

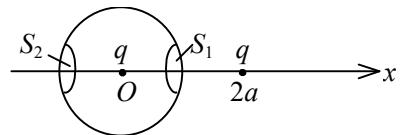
## 一、选择题

1. 下列几个说法中哪一个正确?

- (A) 电场中某点场强的方向, 就是将点电荷放在该点所受电场力的方向.
- (B) 在以点电荷为中心的球面上, 由该点电荷所产生的场强处处相同.
- (C) 场强可由  $\vec{E} = \vec{F}/q$  定出, 其中  $q$  为试验电荷,  $q$  可正可负,  $\vec{F}$  为试验电荷所受的电场力.
- (D) 以上说法都不正确.

[        ]

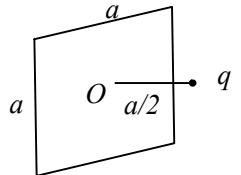
2. 有两个电荷都是  $+q$  的点电荷, 相距为  $2a$ . 今以左边的点电荷所在处为球心, 以  $a$  为半径作一球形高斯面. 在球面上取两块相等的小面积  $S_1$  和  $S_2$ , 其位置如图所示. 设通过  $S_1$  和  $S_2$  的电场强度通量分别为  $\Phi_1$  和  $\Phi_2$ , 通过整个球面的电场强度通量为  $\Phi_S$ , 则



- (A)  $\Phi_1 > \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .
- (B)  $\Phi_1 < \Phi_2$ ,  $\Phi_S = 2q/\epsilon_0$ .
- (C)  $\Phi_1 = \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .
- (D)  $\Phi_1 < \Phi_2$ ,  $\Phi_S = q/\epsilon_0$ .

[        ]

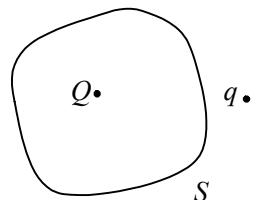
3. 有一边长为  $a$  的正方形平面, 在其中垂线上距中心  $O$  点  $a/2$  处, 有一电荷为  $q$  的正点电荷, 如图所示, 则通过该平面的电场强度通量为



- (A)  $\frac{q}{3\epsilon_0}$ .
- (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$ .
- (C)  $\frac{q}{3\pi\epsilon_0}$ .
- (D)  $\frac{q}{6\epsilon_0}$ .

[        ]

4. 点电荷  $Q$  被曲面  $S$  所包围, 从无穷远处引入另一点电荷  $q$  至曲面外一点, 如图所示, 则引入前后:



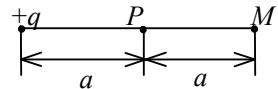
- (A) 曲面  $S$  的电场强度通量不变, 曲面上各点场强不变.
- (B) 曲面  $S$  的电场强度通量变化, 曲面上各点场强不变.
- (C) 曲面  $S$  的电场强度通量变化, 曲面上各点场强变化.
- (D) 曲面  $S$  的电场强度通量不变, 曲面上各点场强变化.

[        ]

5. 在点电荷 $+q$ 的电场中,若取图中P点处为电势零点,则M点的电势为

(A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$ .      (B)  $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a}$ .

(C)  $\frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a}$ .      (D)  $\frac{-q}{8\pi\epsilon_0 a}$ .



[      ]

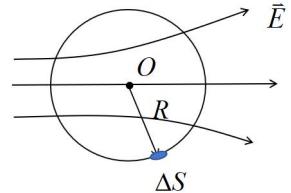
6. 在空间有一非均匀电场,其电场线分布如图所示。在电场中作一半径为R的闭合球面S,已知通过球面上某一面元 $\Delta S$ 的电场强度通量为 $\Phi_e$ ,则通过该球面其余部分的电场强度通量为

(A)  $-\Phi_e$

(B)  $\frac{4\pi R^2}{\Delta S} \Phi_e$

(C)  $\frac{4\pi R^2 - \Delta S}{\Delta S} \Phi_e$

(D) 0



[      ]

7. 静电场中某点电势的数值等于

(A) 试验电荷 $q_0$ 置于该点时具有的电势能

(B) 单位试验电荷置于该点时具有的电势能

(C) 单位正电荷置于该点时具有的电势能

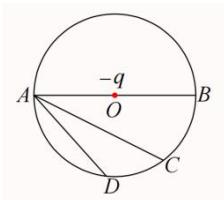
(D) 把单位正电荷从该点移到电势零点外力所作的功

[      ]

8. 点电荷 $-q$ 位于圆心处,ABCD为圆周上四点,将另一试探电荷从A点分别搬到BCD点,则电场力做功

(A) 从A到B电场力做功最大.      (B) 从A到C电场力做功最大.

(C) 从A到D电场力做功最大.      (D) 一样大. [      ]



9. 选无穷远处为电势零点,半径为R的导体球带电后,其电势为 $U_0$ ,则球外离球心距离为r处的电场强度的大小为

(A)  $\frac{R^2 U_0}{r^3}$

(B)  $\frac{U_0}{R}$

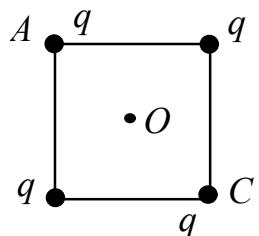
(C)  $\frac{R U_0}{r^2}$

(D)  $\frac{U_0}{r}$

[      ]

10. 一金属球壳的内、外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ , 带电荷为  $Q$ 。在球心处有一电荷为  $q$  的点电荷, 则球壳内表面上的电荷面密度

$$(A) 0 \quad (B) \frac{q}{4\pi R_1^2} \quad (C) -\frac{q}{4\pi R_1^2} \quad (D) \frac{Q+q}{4\pi R_2^2}$$

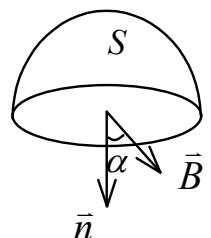


11. 如图, 边长为  $a$  的正方形的四个角上固定有四个电荷均为  $q$  的点电荷. 此正方形以角速度  $\omega$  绕  $AC$  轴旋转时, 在中心  $O$  点产生的磁感强度大小为  $B_1$ ; 此正方形同样以角速度  $\omega$  绕过  $O$  点垂直于正方形平面的轴旋转时, 在  $O$  点产生的磁感强度的大小为  $B_2$ , 则  $B_1$  与  $B_2$  间的关系为

$$(A) B_1 = B_2. \quad (B) B_1 = 2B_2. \\ (C) B_1 = \frac{1}{2}B_2. \quad (D) B_1 = B_2/4.$$

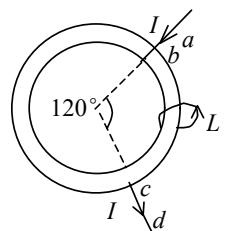
12. 在磁感强度为  $\bar{B}$  的均匀磁场中作一半径为  $r$  的半球面  $S$ ,  $S$  边线所在平面的法线方向单位矢量  $\bar{n}$  与  $\bar{B}$  的夹角为  $\alpha$ , 则通过半球面  $S$  的磁通量(取弯面向外为正)为

$$(A) \pi r^2 B. \quad (B) 2\pi r^2 B. \\ (C) -\pi r^2 B \sin \alpha. \quad (D) -\pi r^2 B \cos \alpha.$$



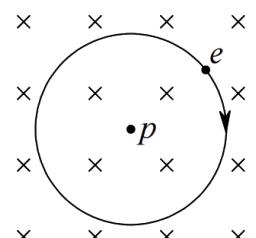
13. 如图, 两根直导线  $ab$  和  $cd$  沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上, 稳恒电流  $I$  从  $a$  端流入而从  $d$  端流出, 则磁感强度  $\bar{B}$  沿图中闭合路径  $L$  的积分  $\oint_L \bar{B} \cdot d\bar{l}$  等于

$$(A) \mu_0 I. \quad (B) \frac{1}{3} \mu_0 I. \\ (C) \mu_0 I/4. \quad (D) 2\mu_0 I/3.$$



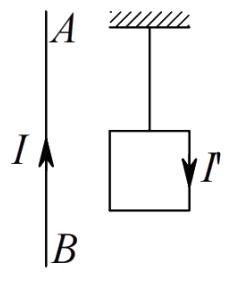
14. 按玻尔的氢原子理论, 电子在以质子为中心、半径为  $r$  的圆形轨道上运动。如果把这样一个原子放在均匀的外磁场中, 使电子轨道平面与  $B$  垂直, 如图所示, 则在  $r$  不变的情况下, 电子轨道运动的角速度将:

$$(A) \text{增加} \quad (B) \text{减小} \quad (C) \text{不变} \quad (D) \text{改变方向}$$

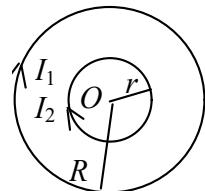


15. 把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线 AB 的附近，两者在同一平面内，直导线 AB 固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时线圈将

- (A) 不动 (B) 发生转动, 同时靠近导线 AB  
 (C) 发生转动, 同时离开导线 AB (D) 靠近导线 AB  
 (E) 离开导线 AB [ ]

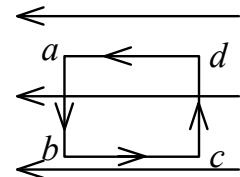


16. 两个同心圆线圈，大圆半径为  $R$ ，通有电流  $I_1$ ；小圆半径为  $r$ ，通有电流  $I_2$ ，方向如图。若  $r \ll R$  (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为



- (A)  $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$ . (B)  $\frac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$ .  
 (C)  $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 R^2}{2r}$ . (D) 0. [ ]

17. 如图，匀强磁场中有一矩形通电线圈，它的平面与磁场平行，在磁场作用下，线圈发生转动，其方向是

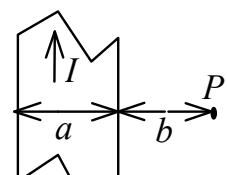


- (A) ab 边转入纸内, cd 边转出纸外.  
 (B) ab 边转出纸外, cd 边转入纸内.  
 (C) ad 边转入纸内, bc 边转出纸外.  
 (D) ad 边转出纸外, bc 边转入纸内. [ ]

18. 有一半径为  $R$  的单匝圆线圈，通以电流  $I$ ，若将该导线弯成匝数  $N=2$  的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感强度和线圈的磁矩分别是原来的

- (A) 4 倍和 1/8. (B) 4 倍和 1/2.  
 (C) 2 倍和 1/4. (D) 2 倍和 1/2. [ ]

19. 有一无限长通电流的扁平铜片，宽度为  $a$ ，厚度不计，电流  $I$  在铜片上均匀分布，在铜片外与铜片共面，离铜片右边缘为  $b$  处的  $P$  点(如图)磁感强度  $\bar{B}$  大小为



- (A)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi(a+b)}$ . (B)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln \frac{a+b}{b}$ .  
 (C)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi b} \ln \frac{a+b}{b}$ . (D)  $\frac{\mu_0 I}{\pi(a+2b)}$ . [ ]

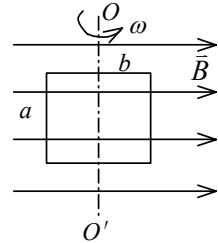
20. 半径为  $a$  的圆线圈置于磁感强度为  $\bar{B}$  的均匀磁场中, 线圈平面与磁场方向垂直, 线圈电阻为  $R$ ; 当把线圈转动使其法向与  $\bar{B}$  的夹角  $\alpha=60^\circ$  时, 线圈中通过的电荷与线圈面积及转动所用的时间的关系是

- (A) 与线圈面积成正比, 与时间无关.
- (B) 与线圈面积成正比, 与时间成正比.
- (C) 与线圈面积成反比, 与时间成正比.
- (D) 与线圈面积成反比, 与时间无关.

[        ]

21. 一矩形线框长为  $a$  宽为  $b$ , 置于均匀磁场中, 线框绕  $OO'$  轴, 以匀角速度  $\omega$  旋转(如图所示). 设  $t=0$  时, 线框平面处于纸面内, 则任一时刻感应电动势的大小为

- (A)  $2abB|\cos\omega t|$ .
- (B)  $\omega abB$
- (C)  $\frac{1}{2}\omega abB|\cos\omega t|$ .
- (D)  $\omega abB|\cos\omega t|$ .
- (E)  $\omega abB|\sin\omega t|$ .



[        ]

22. 尺寸相同的铁环与铜环所包围的面积中, 通以相同变化率的磁通量, 当不计环的自感时, 环中

- (A) 感应电动势不同.
- (B) 感应电动势相同, 感应电流相同.
- (C) 感应电动势不同, 感应电流相同.
- (D) 感应电动势相同, 感应电流不同.

[        ]

23. 两个通有电流的平面圆线圈相距不远, 如果要使其互感系数近似为零, 则应调整线圈的取向使

- (A) 两线圈平面都平行于两圆心连线.
- (B) 两线圈平面都垂直于两圆心连线.
- (C) 一个线圈平面平行于两圆心连线, 另一个线圈平面垂直于两圆心连线.
- (D) 两线圈中电流方向相反.

[        ]

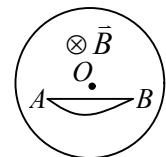
24. 对于单匝线圈取自感系数的定义式为  $L = \Phi/I$ 。当线圈的几何形状、大小及周围磁介质分布不变，且无铁磁性物质时，若线圈中的电流强度变小，则线圈的自感系数  $L$

- (A) 变小
- (B) 变大，与电流成反比关系
- (C) 不变
- (D) 变大，但与电流不成反比关系

25. 在感应电场中电磁感应定律可写成  $\oint_L \vec{E}_k \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$ ，式中  $\vec{E}_k$  为感应电场的电场强度。此式表明：

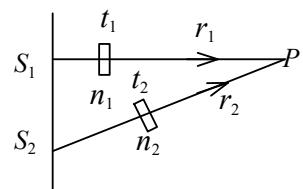
- (A) 闭合曲线  $L$  上  $\vec{E}_k$  处处相等。
- (B) 感应电场是保守力场。
- (C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线。
- (D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念。 [ ]

26. 在圆柱形空间内有一磁感强度为  $\vec{B}$  的均匀磁场，如图所示。  $\vec{B}$  的大小以速率  $dB/dt$  变化。在磁场中有  $A$ 、 $B$  两点，其间可放直导线  $\overline{AB}$  和弯曲的导线  $\widehat{AB}$ ，则



- (A) 电动势只在  $\overline{AB}$  导线中产生。
- (B) 电动势只在  $\widehat{AB}$  导线中产生。
- (C) 电动势在  $\overline{AB}$  和  $\widehat{AB}$  中都产生，且两者大小相等。
- (D)  $\overline{AB}$  导线中的电动势小于  $\widehat{AB}$  导线中的电动势。 [ ]

27. 如图， $S_1$ 、 $S_2$  是两个相干光源，它们到  $P$  点的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ 。路径  $S_1P$  垂直穿过一块厚度为  $t_1$ ，折射率为  $n_1$  的介质板，路径  $S_2P$  垂直穿过厚度为  $t_2$ ，折射率为  $n_2$  的另一介质板，其余部分可看作真空，这两条路径的光程差等于



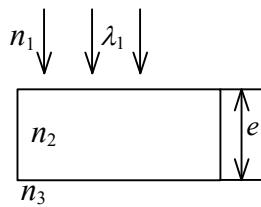
- (A)  $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$
- (B)  $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
- (C)  $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$
- (D)  $n_2 t_2 - n_1 t_1$  [ ]

28. 如图所示，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为  $e$ ，并且

$n_1 < n_2 > n_3$ ， $\lambda_1$  为入射光在折射率为  $n_1$  的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的相位差为

(A)  $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$ .      (B)  $[4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1)] + \pi$ .

(C)  $[4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)] + \pi$ .      (D)  $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$ . [ ]



29. 在双缝干涉实验中，两条缝的宽度原来是相等的。若其中一缝的宽度略变窄(缝中心位置不变)，则

(A) 干涉条纹的间距变宽.

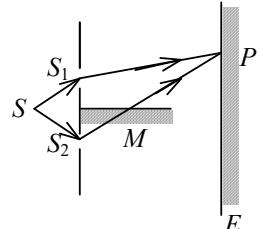
(B) 干涉条纹的间距变窄.

(C) 干涉条纹的间距不变，但原极小处的强度不再为零.

(D) 不再发生干涉现象.

[ ]

30. 在双缝干涉实验中，屏幕  $E$  上的  $P$  点处是明条纹。若将缝  $S_2$  盖住，并在  $S_1 S_2$  连线的垂直平分面处放一高折射率介质反射面  $M$ ，如图所示，则此时



(A)  $P$  点处仍为明条纹.

(B)  $P$  点处为暗条纹.

(C) 不能确定  $P$  点处是明条纹还是暗条纹.

(D) 无干涉条纹.

[ ]

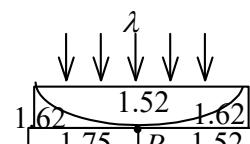
31. 在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中，用单色光垂直照射，在反射光中看到干涉条纹，则在接触点  $P$  处形成的圆斑为

(A) 全明.

(B) 全暗.

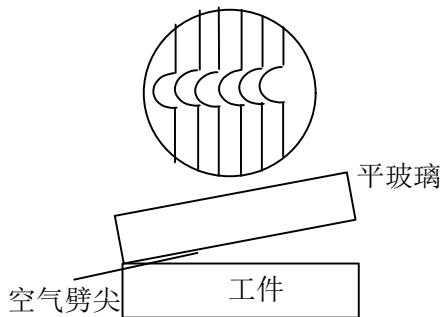
(C) 右半部明，左半部暗.

(D) 右半部暗，左半部明.



图中数字为各处的折射

32. 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为 $\lambda$ 的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，则工件表面与条纹弯曲处对应的部分



- (A) 凸起，且高度为 $\lambda / 4$ .
- (B) 凸起，且高度为 $\lambda / 2$ .
- (C) 凹陷，且深度为 $\lambda / 2$ .
- (D) 凹陷，且深度为 $\lambda / 4$ .

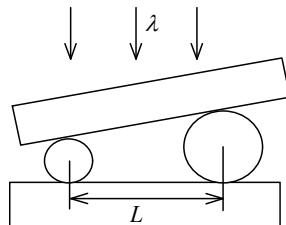
[ ]

33. 把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置。当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环

- (A) 向中心收缩，条纹间隔变小.
- (B) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化.
- (C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化.
- (D) 向外扩张，条纹间隔变大.

[ ]

34. 如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 $L$ ，夹在两块平晶的中间，形成空气劈形膜，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹。如果滚柱之间的距离 $L$ 变小，则在 $L$ 范围内干涉条纹的



- (A) 数目减少，间距变大.
- (B) 数目不变，间距变小.
- (C) 数目增加，间距变小.
- (D) 数目减少，间距不变.

[ ]

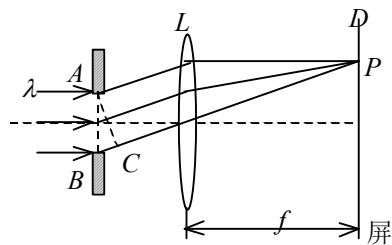
35. 如果单缝夫琅禾费衍射的第一级暗纹发生在衍射角为 $\varphi=30^\circ$ 的方位上。所用单色光波长为 $\lambda=500 \text{ nm}$ ，则单缝宽度为

- (A)  $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}$ .
- (B)  $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ .
- (C)  $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ .
- (D)  $2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ .

[ ]

36. 一束波长为 $\lambda$ 的平行单色光垂直入射到一单缝 $AB$ 上, 装置如图. 在屏幕 $D$ 上形成衍射图样, 如果 $P$ 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置, 则 $\overline{BC}$ 的长度为

- (A)  $\lambda / 2$ .      (B)  $\lambda$ .  
 (C)  $3\lambda / 2$ .      (D)  $2\lambda$ .



[ ]

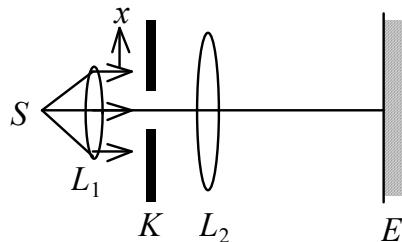
37. 一单色平行光束垂直照射在宽度为 $1.0 \text{ mm}$ 的单缝上, 在缝后放一焦距为 $2.0 \text{ m}$ 的会聚透镜. 已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 $2.0 \text{ mm}$ , 则入射光波长约为 ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

- (A)  $100 \text{ nm}$       (B)  $400 \text{ nm}$   
 (C)  $500 \text{ nm}$       (D)  $600 \text{ nm}$

[ ]

38. 在如图所示的单缝的夫琅禾费衍射实验中, 将单缝 $K$ 沿垂直于光的入射方向(沿图中的 $x$ 方向)稍微平移, 则

- (A) 衍射条纹移动, 条纹宽度不变.  
 (B) 衍射条纹移动, 条纹宽度变动.  
 (C) 衍射条纹中心不动, 条纹变宽.  
 (D) 衍射条纹不动, 条纹宽度不变.  
 (E) 衍射条纹中心不动, 条纹变窄.



[ ]

39. 波长 $\lambda=550 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光垂直入射于光栅常数  $d=2 \times 10^{-4} \text{ cm}$  的平面衍射光栅上, 可能观察到的光谱线的最大级次为

- (A) 2.      (B) 3.      (C) 4.      (D) 5.

[ ]

40. 一束光是自然光和线偏振光的混合光, 让它垂直通过一偏振片. 若以此入射光束为轴旋转偏振片, 测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍, 那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A)  $1 / 2$ .      (B)  $1 / 3$ .  
 (C)  $1 / 4$ .      (D)  $1 / 5$ .

[ ]

41. 一束光强为  $I_0$  的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角，则穿过两个偏振片后的光强  $I$  为

- (A)  $I_0 / 4\sqrt{2}$ .      (B)  $I_0 / 4$ .  
 (C)  $I_0 / 2$ .      (D)  $\sqrt{2} I_0 / 2$ .

[      ]

42. 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是

- (A) 在入射面内振动的完全线偏振光      (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光  
 (C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光      (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光

43. 用频率为  $\nu$  的单色光照射某种金属时，逸出光电子的最大动能为  $E_K$ ；若改用频率为  $2\nu$  的单色光照射此种金属时，则逸出光电子的最大动能为：

- (A)  $2 E_K$ .      (B)  $2h\nu - E_K$ .  
 (C)  $h\nu - E_K$ .      (D)  $h\nu + E_K$ .

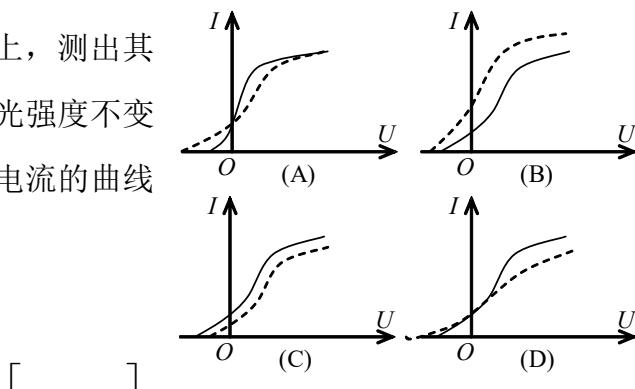
[      ]

44. 康普顿效应的主要特点是

- (A) 散射光的波长均比入射光的波长短，且随散射角增大而减小，但与散射体的性质无关.  
 (B) 散射光的波长均与入射光的波长相同，与散射角、散射体性质无关.  
 (C) 散射光中既有与入射光波长相同的，也有比入射光波长长的和比入射光波长短的。这与散射体性质有关.  
 (D) 散射光中有些波长比入射光的波长长，且随散射角增大而增大，有些散射光波长与入射光波长相同。这都与散射体的性质无关.

[      ]

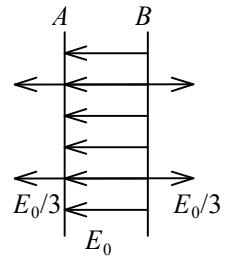
45. 一定频率的单色光照射在某种金属上，测出其光电流的曲线如图中实线所示。然后在光强度不变的条件下增大照射光的频率，测出其光电流的曲线如图中虚线所示。满足题意的图是：



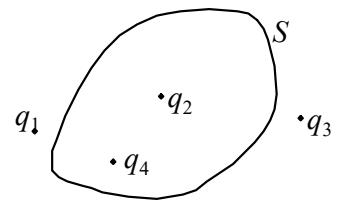
[      ]

## 二、填空题

1.  $A$ 、 $B$  为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，已知两平面间的电场强度大小为  $E_0$ ，两平面外侧电场强度大小都为  $E_0/3$ ，方向如图。则  $A$ 、 $B$  两平面上的电荷面密度分别为  $\sigma_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ，  
 $\sigma_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

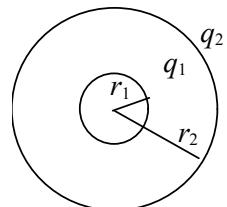


2. 点电荷  $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$  和  $q_4$  在真空中的分布如图所示。图中  $S$  为闭合曲面，则通过该闭合曲面的电场强度通量  $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，式中的  $\vec{E}$  是点电荷  $\underline{\hspace{2cm}}$  在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和。



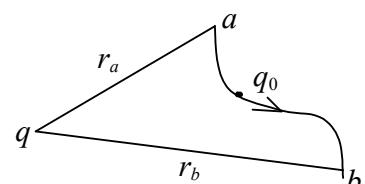
3. 把一个均匀带有电荷  $+Q$  的球形肥皂泡由半径  $r_1$  吹胀到  $r_2$ ，则半径为  $R(r_1 < R < r_2)$  的球面上任一点的场强大小  $E$  由  $\underline{\hspace{2cm}}$  变为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ；电势  $U$  由  $\underline{\hspace{2cm}}$  变为  $\underline{\hspace{2cm}}$  (选无穷远处为电势零点)。

4. 如图所示，两同心带电球面，内球面半径为  $r_1 = 5 \text{ cm}$ ，带电荷  $q_1 = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$ ；外球面半径为  $r_2 = 20 \text{ cm}$ ，带电荷  $q_2 = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，设无穷远处电势为零，则空间另一电势为零的球面半径  $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

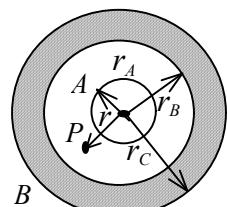


5. 静电场的环路定理的数学表示式为： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。该式的物理意义是：  
 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。该定理表明，静电场是  $\underline{\hspace{2cm}}$  场。

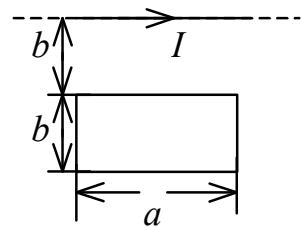
6. 如图所示，在电荷为  $q$  的点电荷的静电场中，将一电荷为  $q_0$  的试验电荷从  $a$  点经任意路径移动到  $b$  点，外力所作的功  $A = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



7. 带有电荷  $q$ 、半径为  $r_A$  的金属球  $A$ ，与一原先不带电、内外半径分别为  $r_B$  和  $r_C$  的金属球壳  $B$  同心放置如图。则图中  $P$  点的电场强度  $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。如果用导线将  $A$ 、 $B$  连接起来，则  $A$  球的电势  $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(设无穷远处电势为零)



8. 在一根通有电流  $I$  的长直导线旁, 与之共面地放着一个长、宽各为  $a$  和  $b$  的矩形线框, 线框的长边与载流长直导线平行, 且二者相距为  $b$ , 如图所示. 在此情形中, 线框内的磁通量  $\Phi = \underline{\hspace{2cm}}$ .

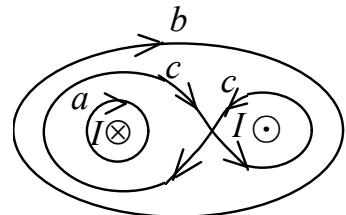


9. 两根长直导线通有电流  $I$ , 图示有三种环路; 在每种情况下,  $\oint \bar{B} \cdot d\bar{l}$  等于:

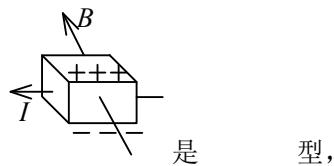
\_\_\_\_\_ (对环路 a).

\_\_\_\_\_ (对环路 b).

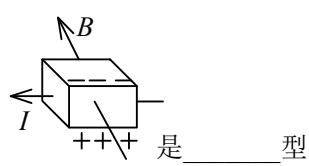
\_\_\_\_\_ (对环路 c).



10. 有半导体通以电流  $I$ , 放在均匀磁场  $B$  中, 其上下表面积累电荷如图所示. 试判断它们各是什么类型的半导体?

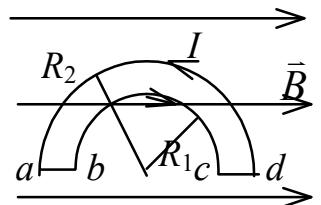


是 \_\_\_\_\_ 型,

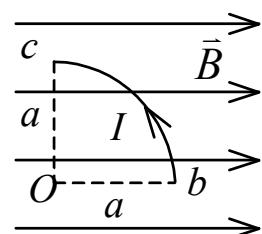


是 \_\_\_\_\_ 型

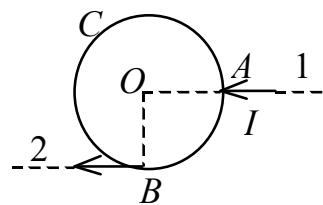
11. 半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  的两个半圆弧与直径的两小段构成的通电线圈  $abcda$  (如图所示), 放在磁感强度为  $\bar{B}$  的均匀磁场中,  $\bar{B}$  平行线圈所在平面. 则线圈的磁矩为 \_\_\_\_\_  
线圈受到的磁力矩为 \_\_\_\_\_.



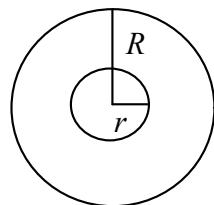
12. 有一半径为  $a$ , 流过稳恒电流为  $I$  的  $1/4$  圆弧形载流导线  $bc$ , 按图示方式置于均匀外磁场  $\bar{B}$  中, 则该载流导线所受的安培力大小为 \_\_\_\_\_.



13. 如图所示, 用均匀细金属丝构成一半径为  $R$  的圆环  $C$ , 电流  $I$  由导线 1 流入圆环  $A$  点, 并由圆环  $B$  点流入导线 2. 设导线 1 和导线 2 与圆环共面, 则环心  $O$  处的磁感强度大小为 \_\_\_\_\_, 方向 \_\_\_\_\_.

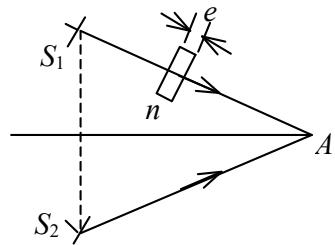


14. 半径为  $r$  的小绝缘圆环, 置于半径为  $R$  的大导线圆环中心, 二者在同一平面内, 且  $r \ll R$ . 在大导线环中通有正弦电流 (取逆时针方向为正)  $I=I_0\sin\omega t$ , 其中  $\omega$ 、 $I_0$  为常数,  $t$  为时间, 则任一时刻小线环中感应电动势 (取逆时针方向为正) 为 \_\_\_\_\_.



15. 一自感线圈中, 电流强度在  $0.002$  s 内均匀地由  $10$  A 增加到  $12$  A, 此过程中线圈内自感电动势为  $400$  V, 则线圈的自感系数为  $L = \text{_____}$ .

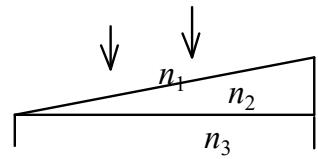
16. 如图所示, 假设有两个同相的相干点光源  $S_1$  和  $S_2$ , 发出波长为  $\lambda$  的光.  $A$  是它们连线的中垂线上的一点. 若在  $S_1$  与  $A$  之间插入厚度为  $e$ 、折射率为  $n$  的薄玻璃片, 则两光源发出的光在  $A$  点的相位差  $\Delta\phi = \text{_____}$ . 若已知  $\lambda = 500$  nm,  $n = 1.5$ ,  $A$  点恰为第四级明纹中心, 则  $e = \text{_____}$  nm. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )



17. 一双缝干涉装置, 在空气中观察时干涉条纹间距为  $1.0$  mm. 若整个装置放在水中, 干涉条纹的间距将为 \_\_\_\_\_ mm. (设水的折射率为  $4/3$ )

18. 用  $\lambda = 600$  nm 的单色光垂直照射牛顿环装置时, 从中央向外数第 4 个(不计中央暗斑)暗环对应的空气膜厚度为 \_\_\_\_\_ μm. ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )

19. 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射折射率为  $n_2$  的劈形膜(如图)图中各部分折射率的关系是  $n_1 < n_2 < n_3$ . 观察反射光的干涉条纹, 从劈形膜顶开始向右数第 5 条暗条纹中心所对应的厚度  $e = \text{_____}$ .



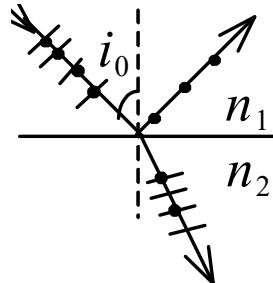
20. 波长为  $600 \text{ nm}$  的单色平行光，垂直入射到缝宽为  $a=0.60 \text{ mm}$  的单缝上，缝后有一焦距  $f'=60 \text{ cm}$  的透镜，在透镜焦平面上观察衍射图样。则：中央明纹的宽度为\_\_\_\_\_，两个第三级暗纹之间的距离为\_\_\_\_\_。 $(1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m})$

21. 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射。若屏上  $P$  点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为\_\_\_\_\_个半波带。若将单缝宽度缩小一半， $P$  点处将是\_\_\_\_\_级\_\_\_\_\_纹。

22. 假设某一介质对于空气的临界角是  $45^\circ$ ，则光从空气射向此介质时的布儒斯特角是\_\_\_\_\_。

23. 当一束自然光在两种介质分界面处发生反射和折射时，若反射光为线偏振光，则折射光为\_\_\_\_\_偏振光，且反射光线和折射光线之间的夹角为\_\_\_\_\_。

24. 附图表示一束自然光入射到两种媒质交界平面上产生反射光和折射光。按图中所示的各光的偏振状态，反射光是\_\_\_\_\_光；折射光是\_\_\_\_\_光；这时的入射角  $i_0$  称为\_\_\_\_\_角。



25. 光子波长为  $\lambda$ ，则其能量 =\_\_\_\_\_；动量的大小 =\_\_\_\_\_；质量 =\_\_\_\_\_。

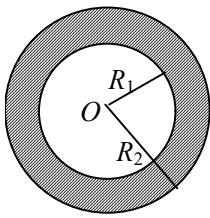
26. 康普顿散射中，当散射光子与入射光子方向成夹角  $\phi = \text{_____}$  时，散射光子的频率小得最多；当  $\phi = \text{_____}$  时，散射光子的频率与入射光子相同。

27. 某金属产生光电效应的红限为  $\nu_0$ ，当用频率为  $\nu (\nu > \nu_0)$  的单色光照射该金属时，从金属中逸出的光电子(质量为  $m$ )的德布罗意波长为\_\_\_\_\_。

28. 静止质量为  $m$  的电子，经电势差为  $U$  的静电场加速后，若不考虑相对论效应，电子的德布罗意波长  $\lambda = \text{_____}$ 。

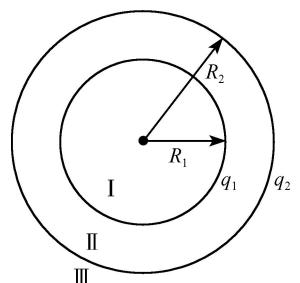
### 三、计算题

1. 图示为一个均匀带电的球层，其电荷体密度为 $\rho$ ，球层内表面半径为 $R_1$ ，外表面半径为 $R_2$ 。设无穷远处为电势零点，求空腔内任一点的电势。

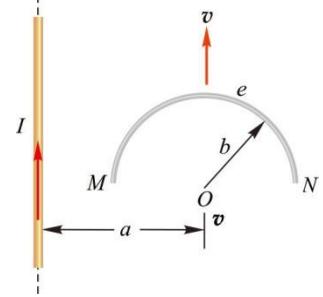


2. 半径为  $R$  的均匀带电球体，其电荷体密度为 $\rho$ ，求球体内外的场强和电势分布。

3. 在半径为  $R_1$  和  $R_2$  的两个同心球面上分别均匀带电  $q_1$  和  $q_2$ ，求在  $0 < r < R_1$ ,  $R_1 < r < R_2$ ,  $r > R_2$  三个区域内的电势分布。

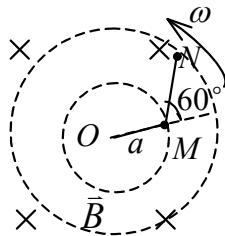


4. 如图所示, 载有电流  $I$  的长直导线附近, 放一半圆环  $MeN$  的导线与长直导线共面, 其端点  $MN$  的连线与长直导线垂直. 半圆环的半径为  $b$ , 环心  $O$  与导线相距  $a$ . 设半圆环以速度  $\bar{v}$  平行导线平移, 求半圆环内感应电动势的大小和方向以及  $MN$  两端的电势差  $U_{MN}$

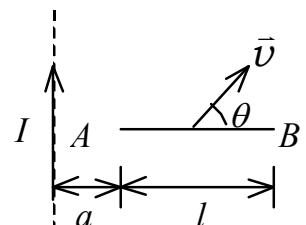


5. 在匀强磁场  $\bar{B}$  中, 导线  $\overline{OM} = \overline{MN} = a$ ,  $\angle OMN = 120^\circ$ ,  $OMN$  整体可绕  $O$  点在垂直于磁场的平面内逆时针转动, 如图所示. 若转动角速度为  $\omega$ ,

- (1) 求  $OM$  间电动势;
- (2) 求  $ON$  间电动势;
- (3) 指出  $O$ 、 $M$ 、 $N$  三点中哪点电势最高.



6. 如图所示, 一长直导线中通有电流  $I$ , 有一垂直于导线、长度为  $l$  的金属棒  $AB$  在包含导线的平面内, 以恒定的速度  $\bar{v}$  沿与棒成  $\theta$  角的方向移动. 开始时, 棒的  $A$  端到导线的距离为  $a$ , 求任意时刻金属棒中的动生电动势, 并指出棒哪端的电势高.



7. 波长  $\lambda=600\text{nm}$  ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ) 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为  $30^\circ$ , 且第三级是缺级.

(1) 光栅常数  $(a+b)$  等于多少?

(2) 透光缝可能的最小宽度  $a$  等于多少?

(3) 在选定了上述  $(a+b)$  和  $a$  之后, 求在衍射角  $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$  范围内可能观察到的全部主极大的级次.

8. (1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 垂直入射的光有两种波长,  $\lambda_1=400\text{ nm}$ ,  $\lambda_2=760\text{ nm}$  ( $1\text{nm}=10^{-9}\text{ m}$ ). 已知单缝宽度  $a=1.0 \times 10^{-2}\text{ cm}$ , 透镜焦距  $f=50\text{ cm}$ . 求两种光第一级衍射明纹中心之间的距离.

(2) 若用光栅常数  $d=1.0 \times 10^{-3}\text{ cm}$  的光栅替换单缝, 其他条件和上一问相同, 求两种光第一级主极大之间的距离.

9. 波长  $600\text{nm}$  的单色光垂直入射在一光栅上, 第 2 级主极大在  $\sin\varphi=0.20$  处, 第 4 级缺级, 试问:

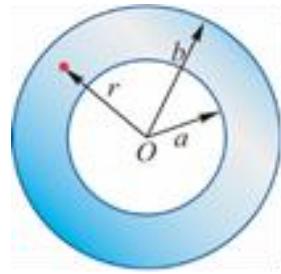
(1) 光栅上相邻两缝的间距  $a+b$  有多大?

(2) 光栅上狭缝可能的最小宽度  $a$  有多大?

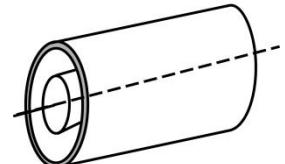
(3) 按上述选定的  $a$ 、 $b$  值, 试问在光屏上可能观察到的全部级数是多少?

10. 如图所示的空心柱形导体，柱的内外半径分别为  $a$  和  $b$ ，导体内载有电流  $I$ ，设电流  $I$  均匀分布在导体的横截面上。求证导体内部各点 ( $a < r < b$ ) 的磁感应强度  $B$  由下式给出：

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r}.$$



11. 如图所示，长直电缆由半径为  $R_1$  的导体圆柱与同轴的内外半径分别为  $R_2$ 、 $R_3$  的导体圆筒构成，电流沿轴线方向由一导体流入，从另一导体流出，设电流强度  $I$  都均匀地分布在横截面上。求距轴线为  $r$  处的磁感应强度大小 ( $0 < r < \infty$ )。



12. 一根很长的圆柱形实心铜导线半径为  $R$ ，均匀载流为  $I$ 。试计算：  
 (1) 空间磁感应强度的分布；  
 (2) 如图所示，导线内部通过单位长度导线剖面的磁通量。



13. 以波长  $\lambda = 410 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 的单色光照射某一金属，产生的光电子的最大动能  $E_K = 1.0 \text{ eV}$ ，求能使该金属产生光电效应的单色光的最大波长是多少？

(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

14. 光电管的阴极用逸出功为  $A = 2.2 \text{ eV}$  的金属制成，今用一单色光照射此光电管，阴极发射出光电子，测得遏止电势差为  $|U_a| = 5.0 \text{ V}$ ，试求：

(1) 光电管阴极金属的光电效应红限波长；

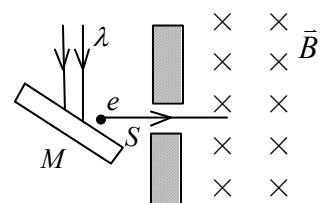
(2) 入射光波长。

(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ， 基本电荷  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

15. 波长为  $\lambda$  的单色光照射某金属  $M$  表面发生光电效应，发射的光电子(电荷绝对值为  $e$ ，质量为  $m$ )经狭缝  $S$  后垂直进入磁感应强度为  $\bar{B}$  的均匀磁场(如图示)，今已测出电子在该磁场中作圆运动的最大半径为  $R$ 。求

(1) 金属材料的逸出功  $A$ ；

(2) 遏止电势差  $U_a$ 。



## 答案

### 一、选择题

1CDDDD 6ACDCC 11CDDAD 16DABBA 21DDCCD 26DBCCB 31DCBBC  
36BCDBA 41BCDDD

### 二、填空题

1、 $-2\epsilon_0 E_0 / 3$        $4\epsilon_0 E_0 / 3$       2、 $(q_2 + q_4) / \epsilon_0$        $q_1, q_2, q_3, q_4$

3、 $Q / (4\pi\epsilon_0 R^2)$       0       $Q / (4\pi\epsilon_0 R)$        $Q / (4\pi\epsilon_0 r_2)$

4、10 cm

5、 $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$       单位正电荷在静电场中沿任意闭合路径绕行一周，电场力作功等于零

有势（或保守力）

6、 $\frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right)$       7、 $q\bar{r} / (4\pi\epsilon_0 r^3)$        $q / (4\pi\epsilon_0 r_C)$

8、 $\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 2$

9、 $\mu_0 I$       0       $2\mu_0 I$       10、n      p

11、 $p_m = \frac{1}{2}\pi I(R_2^2 - R_1^2)$        $M_m = \frac{1}{2}\pi I B(R_2^2 - R_1^2)$       12、 $aIB$

13、 $\mu_0 I / (4\pi R)$       垂直纸面向内

14、 $-\frac{\mu_0 \pi r^2}{2R} I_0 \omega \cos \omega t$       15、0.400 H

16、 $2\pi(n-1)e/\lambda$        $4 \times 10^3$

17、0.75      18、1.2      19、 $\frac{9\lambda}{4n_2}$

20、1.2 mm

3.6 mm

21、4 第一 暗

22、 $54.7^\circ$

23、部分  $\pi/2$  (或  $90^\circ$ )

24、线偏振（或完全偏振，平面偏振）      部分偏振      布儒斯特

25、 $hc/\lambda$        $h/\lambda$        $h/(c\lambda)$

26、 $\pi$       0

27、 $\sqrt{\frac{h}{2m(\nu - \nu_0)}}$

28、 $h/(2meU)^{1/2}$

### 三、计算题

1、解法一：由高斯定理可知空腔内  $E=0$ ，故带电球层的空腔是等势区，各点电势均为  $U$ 。

在球层内取半径为  $r \rightarrow r + dr$  的薄球层。其电荷为

$$dq = \rho 4\pi r^2 dr$$

该薄层电荷在球心处产生的电势为

$$dU = dq / (4\pi\epsilon_0 r) = \rho r dr / \epsilon_0$$

整个带电球层在球心处产生的电势为

$$U_0 = \int dU_0 = \frac{\rho}{\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} r dr = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

因为空腔内为等势区所以空腔内任一点的电势  $U$  为

$$U = U_0 = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

解法二：根据高斯定理  $\oint_s \bar{E} \cdot d\bar{S} = E 4\pi r^2 = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$  得  $E = \frac{\sum q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

$$E_1 = 0 \quad (r < R_1)$$

$$E_2 = \frac{\rho(r^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 r^2} \quad (R_1 < r < R_2)$$

$$E_3 = \frac{\rho(R_2^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 r^2} \quad (r > R_2)$$

空腔内场强为 0，所以各点电势相等。

$$U = \int_r^{R_1} E_1 dr + \int_{R_1}^{R_2} E_2 dr + \int_{R_2}^{\infty} E_3 dr = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

(同理可求空腔上和空腔外的电势。)

2、解：根据高斯定理  $\oint_s \bar{E} \cdot d\bar{S} = E 4\pi r^2 = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$  得  $E = \frac{\sum q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

$$\text{当 } r < R \text{ 时, } \sum q = \rho \frac{4}{3} \pi r^3, \text{ 得 } E_1 = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}$$

当  $r \geq R$  时,  $\sum q = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$ , 得  $E_2 = \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r^2}$  方向均沿半径方向

当  $r < R$  时,  $U = \int_r^R E_1 dr + \int_R^\infty E_2 dr = \int_r^R \frac{\rho r}{3\epsilon_0} dr + \int_R^\infty \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r^2} dr = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0} - \frac{\rho r^2}{6\epsilon_0}$

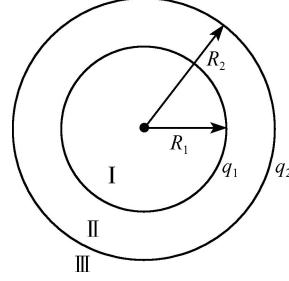
当  $r \geq R$  时,  $U = \int_r^\infty E_2 dr = \int_r^\infty \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r^2} dr = \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r}$

3、解: 利用高斯定理求出空间的电场强度:

$$E_I = 0 \quad r < R_1$$

$$E_{II} = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad R_1 < r < R_2$$

$$E_{III} = \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad r > R_2$$



则空间电势的分布:

$$r \leq R_1 \quad U_I = \int_r^{R_1} \vec{E}_I \cdot d\vec{r} + \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_{II} \cdot d\vec{r} + \int_{R_2}^{+\infty} \vec{E}_{III} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_2}{R_2} + \frac{q_1}{R_1} \right)$$

$$R_2 \leq r \leq R_1$$

$$U_{II} = \int_r^{R_2} \vec{E}_{II} \cdot d\vec{r} + \int_{R_2}^{+\infty} \vec{E}_{III} \cdot d\vec{r} = \int_r^{R_2} \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr + \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_2}{R_2} + \frac{q_1}{r} \right)$$

$$r \geq R_2$$

$$U_{III} = \int_r^{+\infty} \vec{E}_{III} \cdot d\vec{r} = \int_r^{+\infty} \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

也可用电势叠加的方法, 更为简单。

4、解: 引入一条辅助线  $MN$ , 构成闭合回路  $MeNM$ , 穿过闭合回路的磁通量不变, 故总电动势为零, 即  $\epsilon_{\text{总}} = \epsilon_{MeN} + \epsilon_{NM} = 0$ ,

$$\epsilon_{MeN} = -\epsilon_{NM} = \epsilon_{MN}$$

$$\varepsilon_{MN} = \int_{MN} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_{a-b}^{a+b} -v \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$$

$$\varepsilon_{MeN} = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$$

方向  $N \rightarrow M$ ，半圆环的两端电势差为  $U_M - U_N = -\varepsilon_{MN} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$

5、解：(1)  $\varepsilon_{OM} = \int_O^M (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_o^a -l \omega B dl = -\frac{1}{2} \omega a^2 B$

(2) 添加辅助线  $ON$ ，由于整个  $\triangle OMN$  内感应电动势为零，所以  $\varepsilon_{OM} + \varepsilon_{MN} = \varepsilon_{ON}$ ，即可直接由辅助线上的电动势  $\varepsilon_{ON}$  来代替  $OM$ 、 $MN$  两段内的电动势。

$$\overline{ON} = 2a \cos 30^\circ = \sqrt{3}a$$

$$\varepsilon_{ON} = \int_O^N (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_o^{\sqrt{3}a} -l \omega B dl = -\frac{3}{2} \omega a^2 B$$

(3)  $O$  点电势最高。

6、解： $v_\perp = v \sin \theta$        $v_{||} = v \cos \theta$

$$\varepsilon = \int d\varepsilon_i = -\int_{x_1}^{x_2} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} v \sin \theta dx \quad (\varepsilon_i \text{ 指向以 } A \text{ 到 } B \text{ 为正})$$

式中： $x_2 = a + l + vt \cos \theta$        $x_1 = a + vt \cos \theta$

$$\varepsilon_i = -\frac{\mu_0 I}{2\pi} v \sin \theta \ln \frac{a + l + vt \cos \theta}{a + vt \cos \theta}$$

$A$  端的电势高。

7、解：(1) 由光栅衍射主极大公式得  $a + b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$

(2) 若第三级不缺级，则由光栅公式得

$$(a + b) \sin \varphi' = 3\lambda$$

由于第三级缺级，则对应于最小可能的  $a$ ， $\varphi'$  方向应是单缝衍射第一级暗纹：两式比较，得

$$a \sin \varphi' = \lambda$$

$$a = (a + b)/3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(3)  $(a + b) \sin \varphi = k\lambda$ ，(主极大)

$$a \sin \varphi = k'\lambda, \text{ (单缝衍射极小)} \quad (k' = 1, 2, 3, \dots)$$

因此  $k=3, 6, 9, \dots$  缺级.

又因为  $k_{\max} = (a+b)/\lambda = 4$ , 所以实际呈现  $k=0, \pm 1, \pm 2$  级明纹. ( $k=\pm 4$  在  $\pi/2$  处看不到.)

8、解: (1) 由单缝衍射明纹公式可知

$$a \sin \varphi_1 = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_1 \quad (\text{取 } k=1)$$

$$a \sin \varphi_2 = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_2 = \frac{3}{2}\lambda_2$$

$$\tan \varphi_1 = x_1/f, \tan \varphi_2 = x_2/f$$

由于  $\sin \varphi_1 \approx \tan \varphi_1, \sin \varphi_2 \approx \tan \varphi_2$

$$\text{所以 } x_1 = \frac{3}{2}f\lambda_1/a \quad x_2 = \frac{3}{2}f\lambda_2/a$$

则两个第一级明纹之间距为  $\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{3}{2}f\Delta\lambda/a = 0.27 \text{ cm}$

(2) 由光栅衍射主极大的公式

$$d \sin \varphi_1 = k\lambda_1 = 1\lambda_1$$

$$d \sin \varphi_2 = k\lambda_2 = 1\lambda_2$$

且有  $\sin \varphi \approx \tan \varphi = x/f$

$$\text{所以 } \Delta x = x_2 - x_1 = f\Delta\lambda/d = 1.8 \text{ cm}$$

9、解: (1) 由光栅方程  $(a+b)\sin \varphi = k\lambda \quad (k=2)$

得光栅上相邻两缝的间距

$$(a+b) = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 6 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(2) 根据缺级条件, 有

$$\frac{a+b}{a} = \frac{k}{k'}$$

取  $k'=1$ , 得狭缝的最小宽度

$$a = \frac{a+b}{4} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(3) 由光栅方程

$$(a+b)\sin \varphi = k\lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

令  $\sin \varphi = 1$ , 解得:

$$k = \frac{a+b}{\lambda} = 10$$

即  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$  时出现主极大,  $\pm 4, \pm 8$  缺级,  $\pm 10$  级主极大在  $\varphi = 90^\circ$  处, 实际不可见, 光屏上可观察到的全部主极大谱线数有 15 条.

10、证明: 载流导体内电流密度为  $\delta = \frac{I}{\pi(b^2 - a^2)}$

由对称性可知, 取以轴为圆心,  $r$  为半径的圆周为积分回路  $L$ , 则由安培环路定理

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$$

$$\text{得 } B \cdot 2\pi r = \mu_0 \delta \pi (r^2 - a^2) = \mu_0 I \frac{r^2 - a^2}{b^2 - a^2}$$

$$\text{从而有 } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r}$$

11、解: 以轴线上一点为圆心,  $r$  为半径做圆形环路, 利用安培环路定理

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 \sum I \text{ 进行分析}$$

$$(1) \text{ 当 } 0 < r \leq R_1 \text{ 时, 有: } B_1 \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{\pi r^2 I}{\pi R_1^2} \quad \therefore B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2};$$

$$(2) \text{ 当 } R_1 \leq r \leq R_2 \text{ 时, 有: } B_2 \cdot 2\pi r = \mu_0 I, \quad \therefore B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r};$$

$$(3) \text{ 当 } R_2 \leq r \leq R_3 \text{ 时, 有: } B_3 \cdot 2\pi r = \mu_0 \left( I - \frac{\pi r^2 - \pi R_2^2}{\pi R_3^2 - \pi R_2^2} I \right),$$

$$\therefore B_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot \frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2};$$

$$(4) \text{ 当 } r > R_3 \text{ 时, 有: } B_4 \cdot 2\pi r = \mu_0 (I - I), \quad \therefore B_4 = 0$$

12、解: 1) 以轴线上一点为圆心,  $r$  为半径做圆形环路, 利用安培环路定理

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 \sum I \text{ 进行分析}$$

$$\text{当 } 0 < r < R \text{ 时, } B \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{\pi r^2 I}{\pi R^2} \quad \therefore B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2};$$

当  $r \geq R$  时,  $B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$ ,  $\therefore B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$\text{磁感应强度分布情况为} \begin{cases} B_{\text{内}} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} & (r < R) \\ B_{\text{外}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & (r \geq R) \end{cases}$$

2) 导线内部通过单位长度导线剖面的磁通量

$$\Phi_{\text{内}} = \int_0^R B_{\text{内}} dr = \int_0^R \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} dr = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$$

13、解: 设能使该金属产生光电效应的单色光最大波长为  $\lambda_0$ .

由

$$h\nu_0 - A = 0$$

可得

$$(hc/\lambda_0) - A = 0$$

$$\lambda_0 = hc/A$$

又按题意:

$$(hc/\lambda) - A = E_K$$

$\therefore$

$$A = (hc/\lambda) - E_K$$

得

$$\lambda_0 = \frac{hc}{(hc/\lambda) - E_K} = \frac{hc\lambda}{hc - E_K\lambda} = 612 \text{ nm}$$

14、解: (1) 由

$$A = h\nu_0 = hc/\lambda_0$$

得

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = 5.65 \times 10^{-7} \text{ m} = 565 \text{ nm}$$

$$(2) \quad \frac{1}{2}mv^2 = e|U_a|, \quad h\nu = \frac{hc}{\lambda} = e|U_a| + A$$

得

$$\lambda = \frac{hc}{e|U_a| + A} = 1.73 \times 10^{-7} \text{ m} = 173 \text{ nm}$$

15、解: (1) 由  $eBv = mv^2/R$  得  $v = (ReB)/m$ ,

代入

$$h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + A$$

可得

$$A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2} \cdot \frac{mR^2e^2B^2}{m^2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{R^2e^2B^2}{2m}$$

$$(2) \quad e|U_a| = \frac{1}{2}mv^2$$

$$|U_a| = \frac{mv^2}{2e} = \frac{R^2eB^2}{2m}$$