



2022 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题 B

学科专业名称：理论物理、凝聚态物理、光学、计算物理

考试科目名称：普通物理 811

考生注意：所有答案必须写在答题纸（卷）上，写在本试题上一律不给分。

一、单项选择题（每小题 3 分，共 60 分）

1. 自然光在界面发生反射和折射，当反射光为线偏振光时，折射光与反射光的夹角为[ ]。  
(A)  $\pi/4$  (B)  $\pi/3$  (C)  $\pi/2$  (D)  $\pi$
2. 在杨氏双缝干涉实验中，下列说法正确的是 [ ]。  
(A) 用绿光作为光源，屏上将呈现绿黑相间的条纹  
(B) 用白光作为光源，屏上将呈现白黑相间的条纹  
(C) 用蓝光作为光源，遮住其中一条狭缝，屏上将呈现等间距的条纹  
(D) 用蓝光照射一条狭缝，用红光照射另一条狭缝，屏上将呈现等间距的彩色条纹
3. 一束白光垂直照射在一光栅上，在形成的同一级光栅光谱中，偏离中央明纹最近的是[ ]。  
(A) 蓝光 (B) 黄光 (C) 红光 (D) 绿光
4. 在牛顿环实验中，将实验装置浸入折射率为  $n$  ( $n > 1$ ) 的液体中，可以观察到环状的干涉条纹。若将装置中的液体全部抽走，则同一级干涉条纹的半径将[ ]。  
(A) 变小 (B) 变大 (C) 不变 (D) 消失
5. 如图所示，在劈尖干涉实验中，上下两块玻璃板之间形成楔形空气劈尖，单色平行光由上方垂直入射，若上面的平玻璃沿逆时针方向作微小转动，则干涉条纹将[ ]。  
(A) 间距变大，并向左平移  
(B) 间距变大，并向右平移  
(C) 间距变小，并向右平移  
(D) 间距变小，并向左平移



第 5 题图

6. 在迈克尔逊干涉仪的一条光路中放入一折射率为  $n$  的透明介质片后，两光路的光程差改变  $\Delta l$ ，则该介质片的厚度为[ ]  
(A)  $\Delta l/n$  (B)  $\Delta l/(n-1)$  (C)  $\Delta l/(2n)$  (D)  $\Delta l/(2n-2)$
7. 在单缝衍射实验中，对于给定的入射单色光，当缝宽变小时，有[ ]。  
(A) 中央明纹宽度变大，两边各级衍射条纹宽度变大  
(B) 中央明纹宽度变大，两边各级衍射条纹宽度变小  
(C) 中央明纹宽度变小，两边各级衍射条纹宽度变大  
(D) 中央明纹宽度变小，两边各级衍射条纹宽度变小
8. 把两块偏振片一起紧密地放置在光源前，使得后面没有光通过，旋转其中一块偏振片，直到转过角度为  $180^\circ$ ，在这过程中，下列说法正确的是[ ]。  
(A) 光强始终增加 (B) 光强增加然后减小到零

- (C) 光强增加然后减小到不为零的值 (D) 光强增加, 尔后减小, 然后再增加
9. 在相同的时间内, 波长相同的两束单色光分别在真空和玻璃中直线传播, 下列正确的是 [     ].
- (A) 传播的路程不相等, 走过的光程不相等  
(B) 传播的路程不相等, 走过的光程相等  
(C) 传播的路程相等, 走过的光程不相等  
(D) 传播的路程相等, 走过的光程相等
10. 一束单色右旋圆偏振光垂直穿过二分之一波片后, 其出射光为 [     ].
- (A) 线偏振光 (B) 右旋圆偏振光  
(C) 左旋圆偏振光 (D) 右旋椭圆偏振光
11. 关于黑体和黑体辐射, 下列说法正确的是 [     ].
- (A) 黑色的物体就是黑体  
(B) 黑体能吸收入射的各种波长的电磁波, 并且能够发生反射  
(C) 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体的温度有关  
(D) 黑体辐射随着温度的升高, 辐射强度的极大值向波长较长的方向移动
12. 对于光电效应, 下列说法正确的是 [     ].
- (A) 逸出功与入射光的频率成正比  
(B) 只要入射光强度足够大就可以有光电流  
(C) 光电子的最大初始动能与入射光的强度成正比  
(D) 光电子的最大初始动能与入射光的频率成线性关系
13. 氢原子的核外电子从距核较远的轨道跃迁到距核较近的轨道的过程中 [     ].
- (A) 原子放出光子, 电势能减小, 总能量变小  
(B) 原子放出光子, 电势能增大, 总能量变小  
(C) 原子吸收光子, 电势能增大, 总能量变大  
(D) 原子吸收光子, 电势能减小, 总能量变大
14. 关于物质波, 下列说法正确的是 [     ].
- ①能量相等的电子和质子, 质子的频率较大  
②能量相等的电子和质子, 两者的频率相同  
③动量相等的电子和质子, 质子的波长较长  
④动量相等的电子和质子, 两者的波长相同
- (A) ①③ (B) ①④ (C) ②③ (D) ②④
15. 在电子双缝干涉实验中, 从辐射源辐射出的电子束经两靠近的狭缝后出现干涉条纹, 该实验说明 [     ].
- (A) 光具有波粒二象性 (B) 光具有波动性  
(C) 电子具有波动性 (D) 电子也是一种电磁波
16. 激光被用于核聚变和激光武器中, 这主要是利用激光的什么特性 [     ].
- (A) 能量集中 (B) 方向性好  
(C) 相干性好 (D) 单色性好

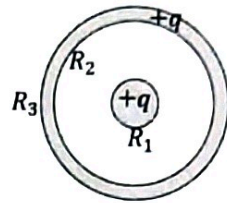


17. 下列物质中, 有可能阻断磁场, 使之不能进入其内部的是[ ].

- (A) 纸张 (B) 玻璃板 (C) 木板 (D) 钢板

18. 麦克斯韦提出了有旋电场和位移电流的概念, 建立了经典电磁理论, 统一了电磁现象. 关于位移电流的下列说法中正确的是[ ].

- (A) 位移电流的实质是变化的电场  
 (B) 位移电流和传导电流一样都是电荷的定向运动产生的  
 (C) 位移电流服从传导电流遵循的所有规律  
 (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理



第 19 题图

19. 如图所示, 一外半径为  $R_3$ 、内半径为  $R_2$  的导体球壳包裹着一个半径为  $R_1$  的实心导体球, 各球面同心. 若导体球壳和实心导体球均带有电量为  $q$  的正电荷, 则球壳的电势为[ ].

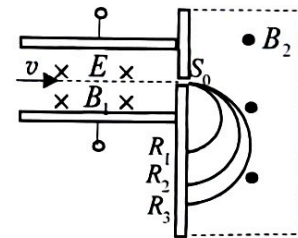
- (A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$  (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_3}$  (C)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_2}$  (D)  $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_3}$

20. 有一半径为  $R$ , 通有电流  $I$  的圆形细导线, 其圆心处的磁感应强度大小为[ ].

- (A) 0 (B)  $\frac{\mu_0 I}{2R}$  (C)  $\frac{\mu_0 I}{8\pi}$  (D)  $\frac{\mu_0 I}{4R^2}$

## 二、综合计算题(共 90 分)

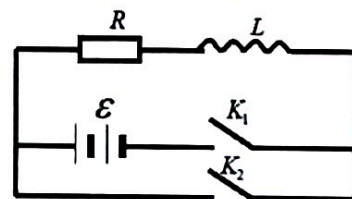
21. (10 分) 如图所示, 一束带电粒子(忽略带电粒子间的作用)通过电场强度为  $E$ , 磁感应强度为  $B_1$  的速度选择器后进入匀强磁场  $B_2$  后分为三束, 其偏转半径分别为  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ , 若三种粒子带电量均为  $q$ , 质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ , 求:



第 21 题图

- (1) 进入磁场的带电粒子的速率;  
 (2) 带电粒子质量之比  $m_1:m_2:m_3$ .

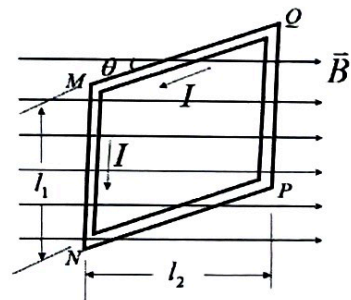
22. (10 分) 如图所示, 一电动势为  $\epsilon$  的直流电源(忽略内阻)与电阻  $R$ 、电感  $L$  按图示电路图连接. 试求:



第 22 题图

- (1) 若在  $t=0$  时刻接通开关  $K_1$ , 求通过电阻的电流随时间的变化规律;  
 (2) 经过足够长的时间后(可以认为电流达到稳定), 在  $t=t_1$  时刻断开  $K_1$  并同时接通  $K_2$ , 求通过电阻的电流随时间的变化规律;

23. (10 分) 如图所示, 真空中存在匀强磁场  $B$ , 方向沿纸面水平向左, 一矩形导体线框  $MNPQ$  通以图示方向的电流  $I$ , 线框  $NP$  边长度为  $l_2$ ,  $MN$  边长度为  $l_1$ , 电流方向按  $M \rightarrow N$ , 矩形线框与磁场夹角为  $\theta$ , 求:

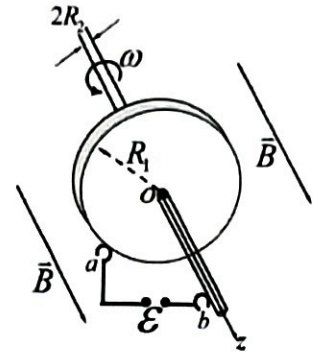


第 23 题图

- (1) 矩形线框所受安培力的合力;  
 (2) 矩形线框所受安培力的合力矩.

24. (12分) 一很长的导体直圆管, 管厚为  $a$ , 外直径为  $2b$ , 载有电流  $I$ , 电流沿管的轴线方向流动, 并且均匀分布在管的横截面上, 试求下列几处磁场强度的大小:

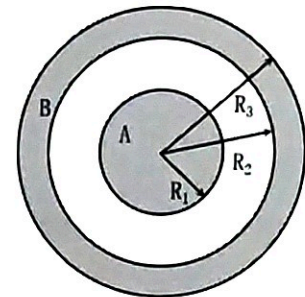
- (1) 管外靠近外壁;
- (2) 管内靠近内壁;
- (3) 内外壁之间的中点.



第 25 题图

25. (10分) 如图所示为一圆盘发电机的模型。一半径为  $R_1$  的铜薄圆盘, 以角速率  $\omega$  绕通过盘心且垂直盘面的金属轴  $Oz$  转动, 轴的半径为  $R_2$ . 圆盘放在磁感强度为  $B$  的均匀磁场中,  $B$  的方向与圆盘的旋转方向成右手螺旋关系. 有两个集电刷  $a$ 、 $b$  分别与圆盘的边缘和转轴相连. 试求:

- (1)  $a$ 、 $b$  的电势差;
- (2)  $a$ 、 $b$  两点何处电势较高?



第 26 题图

26. (12分) 如图所示, 内外半径分别为  $R_2$  和  $R_3$  的金属球壳 B 带有电荷量  $Q$ , 在它里面放一个带有电荷量  $q$ 、半径为  $R_1$  的同心金属球 A. 试求:

- (1) 距离球心为  $r$  处的电场强度  $E$ ;
- (2) 球心处的电势;
- (3) 金属球 A 与金属球壳 B 之间的电势差.

27. (10分) 含有红光  $\lambda_1$ 、紫光  $\lambda_2$  的光垂直入射在每毫米有 300 条缝的光栅上, 在  $24^\circ$  角处二种波长光的谱线第一次重合, 已知  $\sin 24^\circ = 0.4067$ , 红光波长范围在 600~700nm 之间, 求:

- (1) 紫光波长为多少;
- (2) 屏幕上可能单独呈现紫光的各级谱线的级次 (只写出正级次).

28. (6分) 用能量为 13.0 eV 的电子轰击基态氢原子, 已知氢原子的基态能量为 -13.6 eV, 求:

- (1) 氢原子最高能被激发到哪个能级?
- (2) 受激发的氢原子可能向低能级发生哪些跃迁过程? 求出这些过程中发射的最长光波长. ( $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ , 光速  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , 普朗克常数  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ )

29. (4分) 现有三个线偏振片  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  从左到右按照顺序放置, 已知  $P_1$  和  $P_3$  偏振方向垂直,  $P_2$  以角速度  $\omega$  旋转, 光强为  $I_0$  的自然光依次通过  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ , 求透射光强  $I$  随时间的变化关系.

30. (6分) 一束平行可见光 (380nm-780nm) 垂直投射到置于空气中的厚度均匀的折射率  $n=1.9$  的薄膜上, 在透射光干涉谱中只出现波长 380nm 和 760nm 的两条明线, 求此薄膜的厚度.