


提示：请同学们在试卷和答题纸上都写上姓名学号，并将答案直接写在答案纸上；  
请监考老师将试卷与答案纸分开收，一并装入试卷袋。谢谢合作！

已知：摩尔气体常数  $R=8.31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ； 玻尔兹曼常数为  $k=1.38\times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ ，  
普朗克常量  $h=6.63\times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ； 基本电荷  $e=1.60\times 10^{-19} \text{ C}$ ； 真空中的光速  $c=3\times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

### 一、单选题（每题 3 分，共 分）

- 在迈克耳孙干涉实验中，移动可动反射镜  $M$ ，发现目镜中的标定位置移过  $N$  条干涉条纹。设入射光的波长为  $\lambda$ ，则反射镜  $M$  移动的距离为 [ ]  
(A)  $N\lambda/4$  (B)  $N\lambda/2$  (C)  $N\lambda$  (D)  $2N\lambda$
- 当光强均为  $I_0$  的两束相干光相遇而发生干涉时，在相遇区域内的最大光强为 [ ]  
(A)  $I_0$  (B)  $2I_0$  (C)  $4I_0$  (D) 无法确定
- 处于平衡状态的一瓶氢气和一瓶氮气的分子数密度相同，分子的平均平动动能也相同，则它们 [ ]  
(A) 温度、压强均相同 (B) 温度相同，但氢气压强小于氮气压强  
(C) 温度、压强均不相同 (D) 温度相同，但氢气压强大于氮气压强
- 一定量的理想气体，当保持体积不变降低温度时，气体分子的平均碰撞频率  $\bar{Z}$  和平均自由程  $\bar{\lambda}$  的变化情况 [ ]  
(A)  $\bar{Z}$  减小， $\bar{\lambda}$  增大 (B)  $\bar{Z}$  增大， $\bar{\lambda}$  不变  
(C)  $\bar{Z}$  减小， $\bar{\lambda}$  不变 (D)  $\bar{Z}$  增大， $\bar{\lambda}$  减小
- 已知  $n$  为分子数密度， $f(v)$  为麦克斯韦速率分布函数，则  $n f(v) dv$  表示 [ ]  
(A) 速率  $v$  附近， $dv$  区间内的分子数  
(B) 单位体积内速率在  $v\sim v+dv$  区间内的分子数  
(C) 速率  $v$  附近， $dv$  区间内的分子数占总分子数的比率  
(D) 单位时间内碰到单位容器壁上，速率在  $v\sim v+dv$  区间内的分子数
- 钾金属表面被蓝光照射时有光电子逸出，若增强蓝光的强度，则 [ ]  
(A) 单位时间内逸出的光电子数增加  
(B) 逸出的光电子初动能增大  
(C) 光电效应的红限频率增大  
(D) 发射光电子所需的时间增长

7. 在加热黑体的过程中, 黑体单色辐出度的峰值波长由  $0.9\ \mu\text{m}$  变到  $0.3\ \mu\text{m}$ , 则其辐射出射度增大为原来的 [ ]

- (A) 3 倍 (B) 9 倍 (C) 27 倍 (D) 81 倍

8. 氢原子光谱的莱曼系 ( $n_f=1$ ) 中最长波长为  $\lambda_1$ , 最短波长为  $\lambda_2$ , 则它们的比值  $\lambda_2:\lambda_1$  为 [ ]

- (A) 1:4 (B) 1:2 (C) 3:4 (D) 2:3

9. 根据氢原子的玻尔理论, 若用能量为  $12.10\ \text{eV}$  的电子轰击基态氢原子, 最多可产生几条谱线? [ ]

- (A) 3 条 (B) 5 条 (C) 6 条 (D) 7 条

10. 根据氢原子的量子理论, 当主量子数  $n=3$  时, 其轨道角动量的最大值以及该轨道角动量沿磁场方向分量的最大值分别为 [ ]

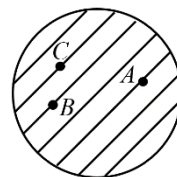
- (A)  $\sqrt{6}\frac{h}{2\pi}$ ,  $\sqrt{6}\frac{h}{2\pi}$  (B)  $\sqrt{6}\frac{h}{2\pi}$ ,  $\frac{h}{\pi}$

- (C)  $\frac{3h}{2\pi}$ ,  $\frac{3h}{2\pi}$  (D)  $\frac{3h}{2\pi}$ ,  $\frac{h}{\pi}$

11. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中加入一片折射率为  $n$  的透明介质薄膜后, 发现目镜中的标定位置移过  $N$  条干涉条纹. 设入射光的波长为  $\lambda$ , 则薄膜的厚度为 [ ]

- (A)  $N\lambda/2$  (B)  $N\lambda/n$  (C)  $N\lambda/(2n)$  (D)  $N\lambda/(2n-2)$

12. 利用薄膜干涉可检验工件的质量. 将 A、B、C 三个直径相近的滚珠放在两块平板玻璃之间, 用单色平行光垂直照射, 观察到等厚条纹 如图所示 (黑线表示明条纹中心). 则三个滚珠的直径之差有可能是 [ ]



- (A)  $d_B - d_C = \lambda/2$ ,  $d_A - d_B = \lambda$  (B)  $d_B - d_C = \lambda$ ,  $d_A - d_B = 2\lambda$

- (C)  $d_C - d_B = \lambda/2$ ,  $d_C - d_A = \lambda$  (D)  $d_C - d_B = \lambda/2$ ,  $d_C - d_A = 2\lambda$

13. 一个封闭的圆筒形容器, 其内部被导热且不漏气的可移动活塞隔成 A、B 两部分. 最初活塞位于圆筒的正中央, 在活塞的两侧各自充以理想气体, 使气体的状态量分别为  $(p_A, T_A)$  和  $(p_B, T_B)$ , 则平衡时活塞两侧长度的比值  $l_A/l_B$  为 [ ]

- (A)  $p_A T_A / (p_B T_B)$  (B)  $p_A T_B / (p_B T_A)$

- (C)  $p_B T_B / (p_A T_A)$  (D)  $p_B T_A / (p_A T_B)$

14. 已知处于平衡态的理想气体的分子速率分布函数  $f(v)$ , 气体分子数为  $N$ , 分子数密度为  $n$ , 则正确表示  $0 \sim v_p$  间分子平均速率的表达式是 [ ]

- (A)  $\int_0^{v_p} v f(v) dv$  (B)  $n \int_0^{v_p} v f(v) dv$

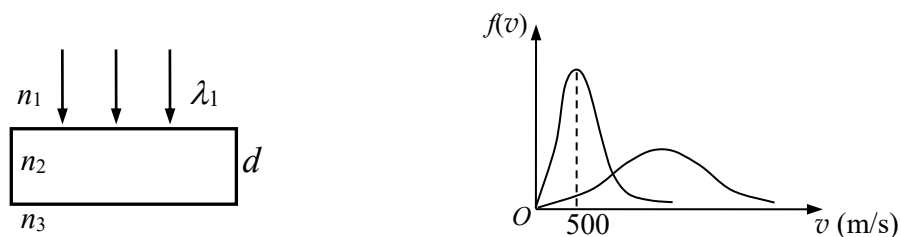
- (C)  $\frac{\int_0^{v_p} v f(v) dv}{\int_0^{v_p} f(v) dv}$  (D)  $\frac{\int_0^{v_p} v f(v) dv}{N}$

15. 氢原子光谱的巴耳末系 ( $n_f=2$ ) 中最长波长为  $\lambda_1$ , 最短波长为  $\lambda_2$ , 则它们的比值  $\lambda_2:\lambda_1$  为 [ ]

- (A) 5:9 (B) 5:36 (C) 3:4 (D) 20:27

## 二、填空题 (共 分)

16. (3 分) 如图所示, 在薄膜干涉中, 若已知薄膜的厚度为  $d$ , 折射率  $n_2 < n_1$ ,  $n_2 < n_3$ , 且入射光在折射率为  $n_1$  的媒介中的波长为  $\lambda_1$ , 则薄膜上下表面的反射光在相遇处的光程差为\_\_\_\_\_.



17. (4 分) 图中两条曲线分别表示氦气和氧气在相同温度下的麦克斯韦速率分布曲线, 则氦气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_ m/s, 氧气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_

m/s. (已知  $M_{\text{He}} = 4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

18. (5 分) 3 mol 某刚性双原子分子理想气体, 温度为 500 K, 根据能量均分定理, 气体分子的平均转动动能为\_\_\_\_\_J, 气体的内能为\_\_\_\_\_

J.

19. (3 分) 因为熵的统计内涵, 熵的概念已经超越了热力学的范畴, 进入信息、生物、经济、社会等领域, 熵的统计含义为\_\_\_\_\_.

20. (3 分) 1 mol 某单原子分子理想气体, 初始时的温度为  $T$ , 体积为  $V$ , 在经历了绝热自由膨胀后体积变为  $2V$ , 则气体在这一过程中的熵变  $\Delta S =$ \_\_\_\_\_  $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ .

21. (5 分) 一可逆卡诺热机, 低温热源的温度为  $27^\circ\text{C}$ , 热机效率为 40%, 其高温热源温度为\_\_\_\_\_K. 今欲将该热机效率提高到 50%, 若低温热源保持不变, 则高温热源的温度应增加\_\_\_\_\_K.

22. (3 分) 在康普顿散射实验中, 当散射光子与入射光子的方向成夹角  $\theta =$  \_\_\_\_\_  $^\circ$  时, 散射光子的频率与入射光子的频率相差最大.

23. (3 分) 若  $\alpha$  粒子 (电量为  $2e$ ) 在磁感强度为  $B$  的均匀磁场中沿半径为  $R$  的圆形轨道运动, 则该  $\alpha$  粒子的德布罗意波长为  $\lambda =$  \_\_\_\_\_.

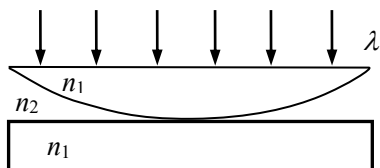
24. (5 分) 已知电子被限制在宽度为  $a$  的一维无限深方势阱中运动, 其基态波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi}{a} x \quad (0 \leq x \leq a), \text{ 那么电子在 } x = a/2 \text{ 处出现的概率密度为 } \underline{\hspace{2cm}};$$

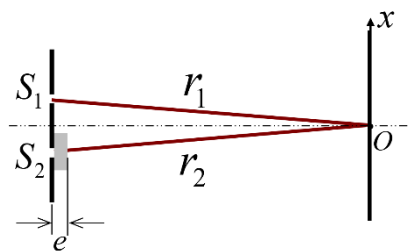
电子处在  $x = a/2$  到  $x = 3a/4$  处之间的概率为 \_\_\_\_\_.

### 三、计算题 (共 分)

25. (10 分) 如图所示, 使用单色平行光垂直照射牛顿环实验装置中的平凸透镜. 若已知入射光的波长为  $\lambda$ , 玻璃和气体薄膜的折射率分别为  $n_1$  和  $n_2$ , 且  $n_1 > n_2$ . 现测得某级明环的直径为  $D_k$ , 在其外侧第 5 个明环的直径为  $D_{k+5}$ . (1) 用已知的物理量推导平凸透镜的曲率半径公式; (2) 若  $\lambda = 590 \text{ nm}$ ,  $n_1 = 1.5$ ,  $n_2 = 1$ ,  $D_k = 3.0 \text{ mm}$ ,  $D_{k+5} = 4.60 \text{ mm}$ , 求平凸透镜曲率半径  $R$  的大小.



26. (10 分) 在双缝干涉实验中双缝间距为  $d$ , 双缝到屏的距离为  $D$ , 入射光在真空中的波长为  $\lambda$ , 空气的折射率取 1. 若在  $S_2$  缝前覆盖一层厚度为  $e$ 、折射率为  $n$  ( $n$  大于 1) 的介质薄膜, (1) 求零级明条纹中心的位置坐标; (2) 若零级明条纹中心刚好移至没有薄膜时的第三级明纹中心处,  $\lambda = 590 \text{ nm}$ ,  $n = 1.5$ , 求介质薄膜的厚度  $e$ .



27. (14 分) 一定质量的单原子分子理想气体，从初态  $A$  出发，沿图示直线过程变到另一个状态  $B$ ，又经过等容、等压两个过程回到状态  $A$ 。求：(1)  $A \rightarrow B$  过程中系统对外所作的体积功  $W$ ，系统内能的增量  $\Delta E$  以及吸收的热量  $Q$ ；(2) 整个循环过程中系统对外界所作的净功；(3) 工作于该循环的机器的效率。

