

武汉大学 2021 --2022 学年 第 一 学期
大学物理 C1 (下) 期末试卷 (B 卷)

学院_____学号_____姓名_____成绩_____

考试形式: 闭卷

考试时间长度: 120 分钟

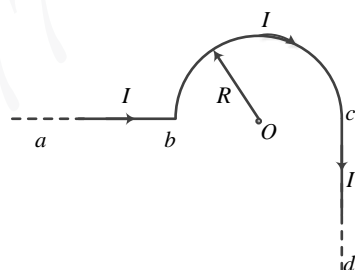
(常用常量: 普朗克常量 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$,

基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$,

维恩位移常量 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, 斯特藩-玻尔兹曼常量 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m} \cdot \text{K}^{-4}$)

一、选择题 (本大题共 10 个小题, 每小题 3 分, 合计 30 分)

1. 一根无限长的载流导线被弯曲成如图所示形状, 其中 bc 段是半径为 R 的半圆弧, ab 段沿半径方向, cd 段与 ab 段垂直。若导线中的电流强度为 I , 则半圆弧圆心处的磁感应强度的大小为 []。



(A) $\frac{\mu_0 I}{4R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

(B) $\frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

(C) $\frac{\mu_0 I}{4R} - \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

(D) $\frac{\mu_0 I}{2R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$

2. 半径 R , 电荷线密度为 λ 的带电半圆环, 以角速度 ω 绕通过其圆心且垂直环面的轴旋转时, 其圆心处的磁场能量密度为 []。

(A) $\frac{\mu_0 \lambda^2}{32\omega^2}$

(B) $\frac{\lambda^2 \omega^2}{64\mu_0}$

(C) $\frac{\mu_0 \lambda^2 \omega^2}{32}$

(D) $\frac{\mu_0 \lambda^2 \omega^2}{64}$

3. 一束波长为 λ 的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上, 透明薄膜放在空气中, 要使透射光发生相消干涉, 则薄膜最小的厚度为 []。

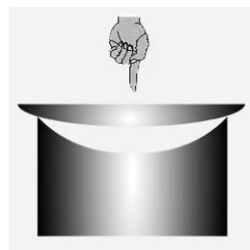
(A) $\lambda/4$

(B) $\lambda/(4n)$

(C) $\lambda/2$

(D) $\lambda/(2n)$

4. 单色光垂直向下照射在如图所示的类似于牛顿环的装置上。现用手指按住凸透镜中心使其缓慢下移, 此时可观察到这些环状干涉条纹 []。



(A) 所有条纹都向外扩张

(B) 所有条纹都向中心收缩

(C) 最外侧的暗纹不动, 其他条纹向外扩张

(D) 最外侧的暗纹不动, 其他条纹向中心收缩

5. 在迈克耳孙干涉仪一条臂的光路中, 放入一折射率为 n 、厚度为 d 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了 []。

(A) $2(n-1)d$

(B) $2nd$

(C) $(n-1)d$

(D) nd

6. 单缝夫琅禾费衍射实验所用单色光波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$, 第一级暗纹发生在衍射角为 $\theta = 30^\circ$ 的方位

上, 则单缝宽度为 []

- (A) $2.40\mu\text{m}$ (B) $1.80\mu\text{m}$ (C) $1.20\mu\text{m}$ (D) $0.600\mu\text{m}$

7. 正常光照下, 人眼的瞳孔直径约为 3.0mm , 人眼的明视距离约为 25cm , 人眼的敏感波长约为 550nm , 则根据瑞利判据, 人眼能分辨的最小线距离为 []。

- (A) $2.23 \times 10^{-5}\text{m}$ (B) $5.60 \times 10^{-5}\text{m}$ (C) $1.12 \times 10^{-4}\text{m}$ (D) $4.47 \times 10^{-4}\text{m}$

8. 光强均为 I_0 的自然光和线偏振光混合后, 垂直通过一理想的偏振片, 测得透射光强度为 I_0 , 可以判定入射线偏振光的振动方向与偏振片的偏振化方向的夹角为 []。

- (A) 30° (B) 45° (C) 60° (D) 90°

9. 要使处于基态的氢原子受激后可辐射出可见光谱线, 最少应供给氢原子的能量为 []。

- (A) 12.09eV (B) 10.20eV (C) 1.89eV (D) 1.51eV

10. 已知在一维无限深势阱中运动的粒子波函数为

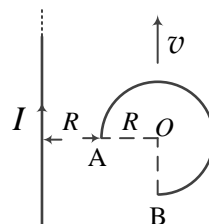
$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (0 \leq x \leq a)$$

当 $n=1$ 时, 粒子在 $a/4 < x < 3a/4$ 区间内出现的概率为 []。

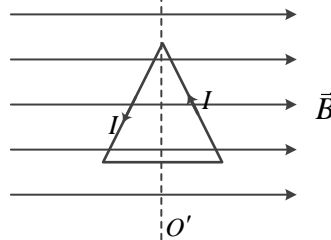
- (A) 26% (B) 42% (C) 66% (D) 82%

二、填空题 (本大题共 7 个小题, 单空题 3 分, 双空题 4 分, 合计 24 分)

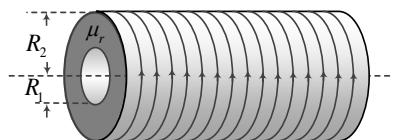
11. 如图所示, 一根半径为 R 的圆弧形导线 AB 与一通有电流 I 的长直导线共面, 并以匀速 v 沿平行于长直导线的方向移动, 图中 O 为圆弧形导线的圆心, OB 平行于长直导线, OA 垂直于长直导线, A 端与长直导线之间距离等于 R 。则导线 AB 中的感应电动势大小为_____。



12. 如图所示, 在均匀磁场 \vec{B} 中有一边长为 a 的正三角形载流线圈。线圈中通有电流 I 。若以 OO' 为轴, 此线圈所受磁力矩的大小为_____, 方向_____。



13. 如图所示, 将漆包线 (表面绝缘的导线) 均匀密绕在一根内外半径分别为 R_1 和 R_2 的长直圆筒上形成一个长直螺线管线圈。已知圆筒的相对磁导率为 μ_r ($\mu_r < 1$), 沿轴线单位长度上线圈的匝数为 n 。当线圈中通有电流为 I 时, 圆筒内表面上磁化电流密度的大小为_____, 方向为_____。



14. 在杨氏双缝干涉实验中, 已知双缝到观察屏的距离 $D = 1.20\text{m}$, 当用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色平行光垂直入射到双缝上时, 测得中央明条纹两侧的两个第五级明条纹的间距为 6.00cm , 则双缝间的距离为_____ mm。

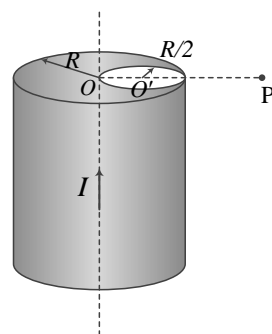
15. 实验发现，当一束自然光以 60° 的入射角斜入射到某介质表面时，反射光恰好为完全偏振光，则该介质的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

16. 实验测得在炼钢高炉炉壁的小孔（可看成黑体）上的热辐射功率为 $50 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ ，则炉膛热辐射本领的极大值对应的波长为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ 。

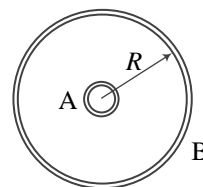
17. 一光电管的阴极用逸出功 $A = 2.2 \text{ eV}$ 的金属制成，今用一单色光照射此光电管，测得遏止电势差大小为 $U_a = 5.0 \text{ V}$ ，则入射单色光的波长为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；此光电管中阴极材料的红限波长为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

三、计算题（本大题共 5 小题，合计 46 分）

19.（本题 10 分）如图所示，在半径为 R 的长直圆柱形导体内部，挖出一个与轴线平行的、半径为 $R/2$ 的长直圆柱形空腔，两轴线之间的距离为 $R/2$ 。现有电流 I 沿导体的轴向流动，并均匀分布在空腔型导体的横截面上。求：（1）圆柱轴线 O 上的磁感应强度的大小；（2）在两轴线所在的平面上离轴线 O 距离为 $2R$ 的 P 点处的磁感应强度的大小。



20.（本题 10 分）如图所示，一面积为 2.00 cm^2 、共 50 匝的小圆线圈 A 放在半径为 20.0 cm 、共 100 匝的大圆线圈 B 的中央，两圆线圈同心共面。试求：



- （1）两线圈之间的互感系数；
- （2）当小线圈 A 中通有电流 $I = 10.0 \sin(100\pi t) \text{ A}$ 时，大线圈 B 中的互感电动势。

21.（本题 8 分）用一束具有 $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$ 两种波长的平行光垂直入射在光栅上，发现 λ_1 光的第 k 级主极大和 λ_2 光的第 $(k+1)$ 级主极大在距中央明纹 5.00 cm 处相重合，已知放置在光栅与观察屏之间的透镜的焦距 $f = 50.0 \text{ cm}$ ，试问：（1）上述 $k = ?$ （2）光栅常数 $d = ?$

22.（本题 10 分）：已知波长为 $3.00 \times 10^{-12} \text{ m}$ 的光子入射到散射物上后，测得反冲电子的速度为 $0.6c$ ，试求：

- （1）散射光子的波长及散射角；
- （2）反冲电子的运动方向与光子入射方向的夹角。

23.（本题 8 分）假定原子的某激发态的平均寿命为 $\Delta t = 1.00 \times 10^{-11} \text{ s}$ ，原子从该激发态向基态跃迁时发出的光谱线的波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 。试求：

- （1）该光谱线波长的不确定量（即该单色光的光谱线宽度）；
- （2）其光子动量的不确定量。