

华东交通大学 2016—2017 学年第一学期考试卷

(注意: 不需答题纸, 直接在试题预留位置处作答) (B) 卷

课程名称: 大学物理 I 考试时间: 120 分钟 考试方式: 闭卷

题号	一	二	三	四 18	五 19	六 20	七 21	八 22	九	十	总分
题分	18	18	20	9	9	9	9	8			
得分											
阅卷人											

一、选择题 (每题 3 分, 共 18 分)

- 两个彼此平行的三角形和矩形载流线圈, 面积相等且通以相同的电流, 将它们放置在同一个均匀磁场中, 则两线圈所受到的:

(A) 磁场力相等, 磁力矩相等; (B) 磁场力不相等, 磁力矩相等;
(C) 磁场力相等, 磁力矩不相等; (D) 磁场力不相等, 磁力矩不相等。 []
- 一个平行板电容器, 充电后与电源断开, 当用绝缘手柄将电容器两极板的距离拉大, 则两极板间的电势差 U_{12} 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化:

(A) U_{12} 减小, E 减小, W 减小; (B) U_{12} 增大, E 增大, W 增大;
(C) U_{12} 增大, E 不变, W 增大; (D) U_{12} 减小, E 不变, W 不变。 []
- 将点电荷 Q 从无限远处移到相距为 $2a$ 的点电荷 q 与 $-q$ 的中点处, 则电势能的增加为:

(A) 0; (B) $qQ/4\pi\epsilon_0 a$; (C) $qQ/2\pi\epsilon_0 a$; (D) $-qQ/2\pi\epsilon_0 a$ 。 []
- 在真空中的正立方体顶点 A 处放一带电量为 Q 的点电荷, 则通过正立方体侧面 $ABCD$ 的电场强度通量为:

(A) 0; (B) $\frac{Q}{\epsilon_0}$; (C) $\frac{Q}{24\epsilon_0}$; (D) $\frac{Q}{6\epsilon_0}$ 。 []
- 设无穷远处为电势零点, 已知均匀带有电量为 Q 的细圆环, 当其半径增大时, 则圆心处的场强 E 的大小及电势 U 将:

(A) E 减小, U 增大; (B) E 减小, U 减小;
(C) E 不变, U 增大; (D) E 不变, U 减小。 []
- 波长 $\lambda=500\text{nm}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda=10^{-4}\text{nm}$, 则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq h$ 可得光子坐标 x 的不确定量至少为:

(A) 25 cm; (B) 50 cm; (C) 250 cm; (D) 500 cm。 []

二、填空题 A (每题 3 分, 共 18 分)

得分	评阅人

7. 用导线制成一半径为 $r=10\text{cm}$ 的圆形闭合线圈, 其电阻 $R=10\Omega$. 均匀磁场垂直于线圈平面。欲使电路中有一稳定的感应电流 $I=0.01\text{A}$, 则 B 的变化率 $dB/dt=$ _____。

8. 电流元 $I d\vec{l}$ 在磁场中某处沿 x 轴正向放置时不受力, 把此电流元转到沿 y 轴正向放置, 受到的安培力沿 z 轴正向, 该电流元所在处磁感应强度沿_____方向。

9. 某金属产生光电效应的红限波长为 500nm , 当用波长为 400nm 的单色光照射该金属时, 从金属中逸出的光电子的德布罗意波长为_____ nm 。

(电子质量为 $m=9.1\times 10^{-31}\text{kg}$) (普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$)

10. 两同心薄金属球壳, 半径分别为 R_1 、 R_2 ($R_2>R_1$), 若分别带上电量 q_1 、 q_2 的电荷, 两者电势分别为 U_1 、 U_2 , 现用导线将两球壳连接, 则它们的电势 $U=$ _____。

11. 真空中横截面半径为 a 长为 l ($l>>a$) 的密绕长直螺线管, 单位长度上的匝数为 n , 则此螺线管的自感系数为 $L=$ _____。

12. 已知一维无限深势阱中粒子的波函数为 $\Psi=A\sin(2\pi x/a)$ ($0\leq x\leq a$), 则归一化常数 $A=$ _____。

二、填空题 B (每题 4 分, 共 20 分)

得分	评阅人

13. 在光电效应实验中, 若保持入射光的强度不变, 增大入射光的频率, 则饱和电流 I_m 将_____, (增大, 减小或不变);

遏止电压 U_a 将_____ (增大, 减小或不变)。

14. 静电场的高斯定理表明静电场是_____场; 电量为 q 的点电荷在静电场中沿任一闭合路径运动一周电场力做功为_____。

15. 载电流为 I 、磁矩为 P_m 的单匝线圈, 置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 若 P_m 与 B 的方向相同, 则通过线圈的磁通量 ϕ 为_____; 线圈所受的磁力矩 M 的大小为_____。

16. 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, 则线圈中心的磁感应强度是原来的_____倍; 线圈的磁矩是原来的_____倍。

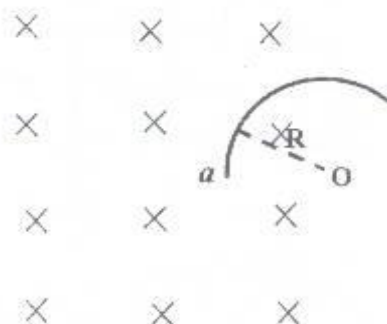
17. 设大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态, 它们跃迁时发射出一簇光谱线, 这簇光谱线最多可能有_____条, 其中最短的波长是_____ nm 。

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

四、综合计算题（共 44 分）

18. 如图所示，一半径为 R 的半圆形导体放置在均匀磁场 B 中，半圆形导体平面与磁场垂直，并绕过 a 点且垂直纸面的轴以角速度 ω 顺时针匀速转动，求半圆形导体上的动生电动势大小与方向，并判断哪点电势高。（9 分）

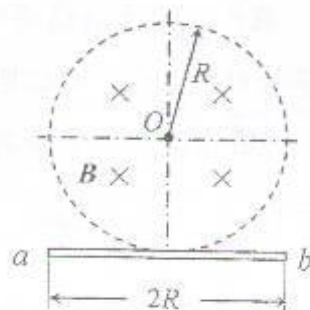
得分	评阅人



19. 在半径为 R 的圆柱形空间存在着均匀磁场 B ， B 的方向与柱的轴线平行；有一长为 $2R$ 的金属棒 ab 放在磁场外且与圆柱形均匀磁场相切，切点为金属棒的中点，金属棒与磁场 B 的轴线垂直，如图所示，

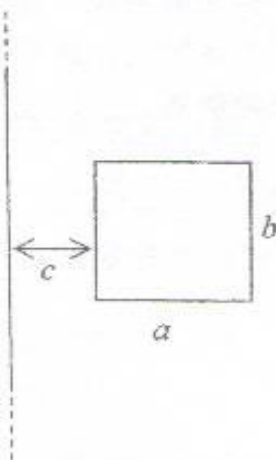
得分	评阅人

设 B 随时间的变化率 dB/dt 为大于零的常量 k ；求：棒上感应电动势的大小，并指出哪一个端点的电势高。（9 分）



20. 一无限长直导线旁有一边长分别为 a 和 b 的矩形线圈，线圈与导线共面，且长度为 b 的边与无限长直导线平行，如图，求它们之间的互感系数。(9 分)

得分	评阅人



21. 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_1 < R_2$) 的两个均匀带电球面同心放置，已知内、外球面之间的电势差为 U ，求两球面间半径为 r 处的电场强度大小。(9 分)

得分	评阅人

22. 氢原子的光谱线系中，有一光谱线的波长为 $\lambda = 434nm$ ，试求：(1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特；

得分	评阅人

(2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到 E_k 产生的， n 和 k 各为多少。(8 分)

二、填空题 A (每题 3 分, 共 18 分)

得分	评阅人

7. 用导线制成一半径为 $r=10\text{cm}$ 的圆形闭合线圈, 其电阻 $R=10\Omega$.

均匀磁场垂直于线圈平面。欲使电路中有一稳定的感应电流

$I=0.01\text{A}$, 则 B 的变化率 $dB/dt = 10/\pi$ 。

8. 电流元 $I\vec{dl}$ 在磁场中某处沿 x 轴正向放置时不受力, 把此电流元转到沿 y 轴正向放置, 受到的安培力沿 z 轴正向, 该电流元所在处磁感应强度沿 z 方向。

9. 某金属产生光电效应的红限波长为 500nm , 当用波长为 400nm 的单色光照射该金属时, 从金属中逸出的光电子的德布罗意波长为 1.55nm 。

(电子质量为 $m=9.1\times 10^{-31}\text{kg}$) (普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$)

10. 两同心薄金属球壳, 半径分别为 R_1 、 $R_2(R_2>R_1)$, 若分别带上电量 q_1 、 q_2 的电荷, 两者电势分别为 U_1 、 U_2 , 现用导线将两球壳连接, 则它们的电势 $U=U_2$ 。

11. 真空中横截面半径为 a 长为 $l(l>a)$ 的密绕长直螺线管, 单位长度上的匝数为 n , 则此螺线管的自感系数为 $L=\mu n^2 \pi a^2 l$ 。

12. 已知一维无限深势阱中粒子的波函数为 $\psi=A\sin(2\pi x/a)$ ($0\leq x\leq a$), 则归一化常数 $A=\sqrt{2/a}$ 。

二、填空题 B (每题 4 分, 共 20 分)

得分	评阅人

13. 在光电效应实验中, 若保持入射光的强度不变, 增大入射光的频率, 则饱和电流 I_m 将小, (增大, 减小或不变);

遏止电压 U_a 将大 (增大, 减小或不变)。

14. 静电场的高斯定理表明静电场是保守场; 电量为 q 的点电荷在静电场中沿任一闭合路径运动一周电场力做功为 0。

15. 载电流为 I 、磁矩为 P_m 的单匝线圈, 置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 若 P_m 与 B 的方向相同, 则通过线圈的磁通量 ϕ 为 P_m/I ; 线圈所受的磁力矩 M 的大小为 0。

16. 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, 则线圈中心的磁感应强度是原来的 4 倍; 线圈的磁矩是原来的 0.5 倍。

17. 设大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态, 它们跃迁时发射出一簇光谱线, 这簇光谱线最多可能有 6 条, 其中最短的波长是 97.5nm 。

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

四、综合计算题 (共 44 分)

18. 如图所示, 一半径为 R 的半圆形导体放置在均匀磁场 B 中, 半圆形导体平面与磁场垂直, 并绕过 a 点且垂直纸面的轴以角速度 ω 顺时针匀速转动, 求半圆形导体上的动生电动势大小与方向, 并判断哪点电势高。(9 分)

得分	评阅人
6	

解:

$$\mathcal{E} = \int_0^{2R} B \omega l dl$$

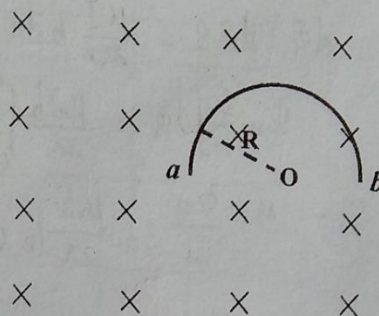
$$= B \omega \frac{l^2}{2} \Big|_0^{2R}$$

$$= 2B\omega R^2$$

$\therefore$ 半圆形导体上的动生电动势大小为 $2B\omega R^2$

方向由 a 到 b

b 点电势高



19. 在半径为 R 的圆柱形空间中存在着均匀磁场 B , B 的方向与柱的轴线平行; 有一长为 $2R$ 的金属棒 ab 放在磁场外且与圆柱形均匀磁场相切, 切点为金属棒的中点, 金属棒与磁场 B 的轴线垂直, 如图所示,

得分	评阅人
9	

设 B 随时间的变化率 dB/dt 为大于零的常量 k ; 求: 棒上感应电动势的大小, 并指出哪一个端点的电势高。(9 分)

解:

$$\oint_L E_v \cdot dl = - \iint_S \frac{\partial B}{\partial t} ds$$

$$E_v \cdot 2\pi r = -k\pi R^2$$

$$E_v = -\frac{kR^2}{2r}$$

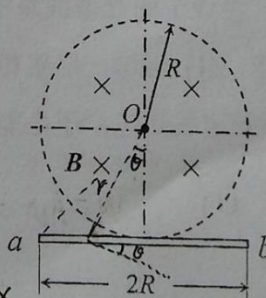
$$d\mathcal{E} = \int_L E_v \cdot dl \quad \cos\theta = \frac{R}{r}$$

$$= \int_L E_v \cos\theta \cdot dl$$

$$= \int \frac{kR^2}{2r} \cdot \frac{R}{r} dl$$

$$= \int \frac{kR^3}{2r^2} dl = \int \frac{kR^3}{2(R^2+x^2)} dx$$

$$= \frac{k\pi R^2}{4}$$



$\therefore$ 棒上感应电动势大小为 $\frac{k\pi R^2}{4}$

b 端电势高

20. 一无限长直导线旁有一边长分别为 a 和 b 的矩形线圈，线圈与导线共面，且长度为 b 的边与无限长直导线平行，如图，求它们之间的互感系数。(9分)

得分	评阅人
9	

解：设中通有电流 I $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

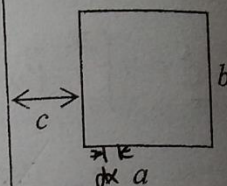
$$d\Phi = dB \cdot S = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dx$$

$$\therefore \Phi_{21} = \int d\Phi = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \int_c^{c+a} \frac{1}{x} dx = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln(1 + \frac{a}{c})$$

$$\therefore M = \frac{\Phi_{21}}{I_1} = \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln(1 + \frac{a}{c})$$

$\therefore$ 二者之间的互感系数

$$\text{为 } \frac{\mu_0 b}{2\pi} \ln(1 + \frac{a}{c})$$



21. 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_1 < R_2$) 的两个均匀带电球面同心放置，已知内、外球面之间的电势差为 U ，求两球面间半径为 r 处的电场强度大小。(9分)

得分	评阅人
9	

解：设 R_1 球带电量为 Q_1 $E \cdot S = \frac{Q_1}{\epsilon_0}$

$$\therefore E = \frac{Q_1}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

$$dU = d(E \cdot r) = \frac{Q_1}{4\pi \epsilon_0 r^2} dr \quad \therefore U = \int dU = \frac{Q_1}{4\pi \epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{r^2} dr = \frac{Q_1 (R_2 - R_1)}{4\pi \epsilon_0 R_1 R_2}$$

$$\therefore Q_1 = \frac{4\pi \epsilon_0 R_1 R_2 U}{R_2 - R_1}$$

$\therefore$ 两球面间半径为 r 处的电场强度大小为： $E = \frac{R_1 R_2 U}{(R_2 - R_1) r^2}$

22. 氢原子的光谱线系中，有一光谱线的波长为 $\lambda = 434\text{nm}$ ，

试求：(1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特；

(2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到 E_k 产生的， n 和 k 各为多少。(8分)

得分	评阅人
8	

解：(1) $W = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{434 \times 10^{-9}} \text{ J} = 4.58 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $= 2.86 \text{ eV}$

(2) $W = h\nu = E_1 (\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2}) \Rightarrow \frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} = 0.21 \text{ eV}$
 当 $k=2, n=5$ 时
 $\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{1}{4} - \frac{1}{25} = 0.21 \text{ eV}$
 $\therefore \begin{cases} n=5 \\ k=2 \end{cases}$