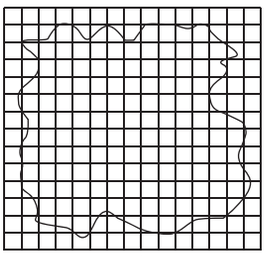
8. (10 分)在“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验中:

(1)(2 分)如图甲反映实验中的 4 个步骤,将它们按操作先后顺序排列应是_____(用符号表示).



a b c d

甲



乙

(2)(3 分)在做“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验中,将油酸溶于酒精,其浓度为每 1000 mL 溶液中有 0.6 mL 油酸.用注射器测得 1 mL 上述溶液有 75 滴,把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘里,待水面稳定后,画出油膜的形状.如图乙所示,坐标纸中正方形方格的边长为 1 cm,按以上实验数据估测出油酸分子的直径是_____m.(结果保留 1 位有效数字)

(3)(2 分)若阿伏加德罗常数为 N_A,油酸的摩尔质量为 M,油酸的密度为 ρ.则下列说法正确的是_____.

A. 1 kg 油酸所含分子数为 ρN_A

B. 1 m^3 油酸所含分子数为 $\frac{\rho N_A}{M}$

C. 1 个油酸分子的质量为 $\frac{N_A}{M}$

D. 油酸分子的直径约为 $\frac{\sqrt[3]{6M}}{\rho N_A}$

(4)(3 分)甲、乙、丙三位同学分别在三个实验小组做“用油膜法估测油酸分子的大小”实验,但都发生了操作错误.这三位同学的操作错误导致实验测得的油酸分子直径偏小的是_____.

A. 甲在配制油酸酒精溶液时,不小心把酒精倒多了一点,导致油酸酒精溶液的实际浓度比计算值小一些

B. 乙在计算注射器滴出的每一滴油酸酒精溶液体积后,不小心拿错了一个注射器把溶液滴在水面上,这个拿错的注射器的针管比原来的粗,每滴油酸酒精溶液的体积比原来的大

C. 丙在计算油膜面积时,把凡是半格左右的油膜都算成了一格,导致计算的面积比实际面积大一些

3　分子运动速率分布规律（时间：40 分钟　总分：40 分）

（选择题每小题 3 分）

基础巩固练

◆ 知识点一　气体分子运动特点

1.（多选）气体能够充满密闭容器，说明气体分子除相互碰撞的短暂时间外（　）

A. 气体分子的速率都一样大

B. 气体分子可以自由运动

C. 气体分子间的相互作用力十分微弱

D. 气体分子沿各个方向运动的机会（概率）相等

2.（多选）关于气体分子的运动情况，下列说法中正确的是（　）

A. 某一时刻具有任一速率的分子数目是相等的

B. 某一时刻一个分子速度的大小和方向是偶然的

C. 某一时刻向各个方向运动的分子数目相等

D. 某一温度下大多数气体分子的速率不会发生变化

◆ 知识点二　分子运动速率分布图像

3.（多选）关于气体分子速率分布规律，下列说法正确的是（　）

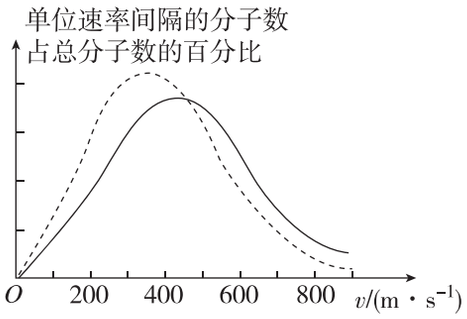
A. 分子的速率大小与温度有关，温度升高，所有分子的速率都增大

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“中间多、两头少”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

4.［2025·北京广渠门中学高二月考］如图所示，氧气在 0 ℃和 100 ℃两种情况下，单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比与分子速率间的关系. 由图可知（　）



A. 虚线是氧气在 100 ℃时的速率分布图

B. 虚线与坐标轴围成的图形的面积更大

C. 所有氧气分子在 0 ℃时的速率小于在 100 ℃时的速率

D. 同一温度下，气体分子速率分布总呈现“中间多、两头少”的特点

◆ 知识点三　气体压强的微观解释

5.［2025·北京汇文中学高二月考］关于气体压强的说法，下列选项正确的是（　）

A. 气体对容器的压强源于气体分子的热运动

B. 气体对容器的压强源于气体分子受到重力作用

C. 气体分子密集程度增大，气体压强一定增大

D. 气体分子平均速率增大，气体压强一定增大

6.［2025·北京八十中高二月考］在一定温度下，当气体的体积增大时，气体的压强减小，原因是（　）

A. 气体分子的密度变小，单位体积内分子的质量变小

B. 气体分子密度变大，分子对器壁的吸引力变小

C. 每个气体分子对器壁的平均撞击力变小

D. 单位体积内的分子数减小，单位时间内对器壁碰撞的次数减少

7.（多选）某同学发现自行车轮胎内气体不足，于是用打气筒打气. 假设打气过程中，轮胎内气体的温度不变，并忽略轮胎体积的变化. 则在打气过程中，下列说法正确的是（　）

A. 轮胎内气体分子的平均速率保持不变

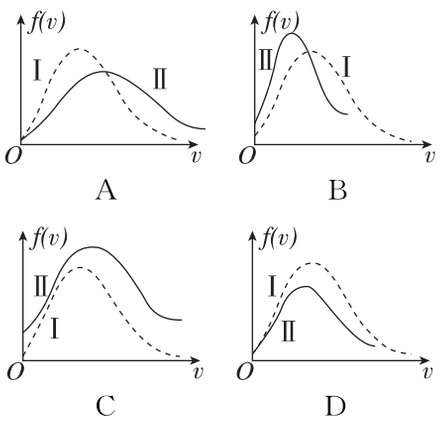
B. 轮胎内气体的分子数密度不变

C. 轮胎内气体的无规则运动属于布朗运动

D. 轮胎内气体压强增大

综合提升练

8. 汽缸内封闭有一定质量的气体，在某次压缩过程中，缸内气体的温度从 T_1 迅速升高至 T_2。下列各图中，纵坐标 $f(v)$ 表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比，图线Ⅰ、Ⅱ分别为缸内气体在 T_1、T_2 两种温度下的分子速率分布曲线，其中正确的是 （ ）



9. 有甲、乙两瓶氢气，甲的体积为 V，质量为 m，温度为 t，压强为 p；乙的温度高于 t，体积、质量和甲相同. 下列关于甲、乙两瓶氢气说法中正确的是 （ ）

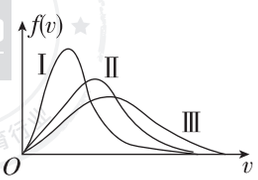
A. 乙瓶中氢气的压强等于 p

B. 乙瓶中氢气的压强小于 p

C. 甲瓶中氢气分子的平均速率比乙瓶中氢气分子的平均速率大

D. 乙瓶中速率较小的氢气分子所占比例比甲瓶中速率较小的氢气分子所占比例小

10. [2025·北京北师大附中高二月考] 某种气体在不同温度下的气体分子速率分布曲线如图所示，图中 $f(v)$ 表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比，所对应的温度分别为 $T_Ⅰ$、$T_Ⅱ$、$T_Ⅲ$，下列说法错误的是 （ ）



A. 气体速率均呈“中间多、两头少”的分布，但是最大比例的速率区间是不同的

B. $T_Ⅰ > T_Ⅱ > T_Ⅲ$

C. 温度高的气体，速率大的分子比例较多

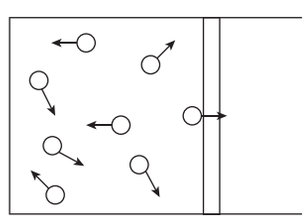
D. 从图像中可以直观体会到温度越高，分子运动越剧烈

11. (10分)[2025·北京八中高二期末] 从分子动理论的观点来看，一个密闭容器中气体分子的运动是杂乱无章的，在某一时刻，向着任何一个方向运动的分子都有，而且向各个方向运动的气体分子数目几乎相等，如图所示. 为简化问题，假定：气体分子的大小可以忽略，速率均为 v，每次分子与器壁碰撞作用时间为 Δt，碰撞前后气体分子的速度方向都与器壁垂直，且速率不变. 已知每个分子的质量为 m，单位体积内分子数量 n 为恒量. 利用所学力学知识，回答以下问题：

(1)(2分)选择一个与器壁发生正碰的气体分子为研究对象，求碰撞过程气体分子对器壁的作用力 F_0 的大小；

(2)(5分)推导出器壁单位面积受到的压力 p 的表达式；

(3)(3分)对于一定质量的气体，从宏观上看，仅升高温度或仅减小体积都会使气体压强增大，请从微观角度说明原因.



4　分子动能和分子势能　（时间：40 分钟　总分：36 分）

（选择题每小题 3 分）

基础巩固练

◆ 知识点一　分子动能

1. 对不同的物体而言，下列说法中正确的是（　）

A. 高温物体内分子的平均动能一定比低温物体内分子的平均动能大

B. 高温物体内每一个分子的动能一定大于低温物体内每一个分子的动能

C. 高温物体内分子运动的平均速率一定比低温物体内分子运动的平均速率大

D. 高温物体内每一个分子运动的速率一定大于低温物体内每一个分子运动的速率

2. 下列说法中正确的是（　）

A. 只要温度相同，任何物体分子的平均动能都相同

B. 只要温度相同，物质内部每个分子的动能都相同

C. 物体中 10 个分子的动能很大，这 10 个分子的温度很高

D. 温度低的物体中的每一个分子的运动速率一定小于温度高的物体中的每一个分子的运动速率

◆ 知识点二　分子势能

3. （多选）[2025 · 北京三十五中高二月考] 关于分子势能与物体体积的关系，下列说法正确的是（　）

A. 当物体体积增大时，其分子势能必然增大

B. 当物体体积增大时，其分子势能可能增大也可能减小

C. 当物体体积增大时，其分子势能必然减小

D. 如果物体的体积不变，则其分子势能也不变

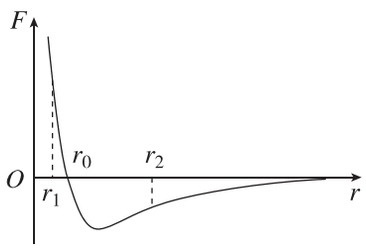
4. [2025 · 北京西城区高二期末] 分子力 F 随分子间距离 r 的变化关系如图所示，下列有关分子势能的说法正确的是（　）

A. 分子间距离从 r_2 到 r_0，分子势能先减小后增大

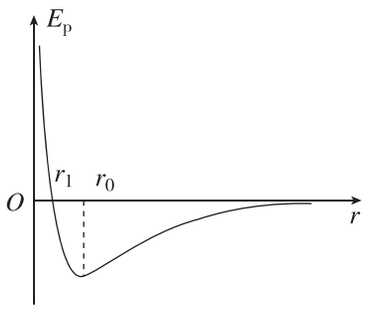
B. 分子间距离从 r_2 到 r_0，分子势能不断减小

C. 分子间距离从 r_1 到 r_2，分子势能不断增大

D. 分子间距离从 r_1 到 r_2，分子势能先增大后减小



5. [2024 · 北京石景山区高二期末] 分子势能的大小是由分子间的相对位置决定的. 分子势能 E_p 与分子间距离 r 的关系如图所示，r_0 为分子间的平衡位置. 下列说法正确的是（　）



A. 当 $r=r_0$ 时，分子势能最小

B. 当 $r=r_1$ 时，分子势能最小

C. 当 $r=r_0$ 时，分子力最大

D. 当 $r=r_1$ 时，分子力为 0

◆ 知识点三　物体的内能

6. 下列关于物体内能的说法正确的是（　）

A. 一个分子的动能和分子势能的总和叫做该分子的内能

B. 物体中所有分子的热运动动能与分子势能的总和叫做物体的内能

C. 当一个物体的机械能发生变化时，其内能也一定发生变化

D. 温度高的物体一定比温度低的物体内能大

7. （多选）1 g 100 ℃的水与 1 g 100 ℃的水蒸气相比较，下列说法中正确的是（　）

A. 两者分子的平均动能与分子的总动能都相同

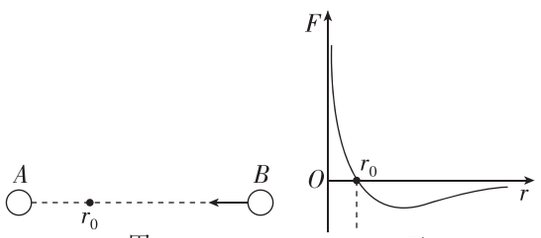
B. 两者分子的平均动能相同，分子的总动能不同

C. 两者的内能相同

D. 1 g 100 ℃的水的内能小于 1 g 100 ℃的水蒸气的内能

综合提升练

8. （多选）[2024·北京四中高二期中] 如图甲所示，让 A 分子不动，B 分子从无穷远处逐渐靠近 A. 两个分子间的作用力 F 随分子间距离 r 的变化关系如图乙所示，取无穷远处分子势能 $E_p=0$. 在这个过程中，关于分子间的作用力和分子势能说法正确的是 （ ）



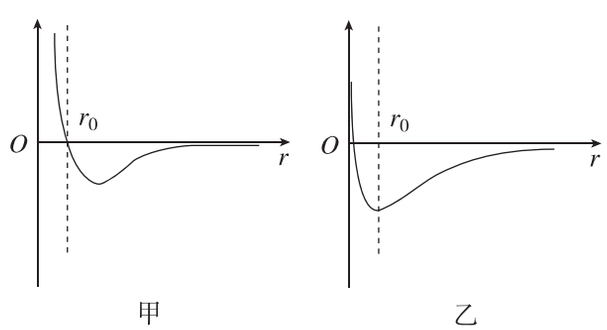
A. 当分子间距离 $r>r_0$ 时，分子间的作用力表现为引力

B. 当分子间距离 $r>r_0$ 时，分子间的作用力做正功，分子势能减小

C. 当分子间距离 $r=r_0$ 时，分子间的作用力为0，分子势能也为0

D. 当分子间距离 $r<r_0$ 时，分子间的作用力做负功，分子势能减小

9. [2026·北京八十中高二月考] 假设真空中有两个分子，其中一个分子 A 固定，另一个分子 B 从无穷远处靠近分子 A，在分子 B 靠近分子 A 的过程中，两者之间所受分子力和分子势能随着距离变化而变化，选无穷远处分子势能为零，如图所示为两者之间的分子力或分子势能随分子间距离变化的图线，下列说法正确的是 （ ）



A. 图甲为分子势能随分子间距离变化的图线，图乙为分子力随分子间距离变化的图线

B. 在无穷远到 r_0 的过程中分子力对分子 B 做负功

C. 在分子 B 靠近分子 A 的过程中分子斥力在增大，分子引力在减小

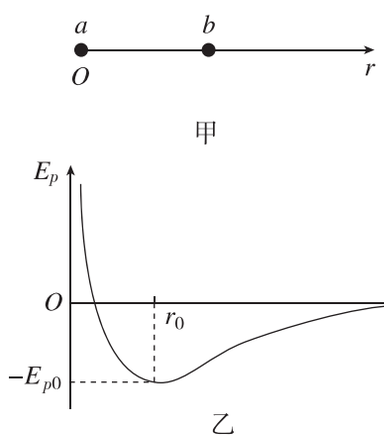
D. 若将分子 B 从较远处由静止释放，则仅在分子力作用下分子 B 运动到 r_0 处速率最大

10. （9分）[2025·北京北交大附中高二月考] 如图甲所示，a、b 为某种物质的两个分子，以 a 为原点，沿两分子连线建立 r 轴. 如果选取两个分子相距无穷远时的势能为零，则作出的两个分子之间的势能 E_p 与它们之间距离 r 的 E_p-r 关系图线如图乙所示. 假设分子 a 固定不动，分子 b 只在 a、b 间分子力的作用下运动（在 r 轴上）. 当两分子间距离为 r_0 时，b 分子的动能为 E_{k0}（$E_{k0}<E_{p0}$）.

（1）（3分）求 a、b 分子间的最大势能 E_{pm}；

（2）（3分）利用图乙，结合画图说明分子 b 在 x 轴上的运动范围；

（3）（3分）若某固体由大量这种分子组成，当温度升高时，物体体积膨胀. 试结合图乙的 E_p-r 关系图线，分析说明这种物体受热后体积膨胀的原因.



第二章　气体、固体和液体

1　温度和温标

（时间：40 分钟　总分：39 分）

（选择题每小题 3 分）

基础巩固练

◆ 知识点一　状态参量与平衡态

1.（多选）关于状态参量，下列说法正确的是（　）

A. 体积是几何参量

B. 压强是力学参量

C. 温度是热学参量

D. 压强是热学参量

2.（多选）关于热力学系统的平衡态，下列说法正确的是（　）

A. 是一种定态平衡

B. 是一种动态平衡

C. 分子已经不动

D. 分子仍做无规则运动

◆ 知识点二　热平衡与温度

3.（多选）下列说法正确的是（　）

A. 两个系统处于热平衡时，温度可以有微小的差别

B. 温度相同的棉花和石头相接触，需要经过一段时间才能达到热平衡

C. 若 a 与 b、c 分别达到热平衡，则 b、c 之间也达到了热平衡

D. 两物体温度相同，可以说两物体达到热平衡

4. 关于平衡态和热平衡，下列说法中正确的有（　）

A. 只要温度不变且处处相等，系统就一定处于平衡态

B. 两个系统在接触时，它们的状态不发生变化，说明这两个系统原来的温度是相等的

C. 热平衡就是平衡态

D. 处于热平衡的几个系统的压强一定相等

◆ 知识点三　温度计与温标

5.（多选）下列关于热力学温标与摄氏温标的说法不正确的是（　）

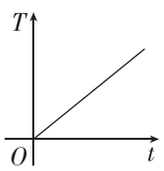
A. 热力学温标与摄氏温标的每一分度的大小是相同的

B. 热力学温标的 0 K 对应于 −273.15 ℃

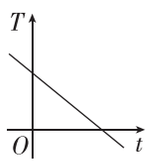
C. 温度升高 3 ℃，在热力学温标中温度升高 276.15 K

D. 热力学温标是由摄氏温标导出的

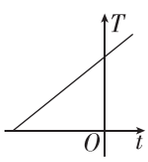
6. 把摄氏温标和热力学温标作成函数关系图（如图），正确的是（　）



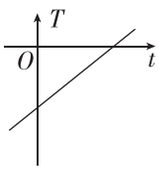
A



B

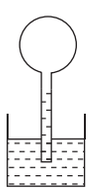


C



D

7.（多选）伽利略在 1593 年，制造了世界上第一个温度计——空气温度计，如图所示，一个细长颈的球形瓶倒插在装有红色液体的槽中，细管中的液面清晰可见，如果不考虑外界大气压的变化，就能根据液面的变化测出温度的变化，则（　）



A. 该温度计的测温物质是槽中的液体

B. 该温度计的测温物质是细管中的红色液体

C. 该温度计的测温物质是球形瓶中的空气

D. 该温度计是利用测温物质的热胀冷缩性质制造的

综合提升练

8. （多选）严冬，湖面上结了厚厚的冰，但冰下鱼儿仍在游动. 为了测出冰下水的温度，徐强同学在冰上打了一个洞，拿来一支实验室温度计，下列说法正确的是（　）

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提出，读出温度计的示数

B. 取一空的塑料饮水瓶，将温度计悬吊在瓶中，再将瓶拴住从洞中放入水里，水灌满瓶后待较长时间，然后将瓶提出，立即读出温度计的示数

C. 若温度计显示的示数为摄氏温度为 4 ℃，即热力学温度为 4 K

D. 若温度计显示的示数为摄氏温度为 4 ℃，即热力学温度为 277.15 K

9. （多选）有甲、乙、丙三个温度不同的物体，将甲和乙接触一段时间后分开，再将乙和丙接触一段时间后分开，假设只有在它们相互接触时有传热，不接触时与外界没有传热，则（　）

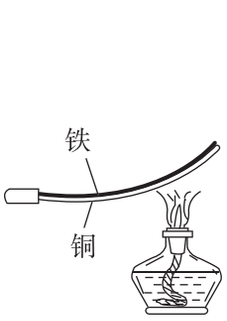
A. 甲、乙、丙三个物体都达到了平衡态

B. 只有乙、丙达到了平衡态，甲没有达到平衡态

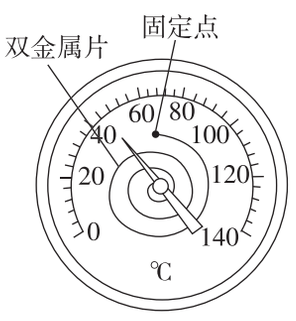
C. 乙、丙两物体一定都和甲达到了热平衡

D. 乙、丙两物体达到了热平衡

10. （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. 如图甲所示，已知甲图中双金属片被加热时，其弯曲程度会增大，则下列各种相关叙述中正确的有（　）



甲



乙

A. 该温度计的测温物质是铜、铁两种热膨胀系数不同的金属

B. 双金属温度计是利用测温物质热胀冷缩的性质来工作的

C. 由甲图可知，铜的热膨胀系数大于铁的热膨胀系数

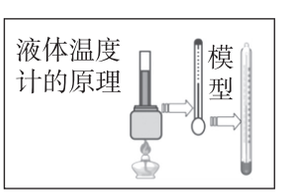
D. 由乙图可知，其双金属片的内层为铜，外层为铁

11. （9 分）仔细观察图片，回答下列问题：

（1）（3 分）根据热平衡定律，如果温度计与物体 A 处于热平衡，也同时与物体 B 处于热平衡，则 A 与 B 温度相同. 如果用如图甲所示具有热胀冷缩的物质作为温度计测温物质，能比较某物体 C（如灯焰）与 A、B 温度的高低吗？

（2）（3 分）为了定量比较温度的高低，参考长度的比较与刻度尺，温度计应标定什么？

（3）（3 分）如果要定量地描述温度，就必须有一套方法，这套方法就是温标，现在常见的有摄氏温标和华氏温标，摄氏温标曾经是怎样定量地描述温度的？



甲


乙

2　气体的等温变化

第 1 课时　实验：探究气体等温变化的规律

（时间：40 分钟　总分：33 分）

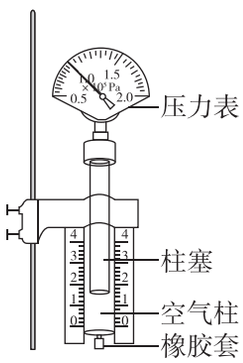
1.（3 分）[2025 · 北京十九中高二月考] 某同学用如图所示的装置探究等温情况下一定质量的气体压强与体积的关系，下列说法正确的是（　）

A. 该实验必须保证良好的密封性

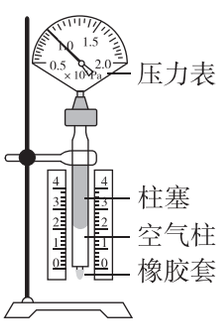
B. 该实验必须测量柱塞的直径

C. 应快速移动柱塞，以减少气体向环境中放热

D. 为方便操作，可用手握住注射器再推拉柱塞

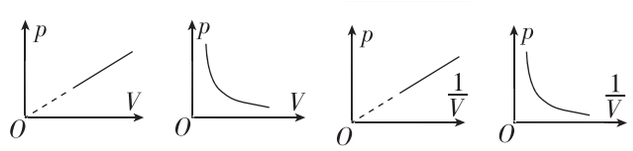


2.（6 分）[2025 · 北京一零一中学高二期中] 某同学用如图所示装置探究气体做等温变化的规律.



（1）（3 分）实验装置用铁架台固定，而不是用手握住注射器，并且在实验中要缓慢推动活塞，这些要求的目的是_____.

（2）（3 分）如图所示的图像中，最能直观反映气体做等温变化的规律的是_____.



A　　B　　C　　D

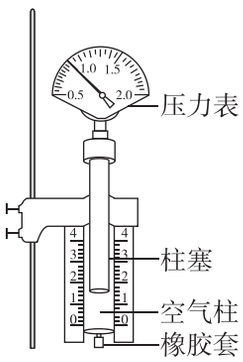
3.（6 分）[2025 · 北京人大附中高二期末] 某同学用如图甲所示装置探究气体等温变化的规律.

（1）（3 分）关于该实验的操作，下列叙述正确的是_____.

A. 实验过程应该用手握注射器

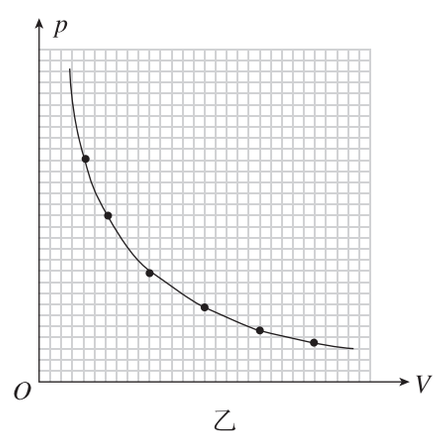
B. 应该以较快的速度推拉活塞来改变气体体积

C. 实验过程中要保证橡胶套的密闭性良好，以保证气体的质量一定



甲

（2）（3 分）为得出气体压强和体积的定量关系，该同学利用所采集的数据在坐标纸上描点，绘制出了如图乙所示的 p-V 图线. 从图线上看类似于双曲线，那么，空气柱的压强跟体积是否成反比呢？请写出进行判断的一种方法_____.



乙

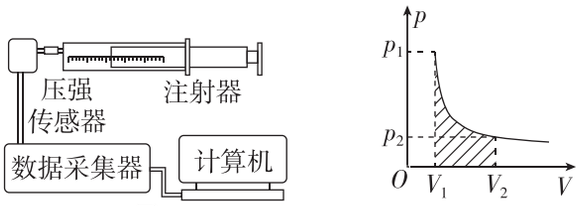
4.（6 分）[2024 · 江西宁冈中学月考] 如图甲所示，用气体压强传感器探究气体等温变化的规律，操作步骤如下：

①在注射器内用活塞封闭一定质量的气体，将注射器、压强传感器、数据采集器和计算机逐一连接起来；

②缓慢移动活塞至某一位置，待示数稳定后记录此时注射器内封闭气体的体积 V_1 和由计算机显示的气体压强值 p_1；

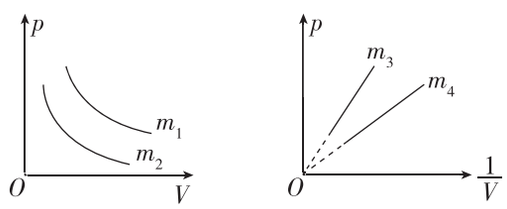
③重复上述步骤②，多次测量并记录；

④根据记录的数据，作出相应图像，分析得出结论.

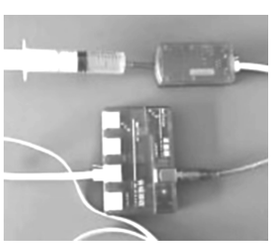


(1)(2 分)在本实验操作的过程中，需要保持不变的量是气体的_____和_____.

(2)(4 分)在相同温度环境下，不同小组的同学均按正确的实验操作和数据处理的方法完成了实验，并在相同坐标标度的情况下画出了压强与体积的关系图线，如图丙、丁所示. 对于两组的图线并不相同的结果，他们请教了老师，老师的解释是由于他们选取的气体质量不同. 若 4 个小组所选择的研究对象的质量分别是 m_1、m_2、m_3 和 m_4，则由图可知它们的大小关系是 m_1_____m_2，m_3_____m_4.(均选填“大于”或“小于”).



5. (6 分)“用 DIS 研究在温度不变时，一定质量气体压强与体积关系”的实验装置如图所示.



(1)(3 分)某次实验中，数据表格内第 2 次～第 8 次压强没有记录，但其他操作规范. 根据表格中第 1 次和第 9 次数据，推测出第 7 次的压强 p_7，其最接近的值是_____.

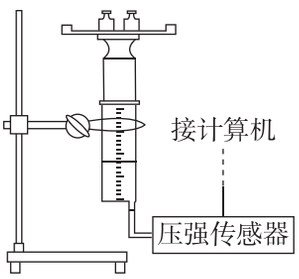
次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
压强 p/kPa	100.1						p_7		179.9
体积 V/cm^3	18	17	16	15	14	13	12	11	10

A. 128.5 kPa　　B. 138.4 kPa

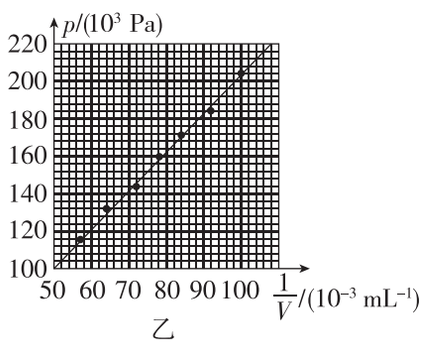
C. 149.9 kPa　　D. 163.7 kPa

(2)(3 分)若连接注射器与传感器的软管内气体体积 V_0 不可忽略，则封闭气体的真实体积为_____(用 V、V_0 表示).

6. (6 分)利用图甲所示实验装置可探究等温条件下气体压强与体积关系. 将带有刻度的注射器竖直固定在铁架台上，注射器内封闭一定质量的空气，下端通过塑料管与压强传感器相连. 活塞上端固定一托盘，托盘中放入砝码，待气体状态稳定后，记录气体压强 p 和体积 V(等于注射器示数 V_0 与塑料管容积 ΔV 之和)，逐次增加砝码质量，采集多组数据并作出拟合曲线如图乙所示.



甲



乙

回答以下问题：

(1)在实验误差允许范围内，图乙中的拟合曲线为一条过原点的直线，说明在等温情况下，一定质量的气体_____.

A. p 与 V 成正比

B. p 与 $\frac{1}{V}$ 成正比

(2)若气体被压缩到 $V=10.0$ mL，由图乙可读出封闭气体压强为_____Pa(保留 3 位有效数字).

(3)某组同学进行实验时，一同学在记录数据时漏掉了 ΔV，则在计算 pV 乘积时，他的计算结果与同组正确记录数据同学的计算结果之差的绝对值会随 p 的增大而_____(填“增大”或“减小”).

第 2 课时　气体的等温变化　（时间：40 分钟　总分：45 分）

（选择题每小题 3 分）

基础巩固练

◆ 知识点一　玻意耳定律及其应用

1. [2026·北京中关村中学高二月考] 一定质量的气体，压强为 3 atm，保持温度不变，当压强减小 2 atm 时，体积变化 4 L，则该气体原来的体积为　（　）

A. $\frac{4}{3}$ L　　B. 2 L

C. $\frac{8}{3}$ L　　D. 8 L

2. 在 1 个标准大气压下，把粗细均匀玻璃管开口向下竖直地压入水中，管中有一半充满水，假设温度不变，则此时管内空气压强相当于　（　）

A. 3 个大气压　　B. 2 个大气压

C. $\frac{2}{3}$大气压　　D. $\frac{1}{3}$个大气压

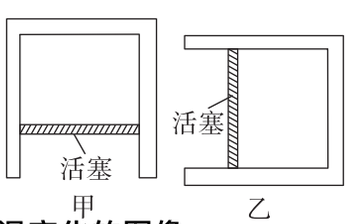
3. （多选）如图甲所示，一汽缸竖直放置，汽缸内有一质量不可忽略的活塞. 将一定质量的气体封闭在汽缸内，活塞与汽缸壁无摩擦，气体处于平衡状态. 现保持温度不变，把汽缸向右倾斜 90°（如图乙所示），达到平衡后，与原来相比（　）

A. 气体的压强变大

B. 气体的压强变小

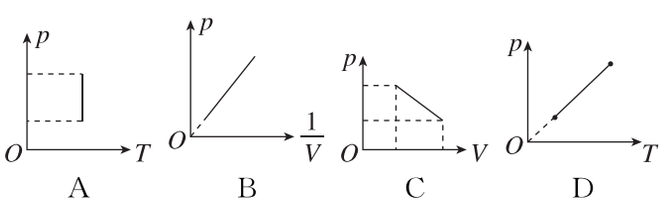
C. 气体的体积变大

D. 气体的体积变小



◆ 知识点二　气体等温变化的图像

4. （多选）[2025·北京育才学校高二月考] 下列图中，p 表示压强，V 表示体积，T 表示热力学温度，其中能正确描述一定质量的气体发生等温变化的是　（　）



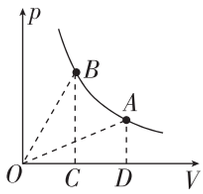
5. 如图是一定质量的某种气体在 p-V 图中的等温线，A、B 是等温线上的两点，$\triangle OAD$ 和 $\triangle OBC$ 的面积分别为 S_1 和 S_2，则　（　）

A. $S_1>S_2$

B. $S_1=S_2$

C. $S_1<S_2$

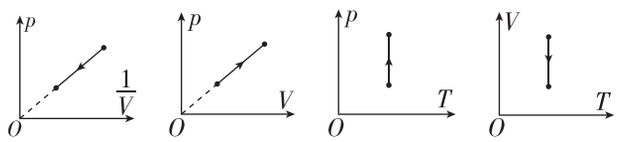
D. 无法比较



综合提升练

6. 恒温鱼缸中，鱼吐出的气泡在缓慢上升，能反映气泡上升过程压强 p、体积 V 和温度 T 变化的图像是　（　）

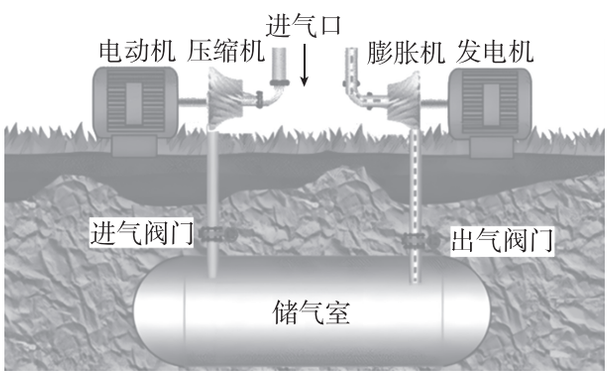




7. 一个气泡由湖面下 20 m 深处缓慢上升到湖面下 10 m 深处，不考虑气泡温度的变化，它的体积约变为原来体积的（水的密度 $\rho=1.0\times10^3$ kg/m^3，g 取 10 m/s^2，大气压强 $p_0=1.0\times10^5$ Pa）　（　）

A. 3 倍　　B. 2 倍　　C. 1.5 倍　　D. $\frac{7}{10}$

8. 2024 年 4 月，世界上规模最大、效率最高的压缩空气储能站在山东并网发电. 如图为压缩空气储能装置示意图，电力系统负荷低谷时，关闭储气室的出气阀门，利用多余电能驱动压缩机，将大气压入储气室. 已知储气室的容积为 V，初态内部气体压强为 $2p_0$，充气结束时储气室压强达到 $120p_0$. 已知外部大气压强恒为 p_0，充气过程中，储气室内、外温度相等且不变，则此过程中被压缩进入储气室的外部气体体积为　（　）



A. $118V$　　B. $120V$　　C. $122V$　　D. $124V$