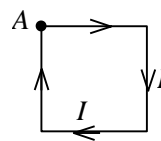


大学物理 II 期末考试题 (大面积)

一、单选题 (共 11 小题, 每题 3 分, 共 33 分)

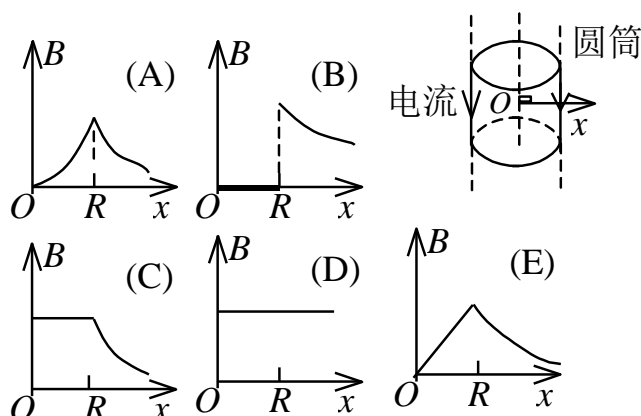
1、边长为 l 的正方形线圈中通有电流 I , 此线圈在 A 点(见图)产生的磁感强度 B 为

- (A) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$. (B) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$.
(C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$. (D) 以上均不对.



[]

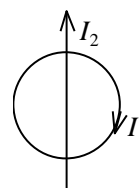
2、磁场由沿空心长圆筒形导体的均匀分布的电流产生, 圆筒半径为 R , x 坐标轴垂直圆筒轴线, 原点在中心轴线上. 图(A)~(E)哪一条曲线表示 $B-x$ 的关系?



[]

3、长直电流 I_2 与圆形电流 I_1 共面, 并与其一直径相重合如图(但两者间绝缘), 设长直电流不动, 则圆形电流将

- (A) 绕 I_2 旋转. (B) 向左运动.
(C) 向右运动. (D) 向上运动.
(E) 不动.

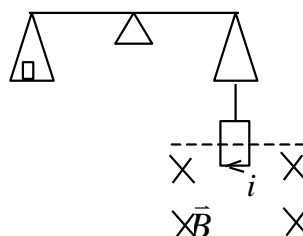


[]

4、图示一测定水平方向匀强磁场的磁感强度 \vec{B} (方向见图) 的实验装置. 位于竖直面内且横边水平的矩形线框是一个多匝的线圈. 线框挂在天平的右盘下, 框的下端横边位于待测磁场中. 线框没有通电时, 将天平调节平衡; 通电后, 由于磁场对线框的作用力而破坏了天平的平衡, 须在天平左盘中加砝码 m 才能使天平重新平衡. 若待测磁场的磁感强度增为原来的 3 倍, 而通过线圈的电流减为原来的 $\frac{1}{2}$,

磁场和电流方向保持不变, 则要使天平重新平衡, 其左盘中加的砝码质量应为

- (A) $6m$. (B) $3m/2$.
(C) $2m/3$. (D) $m/6$.
(E) $9m/2$.



[]

5、半径为 a 的圆线圈置于磁感强度为 \vec{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 \vec{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.

[]

6、将形状完全相同的铜环和木环静止放置, 并使通过两环面的磁通量随时间的变化率相等, 则不计自感时

- (A) 铜环中有感应电动势, 木环中无感应电动势.
 (B) 铜环中感应电动势大, 木环中感应电动势小.
 (C) 铜环中感应电动势小, 木环中感应电动势大.
 (D) 两环中感应电动势相等.

[]

7、用频率为 ν_1 的单色光照射某种金属时, 测得饱和电流为 I_1 , 以频率为 ν_2 的单色光照射该金属时, 测得饱和电流为 I_2 , 若 $I_1 > I_2$, 则

- (A) $\nu_1 > \nu_2$. (B) $\nu_1 < \nu_2$.
 (C) $\nu_1 = \nu_2$. (D) ν_1 与 ν_2 的关系还不能确定.

[]

8、用强度为 I , 波长为 λ 的 X 射线(伦琴射线)分别照射锂($Z=3$)和铁($Z=26$). 若在同一散射角下测得康普顿散射的 X 射线波长分别为 λ_{Li} 和 λ_{Fe} ($\lambda_{\text{Li}}, \lambda_{\text{Fe}} > \lambda$), 它们对应的强度分别为 I_{Li} 和 I_{Fe} , 且 $I_{\text{Li}} > I_{\text{Fe}}$ 则

- (A) $\lambda_{\text{Li}} > \lambda_{\text{Fe}}$ (B) $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}$
 (C) $\lambda_{\text{Li}} < \lambda_{\text{Fe}}$ (D) 不能确定两个波长的关系

[]

9、要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态发射的各谱线组成的谱线系)的最长波长的谱线, 至少应向基态氢原子提供的能量是

- (A) 1.5 eV. (B) 3.4 eV.
 (C) 10.2 eV. (D) 13.6 eV.

[]

10、若 α 粒子(电荷为 $2e$) 在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波的波数是

- (A) $(2eRB)/h$. (B) $(eRB)/h$.
 (C) $(2eRBh)$. (D) $(eRBh)$.

[]

11、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = B \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么归一化常数 B 为

- (A) $1/\sqrt{2a}$ (B) $2/\sqrt{a}$
(C) $\sqrt{2}/\sqrt{a}$ (D) $1/\sqrt{a}$

[]

二、多选题（共 2 题，每题 3 分，共 6 分）

12、若空间存在两根无限长直载流导线，空间的磁场分布就不具有简单的对称性，则该磁场分布

- (A) 只能用安培环路定理来计算。
(B) 可以直接用安培环路定理求出。
(C) 可以用毕奥—萨伐尔定律求出。
(D) 可以用安培环路定理和磁感强度的叠加原理求出。

[]

13、保持光电管上电势差不变，若入射的单色光光强增大，则从阴极逸出的光电子的最大初动能 E_0 、饱和光电流 I_s 以及飞到阳极的电子的最大动能 E_K 的变化分别是

- (A) E_0 不变， I_s 增大。 (B) E_0 不变， E_K 变小。
(C) E_0 增大， I_s 不变。 (D) E_0 不变， E_K 不变。

[]

三、填空题（共 3 题，每题 3 分，共 9 分）

14、置于磁场中的磁介质，介质表面形成磁化电流。若是抗磁质，其磁化电流的磁场方向和外磁场方向_____，（关键词：相同，相反，垂直）；若是顺磁质，其相对磁导率_____，（关键词：大于 1，小于 1，等于 1）；若是铁磁质，其磁感应强度和磁场强度是_____（关键词：正比，反比，非线性）的关系。

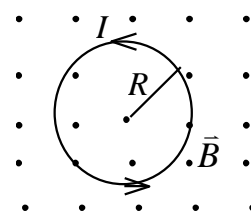
15、光子波长为 λ ，则其能量=_____；动量的大小 =_____；质量=_____。

16、写出二维定态薛定谔方程式_____。

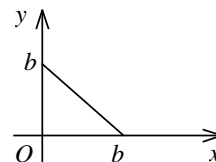
四、计算题（共 4 题，共 30 分）

17、（本题 5 分）一圆线圈的半径为 R ，载有电流 I ，置于均匀外磁场 \vec{B} 中(如图示)。在不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场的情况下，求线圈导线上的张力。

(载流线圈的法线方向规定与 \vec{B} 的方向相同)



18、（本题 5 分）有一三角形闭合导线，如图放置。在这三角形区域中的磁感强度为 $\vec{B} = B_0 x^2 y e^{-ax} \vec{k}$ ，式中 B_0 和 a 是常量， \vec{k} 为 z 轴方向单位矢量，求导线中的感生电动势。



19、（本题 10 分）一个粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a) \quad (0 < x < a)$$

若粒子处于 $n=2$ 的状态，确定概率密度最大和最小的位置，然后计算在 $[0, a/3]$ 区间内粒子出现的概率是多少？

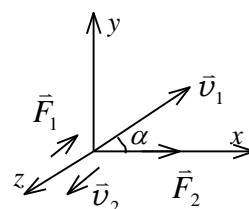
[提示： $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$]

20、（本题 10 分）波长为 $\lambda_0 = 0.500 \text{ \AA}$ 的 X 射线被静止的自由电子所散射，若散射光的波长变为 $\lambda = 0.522 \text{ \AA}$ ，试求反冲电子的动能和动量的大小。

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

五、说明题（共 2 题，共 12 分）

21、（本题 4 分）如图，一个正电荷在 xy 平面内以速度 \vec{v}_1 (\vec{v}_1 的方向与 x 轴正向夹角为 α) 运动时，所受到的磁场作用力为 \vec{F}_1 (\vec{F}_1 的方向与 z 轴正向相反)。若该粒子沿 z 轴以速度 \vec{v}_2 运动时，所受到的磁场力为 \vec{F}_2 (\vec{F}_2 的方向与 x 轴正向一致)，问该磁场的磁感强度 \vec{B} 是什么方向？



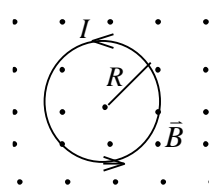
22、（本题 8 分）何谓激光？它有哪些特性？ 实现这些特性的实验装置是什么以及如何实现？

六、讨论题（共 1 题，共 10 分）

23、名词解释：(1) 涡旋电场； (2) 位移电流密度。并写出与这两个概念相关的环路定理及其微分形式。

17. 一圆线圈的半径为 R , 载有电流 I , 置于均匀外磁场 \vec{B} 中(如图示). 在不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场的情况下, 求线圈导线上的张力.

(载流线圈的法线方向规定与 \vec{B} 的方向相同.)



解: 考虑半圆形载流导线 \widehat{CD} 所受的安培力

$$F_m = IB \cdot 2R$$

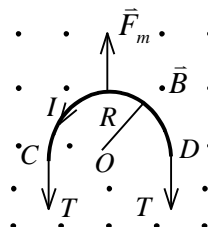
3 分

列出力的平衡方程式 $IB \cdot 2R = 2T$

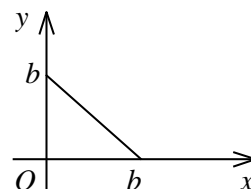
故:

$$T = IBR$$

2 分



18 有一三角形闭合导线, 如图放置. 在这三角形区域中的磁感强度为 $\vec{B} = B_0 x^2 y e^{-at} \vec{k}$, 式中 B_0 和 a 是常量, \vec{k} 为 z 轴方向单位矢量, 求导线中的感生电动势.



解:
$$\Phi = B_0 e^{-at} \int_0^b \int_0^{b-x} x^2 y \, dy \, dx$$

2 分

$$= B_0 e^{-at} \int_0^b x^2 [(b-x)^2 / 2] \, dx$$

1 分

$$= (b^5 / 60) \cdot B_0 e^{-at}$$

2 分

$$\mathcal{E} = -d\Phi/dt = (b^5 / 60) \cdot a B_0 e^{-at}$$

2 分

\mathcal{E} 的方向与 \vec{k} 成右旋关系

1 分

20 解: 入射光子的能量为

$$\varepsilon_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

1

分

散射光子的能量为

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$$

1 分

反冲电子的动能为

$$E_K = \varepsilon_0 - \varepsilon = hc \left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right) = 1.68 \times 10^{-16}$$

3 分

23

答: 涡旋电场: 随时间变化的磁场所产生的电场, 其电场强度线为闭合曲线.

2 分

位移电流密度: 位移电流是变化电场产生的, 其定义为: 电场中某点位移电流密度等于该点电位移矢量的时间变化率.

3 分

大面积答案

1-5 ABCBA 6D (A) 7DBCAD

12 CD 13AD

14 相反; 大于 1; 非线性

15 hc/λ ; h/λ ; $h/(c\lambda)$

$$16 \frac{\partial^2 \Psi(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi(x, y)}{\partial y^2} + V(x, y)\Psi(x, y) = E\Psi(x, y)$$

$$17 F_{CD} = IB2R = 2T, \quad IBR = T$$

$$18 \vec{B} = B_0 x^2 y e^{-at} \vec{k},$$

$$\Phi = B_0 \int_0^b \int_0^{b-x} x^2 y e^{-at} dx dy = B_0 e^{-at} b^5 / 60, \quad \varepsilon = d\Phi/dt = a B_0 e^{-at} b^5 / 60 \quad (3+2)$$

$$19 \psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a), \quad |\psi_n(x)|^2 = 2/a \sin^2(2\pi x/a), \quad .$$

最大值位置, $a/4, 3a/4$; 最小值 0, $a/2, a$; 5 分

$$\int_0^a |\psi_n(x)|^2 dx = (1/3 + \frac{\sqrt{3}}{8\pi}) = 0.4 \quad (3+2)$$

$$20 \varepsilon_0 = h \frac{c}{\lambda_0}, \quad \varepsilon = h \frac{c}{\lambda}, \quad E_k = h \frac{c}{\lambda_0} - h \frac{c}{\lambda} = 1.68 \times 10^{-16} J \quad (5 \text{ 分})$$

做矢量三角形, 得到

$$p^2 = (\frac{h}{\lambda_0})^2 + (\frac{h}{\lambda})^2 - 2 \frac{h}{\lambda_0} \frac{h}{\lambda} \cos \theta \quad (2 \text{ 分})$$

又

$$\lambda - \lambda_0 = h / (m_0 c) (1 - \cos \theta) \quad (2 \text{ 分})$$

得到

$$\cos \theta = 1/12$$

经过近似计算, 得到

$$p = \sqrt{2} \frac{h}{\lambda_0} = 1.7 \times 10^{-23} kgm/s \quad (1 \text{ 分})$$

21 磁感应强度沿着 y 轴的负方向。4 分

22 8 分

激光：Laser，受激辐射光放大。三个特征：1 方向性好 2 单色性好 3 亮度高 (1+3)

实验装置：激励装置，工作物质，光学谐振腔。激励装置提供能量，工作物质要有粒子数

反转特征，谐振腔：1 产生和维持光放大 2 方向性好 3 选频 (4 分)

23 10 分

涡旋电场：时间变化的磁场产生的，为闭合曲线。(2 分)

位移电流密度：随时间变化的电场产生的，为位移电流密度的时间变化率。(3 分)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \iint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \text{ 微分形式: } \nabla \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint \vec{j}_c \cdot d\vec{S} + \iint \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \quad \text{微分形式: } \nabla \times \vec{H} = \vec{j}_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (1+2 \text{ 分})$$