

## 2022-2023 学年第 1 学期《基础物理学 (2)》期末考试卷

### 注意事项:

1. 试题共 4 页, 满分 100 分。
2. 请在 A4 纸或提前打印的答题纸上作答, 不必抄题, 顺序作答, 不作答的题也需写上题号。
3. 答题完毕, 将答卷拍照后按顺序整理成一个 PDF 文件提交, 照片文字要清晰。文件命名为“班级-学号-姓名-任课老师”。

### 一. 选择题 (将正确答案的字母填写在答题纸的相应位置, 每小题 3 分, 共 30 分)

1. 有容积不同的  $A$ 、 $B$  两个容器,  $A$  中装有单原子分子理想气体,  $B$  中装有双原子分子理想气体, 若两种气体的压强相同, 那么, 这两种气体的单位体积的内能  $(E/V)_A$  和  $(E/V)_B$  的关系:

- (A) 为  $(E/V)_A < (E/V)_B$ . (B) 为  $(E/V)_A > (E/V)_B$ .  
(C) 为  $(E/V)_A = (E/V)_B$ . (D) 不能确定.
- [       ]

2. 若氧分子  $[O_2]$  气体离解为氧原子  $[O]$  气后, 其热力学温度提高一倍, 则氧原子的平均速率是氧分子的平均速率的:

- (A) 4 倍. (B) 2 倍.  
(C)  $\sqrt{2}$  倍. (D)  $1/\sqrt{2}$  倍.
- [       ]

3. 一定量的理想气体, 当温度不变而压强增大一倍时, 分子的平均碰撞频率  $\bar{Z}$  和平均自由程  $\bar{\lambda}$  的变化情况是:

- (A)  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都增大一倍.  
(B)  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都减为原来的一半.  
(C)  $\bar{Z}$  增大一倍而  $\bar{\lambda}$  减为原来的一半.  
(D)  $\bar{Z}$  减为原来的一半而  $\bar{\lambda}$  增大一倍.
- [       ]

4. “理想气体和单一热源接触作等温膨胀时, 吸收的热量全部用来对外做功.” 对此说法, 有如下几种评论, 哪种是正确的?

- (A) 违反热力学第一定律, 也违反热力学第二定律.  
(B) 不违反热力学第一定律, 也不违反热力学第二定律.  
(C) 不违反热力学第二定律, 但违反热力学第一定律.  
(D) 不违反热力学第一定律, 但违反热力学第二定律.
- [       ]

5. 一物体作简谐振动, 振动方程为  $x = A \cos\left(\omega t + \frac{1}{2}\pi\right)$ . 则该物体在  $t = 0$  时刻的动能与  $t = T/8$  ( $T$  为振动周期) 时刻的动能之比为:

- (A) 1:4. (B) 1:2. (C) 1:1.  
(D) 2:1. (E) 4:1.

[       ]

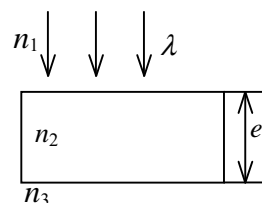
6. 正在报警的警钟, 每隔 0.5 秒钟响一声, 有一人在以 72 km/h 的速度向警钟所在地驶去的车里, 这个人在 1 分钟内听到的响声为: (设声音在空气中的传播速度是 340 m/s)

- (A) 113 次. (B) 120 次.  
(C) 127 次. (D) 128 次.

[       ]

7. 如图所示, 波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直入射在折射率为  $n_2$  的薄膜上, 经上下两个表面反射的两束光发生干涉. 若薄膜厚度为  $e$ , 而且  $n_1 > n_2 > n_3$ , 则两束反射光在相遇点的相位差为:

- (A)  $4\pi n_2 e / \lambda$ . (B)  $2\pi n_2 e / \lambda$ .  
(C)  $(4\pi n_2 e / \lambda) + \pi$ . (D)  $(2\pi n_2 e / \lambda) - \pi$ .



[       ]

8. 一束单色线偏振光, 其振动方向与 1/4 波片的光轴夹角  $\alpha = \pi/4$ . 此偏振光经过 1/4 波片后:

- (A) 仍为线偏振光. (B) 振动面旋转了  $\pi/2$ .  
(C) 振动面旋转了  $\pi/4$ . (D) 变为圆偏振光.

[       ]

9. 已知一单色光照射在钠表面上, 测得光电子的最大动能是 1.2 eV, 而钠的红限波长是 5400 Å, 那么入射光的波长是: (1 eV =  $1.60 \times 10^{-19}$  J, 1 Å =  $10^{-10}$  m, 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J·s, 真空中光速  $c = 3 \times 10^8$  m·s<sup>-1</sup>)

- (A) 5350 Å. (B) 5000 Å.  
(C) 4350 Å. (D) 3550 Å.

[       ]

10. 根据玻尔理论, 氢原子中的电子在  $n=4$  的轨道上运动的动能与在基态的轨道上运动的动能之比为:

- (A) 1/4. (B) 1/8.  
(C) 1/16. (D) 1/32.

[       ]

## 二. 填空题 (将正确答案填写在答题纸的相应位置, 每小题 3 分, 共 30 分)

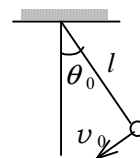
1. 用总分子数  $N$ 、气体分子速率  $v$  和速率分布函数  $f(v)$  表示下列各量:

- (1) 速率大于  $v_0$  的分子数 = \_\_\_\_\_;
- (2) 速率大于  $v_0$  的那些分子的平均速率 = \_\_\_\_\_;
- (3) 多次观察某一分子的速率, 发现其速率大于  $v_0$  的概率 = \_\_\_\_\_.

2. 有一卡诺热机, 用 290 g 空气作为工作物质, 工作在 27°C 的高温热源与 -73°C 的低温热源之间, 此热机的效率  $\eta =$  \_\_\_\_\_. 若在等温膨胀的过程中气缸体积增大到 2.718 倍, 则此热机每一循环所作的功为 \_\_\_\_\_. (空气的摩尔质量为  $29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ , 普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

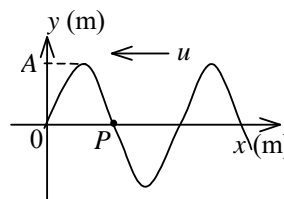
3. 一定量的双原子分子理想气体, 分别经历等压过程和等体过程, 温度由  $T_1$  升到  $T_2$ , 则前者的熵增加量为后者的熵增加量的 \_\_\_\_\_ 倍.

4. 一个单摆的摆长为  $l = 0.95 \text{ m}$ , 摆球质量为  $m = 0.40 \text{ kg}$  (摆球的半径较摆长小得多). 开始时把摆球拉到摆角为  $\theta_0 = 0.0524 \text{ rad}$  的位置, 并给摆球以  $v_0 = 0.20 \text{ m/s}$  的速度使之向平衡位置运动 (如图), 同时开始计时. 以平衡位置为坐标原点, 偏离平衡位置右侧为正方向, 则单摆的振动方程为 \_\_\_\_\_. (重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )



5. 如图所示为一平面简谐波在  $t = 2 \text{ s}$  时刻的波形图, 该简谐波的表达式是 \_\_\_\_\_;  $P$  处质点的振动方程是 \_\_\_\_\_.

(该波的振幅  $A$ 、波速  $u$  与波长  $\lambda$  为已知量)



6. 用波长  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的平行光垂直照射单缝, 缝宽  $b = 0.15 \text{ mm}$ , 缝后用凸透镜把衍射光会聚在焦平面上, 测得同侧第一级与第三级暗条纹之间的距离为  $1.69 \text{ mm}$ , 则此透镜的焦距为 \_\_\_\_\_.

7. 用波长为  $589.3 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的钠黄光垂直入射到每毫米有 500 条缝的光栅上, 观察到第一级主极大的衍射角为 \_\_\_\_\_, 若此光栅的缝宽  $b = 1.0 \text{ } \mu\text{m}$ , 则最多能观察到钠黄光的谱线数目为 \_\_\_\_\_ 条.

8. 两个偏振片叠放在一起, 强度为  $I_0$  的自然光垂直入射其上, 若通过两个偏振片后的光强为  $I_0/8$ , 则这两个偏振片的偏振化方向间的夹角 (取锐角) 是 \_\_\_\_\_, 若在两片之间再插入一片偏振片, 其偏振化方向与前后两片的偏振化方向的夹角 (取锐角) 相等. 则通过三个偏振片后的透射光强度为 \_\_\_\_\_.

9. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sin \frac{3\pi x}{a}, \quad (0 \leq x \leq a)$$

那么粒子在  $x = 5a/6$  处出现的概率密度为 \_\_\_\_\_.

10. 按照量子力学计算:

(1) 氢原子中处于主量子数  $n = 3$  能级的电子, 轨道角动量可能取的值分别为  $\underline{\hspace{2cm}} \hbar$ .

(2) 若氢原子中电子的轨道角动量为  $\sqrt{12}\hbar$ , 则其在外磁场方向的投影可能取的值分别为  $\underline{\hspace{2cm}} \hbar$ .

### 三. 计算题 (每小题 10 分, 共 40 分)

1.  $2 \text{ mol}$  单原子分子的理想气体, 开始时处于压强  $p_1 = 10 \text{ atm}$ 、温度  $T_1 = 400 \text{ K}$  的平衡态. 后经过一个绝热过程, 压强变为  $p_2 = 2 \text{ atm}$  试求:

(1) 气体内能的增量;

(2) 在该过程中气体所作的功;

(3) 终态时, 气体的分子数密度.

( $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 玻尔兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ , 普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

2. 某质点作简谐振动, 周期为  $2 \text{ s}$ , 振幅为  $0.06 \text{ m}$ ,  $t = 0$  时刻, 质点恰好处在负向最大位移处, 求:

(1) 该质点的振动方程;

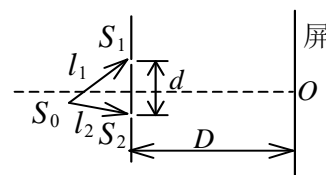
(2) 此振动以波速  $u = 2 \text{ m/s}$  沿  $x$  轴正方向传播时, 形成的一维简谐波的波函数, (以该质点的平衡位置为坐标原点);

(3) 该波的波长.

3. 在双缝干涉实验中, 单色光源  $S_0$  到两缝  $S_1$  和  $S_2$  的距离分别为  $l_1$  和  $l_2$ , 并且  $l_1 - l_2 = 3\lambda$ ,  $\lambda$  为入射光的波长, 双缝之间的距离为  $d$ , 双缝到屏幕的距离为  $D$  ( $D \gg d$ ), 如图. 求:

(1) 零级明纹到屏幕中央  $O$  点的距离;

(2) 相邻明条纹间的距离.



4. 对于动能是  $1 \text{ KeV}$  的电子, 其位置限制在  $10^{-10} \text{ m}$  范围内, 求:

(1) 不考虑相对论效应, 电子的德布罗意波长;

(2) 估算其动量不确定量的百分比  $\Delta p/p$ .

(不确定关系式  $\Delta p \Delta x \geq \hbar$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 电子静止质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,

$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )