

# 四川大学大学物理练习题

## 考试须知

四川大学学生参加由学校组织或由学校承办的各级各类考试,必须严格执行《四川大学考试工作管理办法》和《四川大学考场规则》。有考试违纪作弊行为的,一律按照《四川大学学生考试违纪作弊处罚条例》进行处理。

四川大学各级各类考试的监考人员,必须严格执行《四川大学考试工作管理办法》、《四川大学考场规则》和《四川大学监考人员职责》。有违反学校有关规定的,严格按照《四川大学教学事故认定及处理办法》进行处理。

一、选择题。(每题3分,共27分)

1、一刚体以每分钟60转绕 $z$ 轴做匀速转动( $\omega$ 沿 $z$ 轴正方向)。设某时刻刚体上一点 $P$ 的位置矢量为 $\vec{r} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$ ,其单位为“ $10^{-2}\text{m}$ ”,若以“ $10^{-2}\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ”为速度单位,则该时刻 $P$ 点的速度为:

(A)  $\vec{v} = 94.2\vec{i} + 125.6\vec{j} + 157.0\vec{k}$

(B)  $\vec{v} = -25.1\vec{i} + 18.8\vec{j}$

(C)  $\vec{v} = -25.1\vec{i} - 18.8\vec{j}$

(D)  $\vec{v} = 31.4\vec{k}$

[ ]

2、两个匀质圆盘 $A$ 和 $B$ 的密度分别为 $\rho_A$ 和 $\rho_B$ ,若 $\rho_A > \rho_B$ ,但两圆盘的质量与厚度相同,如两盘对通过盘心垂直于盘面轴的转动惯量各为 $J_A$ 和 $J_B$ ,则

(A)  $J_A > J_B$ .

(B)  $J_B > J_A$ .

(C)  $J_A = J_B$ .

(D)  $J_A$ 、 $J_B$ 哪个大,不能确定.

[ ]

3、在坐标原点放一正电荷 $Q$ ,它在 $P$ 点( $x=+1, y=0$ )产生的电场强度为 $\vec{E}$ .现在,另外有一个负电荷 $-2Q$ ,试问应将它放在什么位置才能使 $P$ 点的电场强度等于零?

(A)  $x$ 轴上  $x > 1$ .

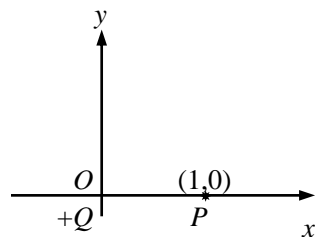
(B)  $x$ 轴上  $0 < x < 1$ .

(C)  $x$ 轴上  $x < 0$ .

(D)  $y$ 轴上  $y > 0$ .

(E)  $y$ 轴上  $y < 0$ .

[ ]

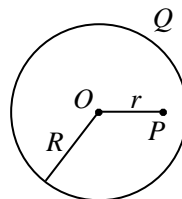


4、如图所示,半径为 $R$ 的均匀带电球面,总电荷为 $Q$ ,设无穷远处的电势为零,则球内距离球心为 $r$ 的 $P$ 点处的电场强度的大小和电势为:

(A)  $E=0$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .

(B)  $E=0$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ .

(C)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .



(D)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ . [ ]

5、图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）面，由图可看出：

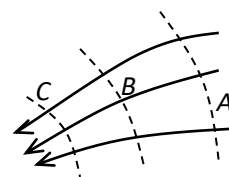
(A)  $E_A > E_B > E_C$ ,  $U_A > U_B > U_C$ .

(B)  $E_A < E_B < E_C$ ,  $U_A < U_B < U_C$ .

(C)  $E_A > E_B > E_C$ ,  $U_A < U_B < U_C$ .

(D)  $E_A < E_B < E_C$ ,  $U_A > U_B > U_C$ .

[ ]



6、关于高斯定理，下列说法中哪一个是正确的？

(A) 高斯面内不包围自由电荷，则面上各点电位移矢量  $\vec{D}$  为零.

(B) 高斯面上处处  $\vec{D}$  为零，则面内必不存在自由电荷.

(C) 高斯面的  $\vec{D}$  通量仅与面内自由电荷有关.

(D) 以上说法都不正确.

[ ]

7、两个半径相同的金属球，一为空心，一为实心，把两者各自孤立时的电容值加以比较，则

(A) 空心球电容值大. (B) 实心球电容值大.

(C) 两球电容值相等. (D) 大小关系无法确定.

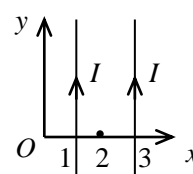
[ ]

8、如图所示，有两根载有相同电流的无限长直导线，分别通过  $x_1 = 1$ 、 $x_2 = 3$  的点，且平行于  $y$  轴，则磁感强度  $B$  等于零的地方是

(A) 在  $x = 2$  的直线上. (B) 在  $x > 2$  的区域.

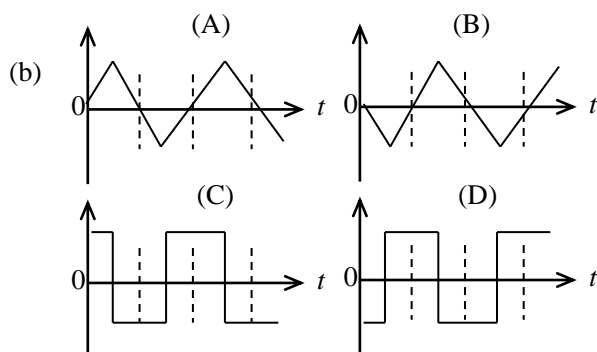
(C) 在  $x < 1$  的区域. (D) 不在  $Oxy$  平面上.

[ ]



9、在一自感线圈中通过的电流  $I$  随时间  $t$  的变化规律如图(a)所示，若以  $I$  的正流向作为  $\mathcal{E}$  的正方向，则代表线圈内自感电动势  $\mathcal{E}$  随时间  $t$  变化规律的曲线应为图(b)中(A)、(B)、(C)、(D)中的哪一个？

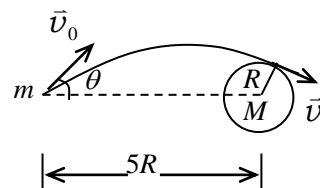
[ ]



BBCB DCCAD

二、填空题。(25 分)

1、(4 分) 有一宇宙飞船，欲考察某一质量为  $M$ 、半径为  $R$  的星球，当飞船距这一星球中心  $5R$  处时与星球相对静止。飞船发射出一质量为  $m$  ( $m \ll M$ ) 的仪器舱，其相对星球的速度为  $v_0$ ，要使这一仪器舱恰好掠过星球表面 (与表面相切)，发射倾角应为  $\theta$  (见图)。为确定  $\theta$  角，需设定仪器舱掠过星球表面时的速度  $v$ ，并列两个方程。它们是 \_\_\_\_\_ 与 \_\_\_\_\_。



$$5mv_0R\sin\theta = mvR$$

2 分

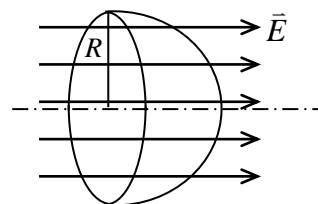
$$\frac{1}{2}mv_0^2 - GMm/(5R) = \frac{1}{2}mv^2 - GMm/R$$

2 分

2、(3 分) 半径为  $R$  的半球面置于场强为  $\vec{E}$  的均匀电场中，其对称轴与场强方向一致，如图所示。则通过该半球面的电场强度通量为 \_\_\_\_\_。

$$\pi R^2 E$$

3 分



3、(3 分) 一质量为  $m$ ，电荷为  $q$  的粒子在场强为  $\vec{E}$  的匀强电场中运动。已知其初速度  $\vec{v}_0$  与  $\vec{E}$  方向不同，若重力忽略不计，则该粒子的运动轨迹曲线是一条 \_\_\_\_\_ 线。  
抛物线

3 分

4、(3 分) 一空气平行板电容器，两极板间距为  $d$ ，充电后板间电压为  $U$ 。然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为  $d/3$  的金属板，则板间电压变成  $U' =$  \_\_\_\_\_。

$$2U/3$$

3 分

5、(3 分) 设雷雨云位于地面以上  $500\text{ m}$  的高度，其面积为  $10^7\text{ m}^2$ ，为了估算，把它与地面看作一个平行板电容器，此雷雨云与地面间的电场强度为  $10^4\text{ V/m}$ ，若一次雷电即把雷雨云的电能量全部释放完，则此能量相当于质量为 \_\_\_\_\_  $\text{kg}$  的物体从  $500\text{ m}$  高空落到地面所释放的能量。

$$(\text{真空介电常量 } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$$

452

3 分

6、(5 分) 半径为  $R$  的无限长柱形导体上均匀流有电流  $I$ ，该导体材料的相对磁导率  $\mu_r = 1$ ，则在导体轴线上一点的磁场能量密度为  $w_{m0} =$  \_\_\_\_\_，在与导体轴线相距  $r$  处 ( $r < R$ ) 的磁场能量密度  $w_{mr} =$  \_\_\_\_\_。

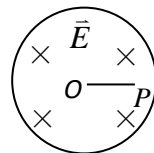
$$0$$

2 分

$$\mu_0 I^2 r^2 / (8\pi^2 R^4)$$

3 分

7、(4 分) 图示为一圆柱体的横截面，圆柱体内有一均匀电场  $\vec{E}$ ，其方向垂直纸面向内， $\vec{E}$  的大小随时间  $t$  线性增加， $P$  为柱体内与轴线相距为  $r$  的一点则



(1)  $P$  点的位移电流密度的方向为 \_\_\_\_\_。

(2)  $P$  点感生磁场的方向为 \_\_\_\_\_。

垂直纸面向里

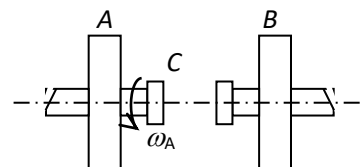
2 分

垂直  $OP$  连线向下

2  
分

三、计算题。(共 48 分)

1、(10 分) 1、如图所示， $A$  和  $B$  两飞轮的轴杆在同一中心线上，设



两轮的转动惯量分别为  $J=10\text{ kg}\cdot\text{m}^2$  和  $J=20\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ . 开始时,  $A$  轮转速为  $600\text{ rev/min}$ ,  $B$  轮静止.  $C$  为摩擦啮合器, 其转动惯量可忽略不计.  $A$ 、 $B$  分别与  $C$  的左、右两个组件相连, 当  $C$  的左右组件啮合时,  $B$  轮得到加速而  $A$  轮减速, 直到两轮的转速相等为止. 设轴光滑, 求:

(1) 两轮啮合后的转速  $n$ ;

(2) 两轮各自所受的冲量矩.

解: (1) 选择  $A$ 、 $B$  两轮为系统, 啮合过程中只有内力矩作用, 故系统角动量守恒

2 分

$$J_A\omega_A + J_B\omega_B = (J_A + J_B)\omega,$$

2 分

又  $\omega_B=0$  得

$$\omega \approx J_A\omega_A / (J_A + J_B) = 20.9\text{ rad/s}$$

转速

$$n \approx 200\text{ rev/min}$$

2 分

(2)  $A$  轮受的冲量矩

$$\int M_A dt = J_A(J_A + J_B) = -4.19 \times 10^2\text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}$$

2 分

负号表示与  $\vec{\omega}_A$  方向相反.

$B$  轮受的冲量矩

$$\int M_B dt = J_B(\omega - 0) = 4.19 \times 10^2\text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}$$

2 分

方向与  $\vec{\omega}_A$  相同.

2、(12 分) 如图所示, 三个“无限长”的同轴导体圆柱面  $A$ 、 $B$  和  $C$ , 半径分别为  $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ . 圆柱面  $B$  上带电荷,  $A$  和  $C$  都接地. 求  $B$  的内表面上电荷线密度  $\lambda_1$  和外表面上电荷线密度  $\lambda_2$  之比值  $\lambda_1/\lambda_2$ .

解: 设  $B$  上带正电荷, 内表面上电荷线密度为  $\lambda_1$ , 外表面上电荷线密度为  $\lambda_2$ , 而  $A$ 、 $C$  上相应地感应等量负电荷, 如图所示. 则  $A$ 、 $B$  间场强分布为

$$E_1 = \lambda_1 / 2\pi\epsilon_0 r, \text{ 方向由 } B \text{ 指向 } A$$

2 分

$B$ 、 $C$  间场强分布为

$$E_2 = \lambda_2 / 2\pi\epsilon_0 r, \text{ 方向由 } B \text{ 指向 } C$$

2 分

$B$ 、 $A$  间电势差

$$U_{BA} = \int_{R_b}^{R_a} \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_b}^{R_a} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_b}{R_a}$$

3 分

$B$ 、 $C$  间电势差

$$U_{BC} = \int_{R_b}^{R_c} \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_b}^{R_c} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_c}{R_b}$$

3 分

因  $U_{BA} = U_{BC}$ , 得到

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\ln(R_c/R_b)}{\ln(R_b/R_a)}$$

2 分

3、(10 分) 如图示, 由一根细绝缘导线按  $ACEBDA$  折成一个正五角星形, 并按以上流向通电流  $I = 1\text{ A}$ , 星形之外接圆半径为  $R = 1\text{ m}$ , 求五角星任一顶点处磁感强度的大小. (真空磁导率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$ )

$$(\sin 72^\circ = 0.9511, \quad \sin 36^\circ = 0.5878,$$

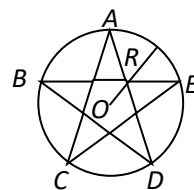
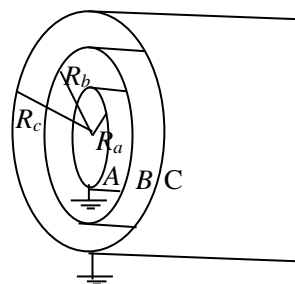
$$\cos 72^\circ = 0.3090, \quad \cos 36^\circ = 0.8090)$$

解:  $A$  点处磁感强度大小  $B_A$  由  $BD$ 、 $CE$ 、 $BE$  三段通电导线中电流决定, 由公式

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r_0} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \quad 3 \text{ 分}$$

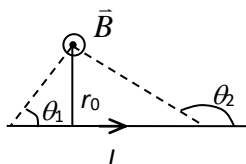
(式中  $r_0$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  的意义见图)有  $B_{BD} = B_{CE}$

$$B_{BD} = \frac{\mu_0 I}{4\pi(2R \sin 72^\circ \sin 36^\circ)} (\cos 36^\circ + \cos 72^\circ) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \quad 3 \text{ 分}$$



$$B_{BE} = \frac{\mu_0 I}{4\pi(2R \sin 36^\circ \sin 36^\circ)} (\cos 36^\circ + \cos 36^\circ) = 2.342 \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \quad 2 \text{ 分}$$

$$B_A = B_{BE} - 2B_{BD} = 0.342 \frac{\mu_0 I}{4\pi R} = 3.42 \times 10^{-8} \text{ T} \quad 2 \text{ 分}$$



4、(10 分) 通有电流  $I$  的长直导线在一平面内被弯成如图形状，放于垂直进入纸面的均匀磁场  $\vec{B}$  中，求整个导线所受的安培力( $R$  为已知)。

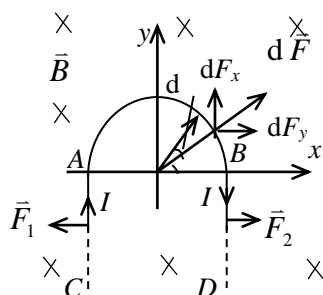
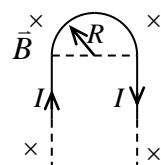
解：长直导线  $AC$  和  $BD$  受力大小相等，方向相反且在同一直线上，故合力为零 2 分。现计算半圆部分受力，取电流元  $I d\vec{l}$ ，

$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B} \quad \text{即} \quad dF = IRB d\theta \quad 2 \text{ 分}$$

由于对称性  $\sum dF_x = 0$  2 分

$$\therefore F = F_y = \int dF_y = \int_0^\pi IRB \sin \theta d\theta = 2RIB \quad 2 \text{ 分}$$

方向沿  $y$  轴正向 2 分

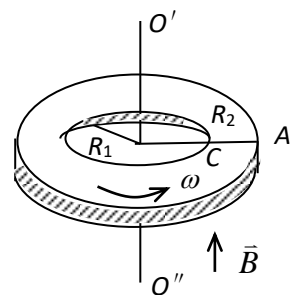


5、(6 分) 如图所示，有一中心挖空的水平金属圆盘，内圆半径为  $R_1$ ，外圆半径为  $R_2$ 。圆盘绕竖直中心轴  $O'O''$  以角速度  $\omega$  匀速转动。均匀磁场  $\vec{B}$  的方向为竖直向上。求圆盘的内圆边缘处  $C$  点与外圆边缘  $A$  点之间的动生电动势的大小及指向。

解：动生电动势：
$$dE = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{r} \quad 2 \text{ 分}$$

大小：
$$E = \int_{R_1}^{R_2} \omega r B dr = \frac{1}{2} \omega B (R_2^2 - R_1^2)$$

指向： $C \rightarrow A$



2 分  
2 分