



## 选考题分析与题型专练

### 【近四年全国 I 卷选考题涉及的考点与内容】

年份	3 - 3	3 - 4
2013	分子力、气体实验定律	简谐横波、折射定律、全反射
2014	热力学定律、物态变化、气体实验定律	简谐横波图象、折射定律、全反射
2015	晶体与非晶体、气体实验定律	双缝干涉实验、波的传播规律
2016(乙卷)	热力学定律、球形液体附加压强为载体的理想气体状态方程的考察	水面波、光的折射定律、光的全反射

### 【命题形式】

年份	3 - 3		3 - 4	
	选择题	计算题(2 问)	选择题	计算题(2 问)
2013	选择题	计算题(2 问)	选择题	计算题(2 问)
2014	选择题	计算题(1 问)	选择题	计算题(2 问)
2015	选择题	计算题(2 问)	填空题	计算题(2 问)
2016(乙卷)	选择题	计算题(2 问)	选择题	计算题(2 问)

### 【例题展示】

(1)(2016·全国乙卷·33(1))(5 分)关于热力学定律，下列说法正确的是\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

- A. 气体吸热后温度一定升高
- B. 对气体做功可以改变其内能
- C. 理想气体等压膨胀过程一定放热
- D. 热量不可能自发地从低温物体传到高温物体
- E. 如果两个系统分别与状态确定的第三个系统达到热平衡，那么这两个系统彼此之间也必定达到热平衡

(2)(2016·全国乙卷·33(2))(10 分)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  $\Delta p$  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  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

(i) 求在水下 10 m 处气泡内外的压强差；

(ii) 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。

解析 (1) 气体内能的改变  $\Delta U = Q + W$ ，故对气体做功可改变气体内能，B 选项正确；气体吸热为  $Q$ ，但不确定外界做功  $W$  的情况，故不能确定气体温度变化，A 选项错误；理想气体等压膨胀， $W < 0$ ，由理想气体状态方程  $pV = C$ ， $p$  不变， $V$  增大，气体温度升高，内能增大  $\Delta U > 0$ ，由  $\Delta U = Q + W$ ，知  $Q > 0$ ，气体一定吸热，C 选项错误；由热力学第二定律，D 选项正确；根据热平衡性质，E 选项正确。

(2)(i) 由公式  $\Delta p = \frac{2\sigma}{r}$  得  $\Delta p = \frac{2 \times 0.070}{0.005} \text{ Pa} = 28 \text{ Pa}$

水下 10 m 处气泡内外的压强差是 28 Pa。

(ii) 气泡上升过程中做等温变化，由玻意耳定律得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{①}$$

$$\text{其中，} V_1 = \pi r^3 \quad \text{②}$$

$$V_2 = \pi r'^3 \quad \text{③}$$

由于气泡内外的压强差远小于 10 m 深处水的压强，气泡内压强可近似等于对应位置处的水的压强，所以有

$$\begin{aligned} p_1 &= p_0 + \rho g h_1 = 1 \times 10^5 \text{ Pa} + 1 \times 10^3 \times 10 \times 10 \text{ Pa} \\ &= 2 \times 10^5 \text{ Pa} = 2p_0 \quad \text{④} \end{aligned}$$

$$p_2 = p_0 \quad \text{⑤}$$

将②③④⑤代入①得， $2p_0 \times \pi r^3 = p_0 \times \pi r'^3$

$$2r = r'$$

=

答案 (1) BDE (2)(i) 28 Pa (ii)

## 【命题分析与对策】

### 1. 命题特点

选择题知识考查较为琐碎，如分子动理论、温度、压强、内能、固体的微观结构、晶体和非晶体等基础知识。计算题考查重点多为气体实验定律(尤其是玻意耳定律)，常与热力学定律、力的平衡等知识点相结合。考题设置的情景多为汽缸、液柱模型，其中压强的力学分析与计算是解题关键。试题分值为 5 + 10 或 6 + 9 的形式。

### 2. 应考策略

教学和复习一定要紧扣考纲和教材，强化基础和核心知识，考纲中所列的考点，要一个一个

过，做到非常熟悉.重点知识要强化训练，零碎知识要加强记忆.

重视基本概念和基本规律的掌握，如阿伏加德罗常数、分子动理论、内能与热力学第一定律、压强计算、气体实验定律、热力学第二定律等.

**【例题展示】**

(1)(2016·全国乙卷·34(1))(5分)某同学漂浮在海面上，虽然水面波正平稳地以  $1.8\text{ m/s}$  的速率向着海滩传播，但他并不向海滩靠近.该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为  $15\text{ s}$ .下列说法正确的是\_\_\_\_\_.(填正确答案标号.选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分.每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

- A.水面波是一种机械波
- B.该水面波的频率为  $6\text{ Hz}$
- C.该水面波的波长为  $3\text{ m}$
- D.水面波没有将该同学推向岸边，是因为波传播时能量不会传递出去
- E.水面波没有将该同学推向岸边，是因为波传播时振动的质点并不随波迁移

(2)(2016·全国乙卷·34(2))(10分)如图 1，在注满水的游泳池的池底有一点光源  $A$ ，它到池边的水平距离为  $3.0\text{ m}$ .从点光源  $A$  射向池边的光线  $AB$  与竖直方向的夹角恰好等于全反射的临界角，水的折射率为.

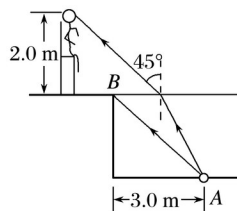


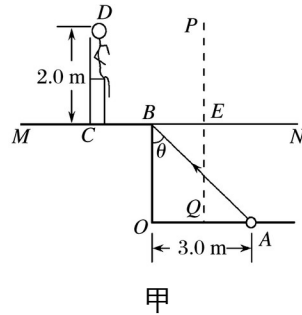
图 1

(i)求池内的水深；

(ii)一救生员坐在离池边不远处的高凳上，他的眼睛到池面的高度为  $2.0\text{ m}$ .当他看到正前下方的点光源  $A$  时，他的眼睛所接受的光线与竖直方向的夹角恰好为  $45^\circ$ .求救生员的眼睛到池边的水平距离(结果保留 1 位有效数字).

解析 (1)水面波是机械振动在水面上传播，是一种典型机械波，A 对；从第一个波峰到第十个波峰中经历了九个波形，时间间隔为  $15\text{ s}$ ，所以其振动周期为  $T = \frac{15}{9}\text{ s} = \frac{5}{3}\text{ s}$ ，频率为  $0.6\text{ Hz}$ ，B 错；其波长  $\lambda = vT = 1.8\text{ m/s} \times \frac{5}{3}\text{ s} = 3\text{ m}$ ，C 对；波中的质点都上下振动，不随波迁移，但是能量随着波的向前传播而传递出去，D 错，E 对.

(2)(i)光由  $A$  射向  $B$  发生全反射，光路如图甲所示.

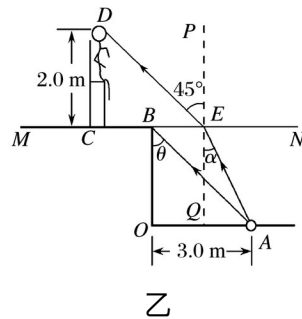


则  $\sin \theta = \frac{3}{4}$ ，得  $\sin \theta = \frac{3}{4}$

由  $|AO| = 3 \text{ m}$ ，由几何关系可得： $|AB| = 4 \text{ m}$ ， $|BO| = 3 \text{ m}$

所以水深  $3 \text{ m}$ 。

(ii) 光由  $A$  点射入救生员眼中光路图如图乙所示。



由折射定律  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin 45^\circ}$ ，可知  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$

$\tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

设  $|BE| = x \text{ m}$ ，得  $\tan \alpha = \frac{x}{3-x}$

代入数据得  $x = (3 - \sqrt{3}) \text{ m} \approx 1.3 \text{ m}$ ，

由几何关系得，救生员到池边水平距离为

$|BC| = (2 - x) \text{ m} \approx 0.7 \text{ m}$

答案 (1) ACE (2)(i)  $3 \text{ m}$  (ii)  $0.7 \text{ m}$

### 【命题分析与对策】

#### 1. 命题特点

组合模式基本稳定，选择题加计算题的模式。选择题多是振动和波，计算题是几何光学；也有选择题是几何光学，计算题是振动和波。光学都是考查折射、全反射，而其他内容如物理光学没有涉及。试题分值为  $5 + 10$  或  $6 + 9$  的形式。

#### 2. 应考策略

(1) 几何光学的折射、全反射很重要，会画光路图(几何光学与物理光学没有结合)。各种形状的玻璃砖中的光的折射情况分析，寻找几何关系是考查的重点也是难点。

(2) 振动和波依然是热点问题，注意周期性特点，掌握平移法，并会画波的图象。理解机械振动和机械波、振动图象和波动图象的区别和联系，理解简谐运动的对称性、周期性和机械波

的产生过程.

(3)其他内容也要兼顾(可能以选择题的形式出现),如物理光学、电磁振荡、电磁波、相对论(狭义相对论的基本假设、质速关系、质能关系)等.

## 选考题专练(选修3-3)

1.近期我国多个城市的PM2.5数值突破警戒线,受影响最严重的是京津冀地区,雾霾笼罩,大气污染严重.PM2.5是指空气中直径等于或小于2.5微米的悬浮颗粒物,其漂浮在空中做无规则运动,很难自然沉降到地面,吸入后对人体形成危害.矿物燃料燃烧的排放是形成PM2.5的主要原因.下列关于PM2.5的说法中正确的是( )

- A.PM2.5的尺寸与空气中氧分子的尺寸的数量级相当
- B.PM2.5在空气中的运动属于布朗运动
- C.温度越低PM2.5活动越剧烈
- D.倡导低碳生活减少煤和石油等燃料的使用能有效减小PM2.5在空气中的浓度
- E.PM2.5中颗粒小一些的,其颗粒的运动比其他颗粒更为剧烈

答案 DE

解析 氧分子的尺寸的数量级在 $10^{-10}$  m左右,则PM2.5的尺寸要远大于空气中氧分子的尺寸,选项A错误;PM2.5在空气中受到浮力作用而漂浮,故它的运动不属于布朗运动,选项B错误;温度越高PM2.5活动越剧烈,选项C错误;倡导低碳生活减少煤和石油等燃料的使用能有效减小PM2.5在空气中的浓度,选项D正确;PM2.5中颗粒小一些的,其颗粒的运动比其他颗粒更为剧烈,选项E正确;故选D、E.

2.如图1所示,蹦蹦球是一种儿童健身玩具,小明同学在 $17^{\circ}\text{C}$ 的室内对蹦蹦球充气,已知两球的体积约为2 L,充气前的气压为1 atm,充气筒每次充入0.2 L的气体,忽略蹦蹦球体积变化及充气过程中气体温度的变化,求:



图1

- (1)充气多少次可以让气体压强增大至3 atm;
- (2)室外温度达到了 $-13^{\circ}\text{C}$ ,蹦蹦球拿到室外后,压强将变为多少?

答案 (1)20(次) (2)2.7 atm

解析 (1)设充气 $n$ 次可以让气体压强增大至3 atm,据题充气过程中气体发生等温变化,以蹦蹦球内原来的气体和所充的气体整体为研究对象,由玻意耳定律得:

$$p_1(V + n\Delta V) = p_2V$$

代入： $1 \times (2 + n \times 0.2) = 3 \times 2$

解得  $n = 20$ (次)

(2)当温度变化，气体发生等容变化，由查理定律得：

=

可得  $p_3 = p_2 = \times 3 \text{ atm} \approx 2.7 \text{ atm}$ .

3.下列说法正确的是( )

- A.单晶体冰糖磨碎后熔点不会发生变化
- B.足球充足气后很难压缩，是足球内气体分子间斥力作用的结果
- C.一定质量的理想气体经过等容过程，吸收热量，其内能一定增加
- D.自然发生的热传递过程是向着分子热运动无序性增大的方向进行的
- E.一定质量的理想气体保持体积不变，单位体积内分子数不变，虽然温度升高，单位时间内撞击单位面积上的分子数不变

答案 ACD

解析 单晶体和多晶体有固定的熔点，非晶体没有固定的熔点，A 正确；足球充足气后很难压缩是由于足球内外的压强差的原因，与气体的分子之间的作用力无关，B 错误；一定质量的理想气体经过等容过程，吸收热量，没有对外做功，根据热力学第一定律可知，其内能一定增加，故 C 正确；根据热力学第二定律可知，自然发生的热传递过程是向着分子热运动无序性增大的方向进行的，故 D 正确；一定质量的理想气体保持体积不变，单位体积内分子数不变，温度升高，分子的平均动能增大，则平均速率增大，单位时间内撞击单位面积上的分子数增大，E 错误.

4.如图 2 所示，汽缸呈圆柱形，上部有挡板，内部高度为  $d$ .筒内一个很薄的质量不计的活塞封闭一定量的理想气体，开始时活塞处于离底部的高度，外界大气压强为  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，温度为  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ，现对气体加热.求：

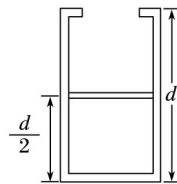


图 2

- (1)当活塞刚好到达汽缸口时气体的温度；
- (2)气体温度达到  $387 \text{ }^\circ\text{C}$ 时气体的压强.

答案 (1) $600 \text{ K}$  (2) $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$

解析 (1)以封闭气体为研究对象：

$$p_1 = p_0$$

$$V_1 = S$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

设温度升高到  $T_0$  时，活塞刚好到达汽缸口，此时：

$$p_2 = p_0$$

$$V_2 = Sd$$

此过程为等压变化，根据盖—吕萨克定律：

=

解得  $T_2 = 600 \text{ K}$

(2)  $T_3 = 387 \text{ }^\circ\text{C} = 660 \text{ K} > T_2$ ，封闭气体先做等压变化，活塞到达汽缸口之后做等容变化

此时有  $V_3 = Sd$ ， $T_3 = 660 \text{ K}$

由理想气体状态方程：

=

解得  $p_3 = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

5. 下列说法中正确的是( )

- A. 晶体具有确定的熔点
- B. 露珠呈球状是由于液体表面张力的作用
- C. 某物体温度高，组成该物体的某些分子速率可能很小
- D. 理想气体从外界吸热，则内能一定增大
- E. 压缩气体需要力表明气体分子间存在斥力

答案 ABC

解析 晶体具有确定的熔点，非晶体无确定的熔点，选项 A 正确；露珠呈球状是由于液体表面张力的作用，选项 B 正确；某物体温度高，分子的平均速率变大，但是组成该物体的某些分子速率可能很小，选项 C 正确；根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ ，理想气体从外界吸热，则内能不一定增大，选项 D 错误；压缩气体需要力是气体压强作用的结果，并不能表明气体分子间存在斥力，选项 E 错误；故选 A、B、C.

6. 一上端开口、下端封闭的细长玻璃管倾斜放置，与水平面夹角  $\theta = 30^\circ$ . 玻璃管的中间有一段长为  $l_2 = 50 \text{ cm}$  的水银柱，水银柱下部封有长  $l_1 = 25 \text{ cm}$  的空气柱，上部空气柱的长度  $l_3 = 60 \text{ cm}$ . 现将一活塞从玻璃管开口处缓缓往下推，使管下部空气长度变为  $l_1' = 20 \text{ cm}$ ，如图 3 所示. 假设活塞下推过程中没有漏气，已知大气压强为  $p_0 = 75 \text{ cmHg}$ ，环境温度不变，求活塞下推的距离  $\Delta l$ .

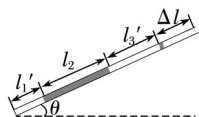


图 3

答案 20 cm

解析 以 cmHg 为压强单位. 在活塞下推前，玻璃管下部空气柱压强为  $p_1 = p_0 + l_2 \sin 30^\circ$

设活塞下推后，下部空气柱的压强为  $p_1'$ ，由玻意耳定律得： $p_1 l_1 = p_1' l_1'$

设此时玻璃管上部空气柱的压强为  $p_2'$ ，则：

$$p_2' = p_1' - l_2 \sin 30^\circ$$

由玻意耳定律得： $p_0 l_3 = p_2' l_3'$

设活塞下推距离为  $\Delta l$  时即： $\Delta l = l_1 + l_3 - (l_1' + l_3')$

得  $\Delta l = 20 \text{ cm}$ .