

期末测试练习

单选题 3分

1 边长为 L 的一个导体方框上通有电流 I , 则此框中心的磁感强度
(A) 与 L 无关. (B) 正比于 L^2 .
(C) 与 L 成正比. (D) 与 L 成反比. (E) 与 I^2 有关.

A B C D

提交

单选题 3分

2 一张气泡室照片表明, 质子的运动轨迹是一半径为 10 cm 的圆弧, 运动轨迹平面与磁场垂直, 磁感强度大小为 0.3 Wb/m^2 . 该质子动能的数量级为 []

(A) 0.01 MeV. (B) 0.1 MeV. (C) 1 MeV. (D) 10 MeV. (E) 100 MeV.

(已知质子的质量 $m=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 电荷 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

A B C D

提交

单选题 3分

3 如图, 在一固定的载流大平板附近有一载流小线框能自由转动或平动. 线框平面与大平板垂直. 大平板的电流与线框中电流方向如图所示, 则通电线框的运动情况对着从大平板看是: []

(A) 靠近大平板. (B) 顺时针转动.
(C) 逆时针转动. (D) 离开大平板向外运动.



A B C D

提交

单选题 3分

4 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 $1/2$.

A B C D

提交

单选题 3分

5 在真空中一个通有电流的线圈 a 所产生的磁场内有另一个线圈 b ， a 和 b 相对位置固定。若线圈 b 中电流为零(断路)，则线圈 b 与 a 间的互感系数： []

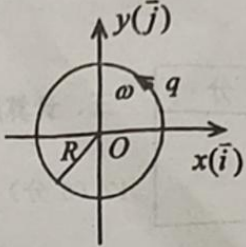
(A) 一定为零. (B) 一定不为零.
(C) 可为零也可不为零，与线圈 b 中电流无关. (D) 是不可能确定的.

A B C D

提交

单选题 3分

6 如图所示。一电荷为 q 的点电荷，以匀角速度 ω 作圆周运动，圆周的半径为 R 。设 $t=0$ 时 q 所在点的坐标为 $x_0=R, y_0=0$ ，以 \vec{i} 、 \vec{j} 分别表示 x 轴和 y 轴上的单位矢量，则圆心处 O 点的位移电流密度为： []



(A) $\frac{q\omega}{4\pi R^2} \sin \omega t \vec{i}$ (B) $\frac{q\omega}{4\pi R^2} \cos \omega t \vec{j}$

(C) $\frac{q\omega}{4\pi R^2} \vec{k}$ (D) $\frac{q\omega}{4\pi R^2} (\sin \omega t \vec{i} - \cos \omega t \vec{j})$

A B C D

提交

单选题 3分

7 自感为 0.25 H 的线圈中，当电流在 $(1/16) \text{ s}$ 内由 2 A 均匀减小到零时，线圈中自感电动势的大小为：[]

(A) $7.8 \times 10^3 \text{ V}$. (B) $3.1 \times 10^2 \text{ V}$. (C) 8.0 V . (D) 12.0 V .

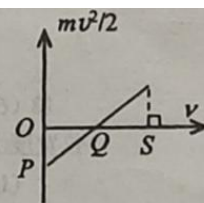
A B C D

提交

单选题 3分

8 光电效应中发射的光电子最大初动能随入射光频率 ν 的变化关系如图所示。由图中的

(A) OQ (B) OP (C) OP/OQ (D) QS/OS
可以直接求出普朗克常量。



A B C D

提交

单选题 3分

9 光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射。若反冲电子的能量为 0.1 MeV ，则散射光波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 λ_0 之比为 []

(A) 0.20. (B) 0.25. (C) 0.30. (D) 0.35.

A B C D

提交

单选题 3分

10 根据玻尔氢原子理论，氢原子中的电子在第一和第三轨道上运动时速度大小之比 v_1/v_3 是
(A) $1/9$. (B) $1/3$. (C) 3 . (D) 9 .

A B C D

提交

单选题 3分

11 在氢原子的 K 壳层中，电子可能具有的量子数 (n, l, m_l, m_s) 是 []
(A) $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$. (B) $(1, 0, -1, \frac{1}{2})$. (C) $(1, 1, 0, -\frac{1}{2})$. (D) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$.

A B C D

提交

单选题 3分

12 在激光器中利用光学谐振腔

- (A) 可提高激光束的方向性,而不能提高激光束的单色性.
- (B) 可提高激光束的单色性,而不能提高激光束的方向性.
- (C) 可同时提高激光束的方向性和单色性.
- (D) 既不能提高激光束的方向性也不能提高其单色性.

A B C D

提交

主观题 4分

13. 长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成,两导体中有等值反向均匀电流 I 通过,其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质. 介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁场强度的大小 $H =$ _____, 磁感强度的大小 $B =$ _____.

$$I / (2\pi r)$$

$$\mu I / (2\pi r)$$

提交

主观题 3分

14. 平行板电容器的电容 C 为 $20.0 \mu\text{F}$ ，两板上的电压变化率为 $dU/dt = 1.50 \times 10^5 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$ ，则该平行板电容器中的位移电流为_____.

_3A

提交

主观题 3分

15. 产生激光的必要条件：激励能源，_____，光学谐振腔。

粒子数反转（受激辐射）

提交

主观题 3分

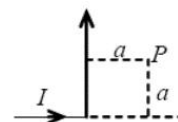
16. 1921 年斯特恩和革拉赫在实验中发现：一束处于 s 态的原子射线在非均匀磁场中分裂为两束，对于这种分裂用电子轨道运动的角动量空间取向量子化难于解释，只能用_____来解释。

电子自旋的角动量的空间取向量子化。

提交

主观题 5分

17. 一无限长载有电流 I 的直导线在一处折成直角， P 点位于导线所在平面内，距一条折线的延长线和另一条导线的距离都为 a ，如图。求 P 点的磁感强度 \vec{B} 。



解：两折线在 P 点产生的磁感强度分别为：

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad \text{方向为} \otimes$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad \text{方向为} \odot$$

$$B = B_1 - B_2 = \sqrt{2} \mu_0 I / (4\pi a) \quad \text{方向为} \otimes$$

提交

主观题 6分

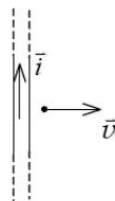
18. 有一无限大平面导体薄板, 自下而上均匀通有电流, 已知其面电流密度为 i (即单位宽度上通有的电流强度).

(1) 试求板外空间任一点磁感强度的大小和方向.

(2) 有一质量为 m , 带正电荷 q 的粒子, 以速度 v 沿平板法线方向向外运动(如图), 求:

(a) 带电粒子最初至少在距板什么位置处才不与大平板碰撞?

(b) 需经多长时间, 才能回到初始位置(不计粒子重力)?



解: (1) 由安培环路定理:

$$B = \frac{1}{2} \mu_0 i \quad (\text{大小}) \quad \text{方向: 在板右侧垂直纸面向里}$$

(2) 由洛伦兹力公式可求

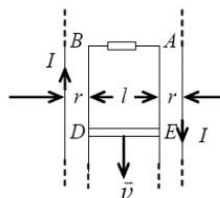
$$R = mv / (qB) \quad (\text{至少从距板 } R \text{ 处开始向外运动})$$

$$\text{返回时间} \quad T = 2\pi R / v = 4\pi m / (q\mu_0 i)$$

提交

主观题 8分

19. 在相距 $2r+l$ 的平行长直载流导线中间放置一固定的 Π 字形支架, 如图. 该支架由硬导线和一电阻串联而成且与载流导线在同一平面内. 两长直导线中电流的方向相反, 大小均为 I . 金属杆 DE 垂直嵌在支架两臂导线之间, 以速度 v 在支架上滑动, 求此时 DE 中的感应电动势.



解: 取 DE 中点为坐标原点 O . 在 DE 上距 O 为 x 处取线元 dx , 则 dx 处的磁场

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left[\frac{1}{r + \frac{l}{2} - x} + \frac{1}{r + \frac{l}{2} + x} \right] \quad 3 \text{ 分}$$

杆运动时杆上 dx 段切割磁力线其感应电动势为

$$d\mathcal{E}_i = vB dx = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \left[\frac{dx}{r + \frac{l}{2} - x} + \frac{dx}{r + \frac{l}{2} + x} \right]$$

$$\text{整个杆上的感应电动势} \quad \mathcal{E}_i = \int_{-l/2}^{l/2} d\mathcal{E}_i = \frac{\mu_0 Iv}{\pi} \ln \frac{r+l}{r}$$

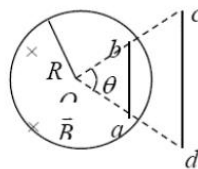
方向从 D 向 E .

5 分

提交

主观题 6分

20 (2151, 6 分) 均匀磁场 \vec{B} 被限制在半径 $R=10\text{ cm}$ 的无限长圆柱空间内, 方向垂直纸面向里. 取一固定的等腰梯形回路 $abcd$, 梯形所在平面的法向与圆柱空间的轴平行, 位置如图所示. 设磁感强度以 $\text{dB}/\text{dt}=1\text{ T/s}$ 的匀速率增加, 已知 $\theta=\frac{1}{3}\pi$, $\overline{Oa}=\overline{Ob}=6\text{ cm}$, 求等腰梯形回路中感生电动势的大小和方向.



解: 大小: $\mathcal{E}=|\text{d}\Phi/\text{d}t|=S\text{dB}/\text{d}t$

1 分

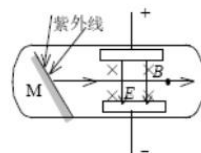
$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= S\text{dB}/\text{d}t = \left(\frac{1}{2}R^2\theta - \frac{1}{2}\overline{Oa}^2 \cdot \sin\theta\right)\text{dB}/\text{d}t \\ &= 3.68\text{ mV}\end{aligned}$$

方向: 沿 $adcb$ 绕向.

提交

主观题 8分

21. 如图所示, 某金属 M 的红限波长 $\lambda_0=260\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 今用单色紫外线照射该金属, 发现有光电子放出, 其中速度最大的光电子可以匀速直线地穿过互相垂直的均匀电场(场强 $E=5\times 10^3\text{ V/m}$)和均匀磁场(磁感应强度为 $B=0.005\text{ T}$)区域, 求:



(1) 光电子的最大速度 v .

(2) 单色紫外线的波长 λ .

(电子静止质量 $m_e=9.11\times 10^{-31}\text{ kg}$, 普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$)

提交

解：(1) 当电子匀速直线地穿过互相垂直的电场和磁场区域时，电子所受静电力与洛伦兹力相等，即 $eE = evB$ 2分

$$v = E/B = 10^6 \text{ m/s} \quad \text{1分}$$

(2) 根据爱因斯坦光电理论，则有

$$hc/\lambda = hc/\lambda_0 + \frac{1}{2}m_e v^2 \quad \text{2分}$$

$$\therefore \lambda = \frac{\lambda_0}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{m_e v^2 \lambda_0}{hc} \right)} \quad \text{2分}$$

$$= 1.63 \times 10^{-7} \text{ m} = 163 \text{ nm} \quad \text{1分}$$

主观题 8分

22. 粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

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

若粒子处于第二激发态，求（1）它的动能，（2）在整个区间内概率密度最大的位置，（3）在 $3a/4 - a$ 区间内出现的概率。

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

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

(1) 驻波. $n\frac{a}{2} = a$. $\lambda = \frac{2a}{n}$ $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{nh}{2a}$. $E_k = \frac{p^2}{2m} = \frac{n^2 h^2}{8ma^2} = \frac{9h^2}{8ma^2}$ $n=3$

(2) $|\psi_3|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi}{a}x$. 最大值 $x = \frac{a}{6}, \frac{a}{2}, \frac{5a}{6}$. $\therefore P = \int_{3a/4}^a |\psi_3|^2 dx = \frac{1}{4}$

得分 四、简答题（每小题5分，共10分）

提交

主观题 5分

23. 简述方程 $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I + \iint_S \frac{\partial}{\partial t} \vec{D} \cdot d\vec{S}$ 中各项的意义, 并简述这个方程揭示了什么规律.

答: 此式说明, 磁场强度 \vec{H} 沿闭合环路 L 的环流, 由回路 L 所包围的传导电流、运流电流和位移电流的代数和决定. 这是全电流定律的数学表示, 3分
它的物理意义是: 不仅传导电流、运流电流可激发磁场, 位移电流(即变化的电场)也同样可在其周围空间激发磁场. 2分

提交

主观题 5分

24. 根据量子力学理论, 氢原子中电子的运动状态可用 n, l, m_l, m_s 四个量子数来描述. 试说明它们各自确定什么物理量以及相应的取值范围?

答: 主量子数 n 大体上确定原子中电子的能量.
角量子数 l 确定电子轨道的角动量.
磁量子数 m_l 确定轨道角动量在外磁场方向上的分量.
自旋磁量子数 m_s 确定自旋角动量在外磁场方向上的分量.

提交

主观题 6分

提交

主观题 5分

提交