

## 浙江大学 20\_20 - 20\_21 学年 秋冬 学期

## 《大学物理乙 2》课程期末考试试卷 (A)

课程号: 761T0040, 开课学院: 物理系考试试卷: A 卷、B 卷 (请在选定项上打  $\checkmark$ )考试形式: 闭  $\checkmark$ 、开卷 (请在选定项上打  $\checkmark$ ), 允许带 无存储功能的计算器 入场考试日期: 2021 年 1 月 23 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪.

考生姓名 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 所属院系 \_\_\_\_\_ 任课老师 \_\_\_\_\_ 序号 \_\_\_\_\_

题序	填空	一	二	三	四	五	六	总分
得分								
评卷人								

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

基本电荷  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

真空介电常数  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$

电子质量  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

真空磁导率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

真空中光速  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

里德伯常数  $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特  $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

氢原子质量  $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

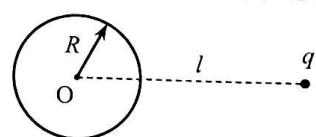
维恩位移定律常数  $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

斯忒潘-玻尔兹曼常数  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

## 一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

1. (本题 4 分) 1382

半径为  $R$  的金属球原来不带电, 在球外离球心  $O$  的距离为  $l$  处放一点电荷, 电量为  $q$ , 如图所示. 若取无穷远处为电势零点, 则静电平衡后金属球表面处的电势  $V$  = \_\_\_\_\_.

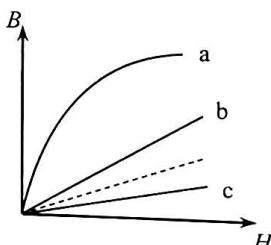


2. (本题 4 分) w001

一长直载流导线, 沿空间直角坐标系的  $Oy$  轴放置, 电流沿  $y$  轴正向, 在原点  $O$  点处取一电流元  $Idl$ , 则该电流元在  $(a, 0, 0)$  处产生的磁感应强度大小为 \_\_\_\_\_, 方向为 \_\_\_\_\_.

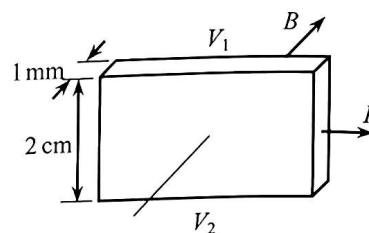
3. (本题 4 分) w002

如图所示为几种不同磁介质的  $B$ - $H$  关系曲线, 其中虚线表示的  $B$ - $H$  关系为  $B = \mu_0 H$ , a 表示铁磁质的  $B$ - $H$  关系曲线, 则 b 表示 \_\_\_\_\_ 的  $B$ - $H$  关系曲线; c 表示 \_\_\_\_\_ 的  $B$ - $H$  关系曲线.



4. (本题 4 分) y001

将一宽为 2.0 cm、厚为 1.0 mm 的铜片放在  $B = 1.5 \text{ T}$  的磁场中, 铜片中载有 200 A 的电流。如果铜的载流子浓度  $n = 8.4 \times 10^{28} / \text{m}^3$ , 则在铜片两侧之间的霍尔电势差  $V_H = \underline{\hspace{2cm}}$  V.

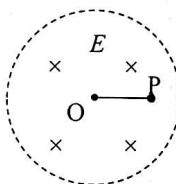


5. (本题 4 分) w003

将电阻  $R = 10 \Omega$  的导线制成一半径为  $r = 10 \text{ cm}$  的闭合圆形线圈, 并放置于均匀磁场中, 磁场方向垂直于线圈平面。欲使导线中形成  $i = 0.01 \text{ A}$  的稳定感应电流, 磁感应强度  $B$  的变化率应为  $\frac{dB}{dt} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ T/s}$ .

6. (本题 4 分) w004

如图所示为一圆柱体的横截面, 圆柱体内有一均匀电场  $E$ , 其方向垂直于纸面向内,  $E$  的大小随时间  $t$  线性增加。圆柱体内某点 P 离开轴线的距离为  $r$ , 则 P 点处位移电流密度的方向为 \_\_\_\_\_; 位移电流在 P 点处所激发磁场的方向为 \_\_\_\_\_.



7. (本题 4 分) 3162

真空中波长为  $\lambda$  的单色光, 在折射率为  $n$  的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B, 若 A、B 两点相位差为  $3\pi$ , 则此路径 AB 的光程为 \_\_\_\_\_.

8. (本题 4 分) t001

水的折射率为 1.33, 玻璃的折射率为 1.50。当光由水中射向玻璃而反射时, 起偏角为 \_\_\_\_\_。当光由玻璃射向水中而反射时, 起偏角又为 \_\_\_\_\_。

9. (本题 4 分) y002

在通常亮度下, 人眼瞳孔直径约为 3 mm, 对波长为 550 nm 的绿光, 人眼的最小分辨角约为 \_\_\_\_\_ rad.

10. (本题 4 分) w005

当用波长为 310 nm 的紫外光照射逸出功为 2.0 eV 的金属材料时, 光电子的最大初动能是 \_\_\_\_\_ eV.

11. (本题 4 分) y003

一个质量为  $m = 1 \text{ kg}$ 、速度为  $v = 10 \text{ m/s}$  的足球, 其德布罗意波的波长为  $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ , 一个动能为 100 eV 的电子, 其德布罗意波长  $\lambda_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ .

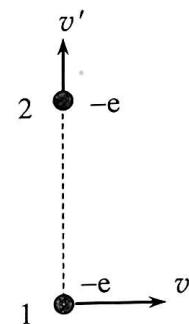
12. (本题 4 分) y004

氢光谱中, 莱曼系的最短波长为  $\lambda_{\min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$ , 莱曼系的最长波长  $\lambda_{\max} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$ .

## 二、计算题：（共 6 题，共 52 分。）

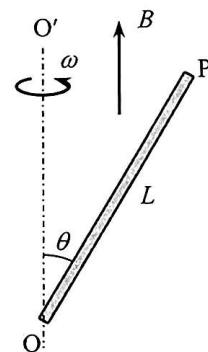
### 1. (本题 8 分) j001

两个电子在同一平面内沿互相垂直的方向运动，速度分别为  $v = 3.0 \times 10^6 \text{ m/s}$  和  $v' = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 。当它们在如图所示的位置且相距为  $8.0 \times 10^{-11} \text{ m}$  时，试求第一个电荷作用在第二个电荷上的磁力和第二个电荷作用在第一个电荷上的磁力。



### 2. (本题 8 分) w006

如图所示，长为  $L$  的导体棒  $OP$ ，处于均匀磁场中，并绕  $OO'$  轴以角速度  $\omega$  旋转，棒与转轴间的夹角恒为  $\theta$ ，磁感应强度  $B$  与转轴平行。试求  $OP$  棒转到图示位置时的感应电动势。



### 3. (本题 8 分) 3195

用波长  $\lambda = 500 \text{ nm}$  的单色光作牛顿环实验，测得第  $k$  个暗环半径  $r_k = 4 \text{ mm}$ ，第  $k+10$  个暗环半径  $r_{k+10} = 6 \text{ mm}$ ，试求平凸透镜的凸面的曲率半径  $R$ 。

## 4. (本题8分) 3222

一束由两种波长 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 所组成的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长 $\lambda_1$ 的第三级主极大衍射角和 $\lambda_2$ 的第四级主极大衍射角均为 $30^\circ$ . 已知 $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$ , 试求:

- (1) 光栅常数 $a+b$ ;
- (2) 波长 $\lambda_2$ .

## 5. (本题 10 分) 5233

设康普顿效应中入射X射线(伦琴射线)的波长 $\lambda = 0.0700 \text{ nm}$ , 散射的X射线与入射的X射线垂直, 试求:

- (1) 反冲电子的动能  $E_k$ ;
- (2) 反冲电子运动的方向与入射的X射线之间的夹角 $\theta$ .

(计算结果、中间结果均取3位有效数字)

## 6. (本题 10 分) w007

粒子在宽度为 $a$ 的一维矩形无限深势阱中运动, 若粒子处于某定态时, 势阱内的定态波函数为:  $\Psi(x) = A \sin \frac{3\pi x}{a}$ ,  $0 < x < a$ , 势阱外各处都为零. 试求:

- (1) 归一化常量 $A$ ;
- (2) 势阱内各处发现粒子的概率密度;
- (3) 在 $0 < x < a/3$ 区域发现粒子的概率.

## 2020–2021 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期末考试参考解答 (A)

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

$$1. U_R = U_O = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} + \frac{\sum q}{4\pi\epsilon_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}$$

$$2. d\bar{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\bar{l} \times \hat{r}}{r^2}, dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin 90^\circ}{a^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{a^2}; z 轴负方向.$$

3. 顺磁质；抗磁质.

$$4. V_H = \frac{1}{nq} \frac{IB}{d} = \frac{200 \times 1.5}{8.4 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^{-3}} = 2.23 \times 10^{-5} (V) = 22.3 \mu V$$

$$5. \varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt}, i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{\pi r^2}{R} \frac{dB}{dt}, \frac{dB}{dt} = -\frac{iR}{\pi r^2} = -3.18 T/s$$

$$6. \vec{j}_d = \frac{d\bar{D}}{dt} = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{d\bar{E}}{dt}, \text{ 垂直纸面向内；顺时针切向或竖直向下}$$

$$7. \delta = \frac{\Delta\phi}{2\pi} \lambda = \frac{3\pi}{2\pi} \lambda = 1.5\lambda$$

$$8. \tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.5}{1.33}, i_0 = 48^\circ 26'; \tan i'_0 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.33}{1.5}, \text{ 得 } i'_0 = 41^\circ 34'$$

$$9. \theta_i = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 2.24 \times 10^{-4}$$

$$10. E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 4.01 \text{ eV}, \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W = 2.01 \text{ eV}$$

$$11. \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = 6.63 \times 10^{-35} (\text{m}), \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = 1.23 \times 10^{-10} (\text{m})$$

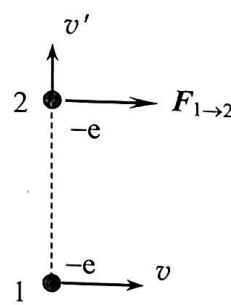
$$12. \frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right), \lambda_{\min} = 91.2 \text{ nm}; \frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right), \lambda_{\max} = 121.5 \text{ nm}$$

二、计算题：(共 52 分)

$$1. \bar{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\bar{v} \times \bar{r}}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\bar{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

$B_{2 \rightarrow 1} = 0, B_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2}$ , 方向垂直纸面向里. 故有:  $F_{2 \rightarrow 1} = 0$

$$\bar{F}_{1 \rightarrow 2} = -e\bar{v}' \times \bar{B}_{12}, F_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 e^2 vv'}{4\pi r^2} = 1.2 \times 10^{-12} (\text{N}), \text{ 方向如图}$$

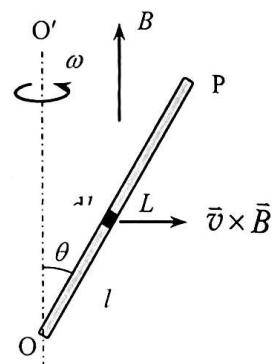


2. 设动生电动势  $O \rightarrow P$ ,  $d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \bullet d\vec{l} = vB \sin 90^\circ dl \cos(90^\circ - \theta)$

$$= \omega r B \sin 90^\circ dl \sin \theta = \omega l \sin \theta \cdot B \sin 90^\circ dl \sin \theta = B \omega l \sin^2 \theta dl$$

$$\varepsilon = \int_0^L B \omega l \sin^2 \theta dl = \frac{1}{2} BL^2 \omega \sin^2 \theta$$

动生电动势  $O \rightarrow P$



$$3. r_k = \sqrt{k\lambda R}, \quad r_{k+10} = \sqrt{(k+10)\lambda R}$$

$$R = \frac{(r_{k+10}^2 - r_k^2)}{10\lambda} = 4 \text{ m}$$

$$4. (1) (a+b) \sin 30^\circ = 3\lambda_1, \quad a+b = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ cm} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ nm}$$

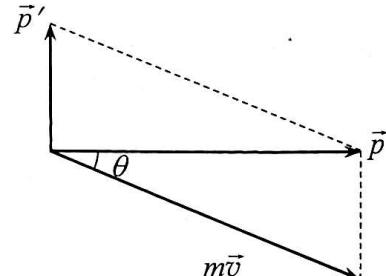
$$(2) (a+b) \sin 30^\circ = 4\lambda_2, \quad \lambda_2 = \frac{(a+b) \sin 30^\circ}{4} = 420 \text{ nm} = 420 \text{ nm}$$

$$5. \Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \varphi) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \frac{\pi}{2}) = 0.0024 \text{ nm}, \quad \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} = 0.0724 \text{ nm}$$

$$(1) m_e c^2 + h\nu = h\nu' + mc^2, \quad \text{且 } E_k = mc^2 - m_e c^2$$

$$E_k = h\nu - h\nu' = \frac{hc(\lambda' - \lambda)}{\lambda\lambda'} = 9.42 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$(2) mv = \sqrt{p^2 + p'^2} = \sqrt{\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2}$$



$$\cos \theta = \frac{p}{mv} = \frac{h/\lambda}{\sqrt{(h/\lambda)^2 + (h/\lambda')^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\lambda/\lambda')^2}}, \quad \theta = \cos^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 + (\lambda/\lambda')^2}} = 44.0^\circ$$

$$6. (1) \int_0^a A^2 \sin^2 \frac{3\pi x}{a} dx = 1, \quad \int_0^a \frac{A^2}{2} (1 - \cos \frac{6\pi x}{a}) dx = \frac{A^2}{2} (1 - \frac{a}{6\pi} \sin \frac{6\pi x}{a}) \Big|_0^a = 1$$

$$\frac{A^2}{2} a = 1, \quad A = \sqrt{\frac{2}{a}}, \quad \Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a}$$

$$(2) p(x) = |\Psi'(x)| = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi x}{a}$$

$$(3) P_n(x) = \int_0^{a/3} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi}{a} x dx = \frac{1}{3}$$