考试形式：闭卷■ 开卷□ 可用物品：计算器

教师：

班级：

学号：

姓名：

密 封 线

上海电力学院大学物理B(1)模拟试卷及解答1

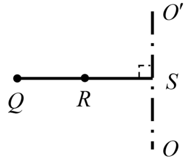
题号	一	二	三							总得分
			1	2	3	4	5	6	7	
得分										

（**特别提醒：题目全部做在本试卷上，做在其它地方无效，计算题要有解题步骤**）

[得分：　　　]**一、填空题**（每小题3分，共15分）

1、一个质点在几个力同时作用下位移 $\Delta\vec{r}=4\hat{i}-5\hat{j}$ (m)，其中一个力为恒力 $\vec{F}=-3\hat{i}+2\hat{j}$ (N)，则这个力在该位移过程中所作的功为_________。

2、如右图所示，Q、R 和 S 是附于刚性轻质杆上的质量分别为 m、$2m$ 和 $3m$ 的3个质点，$QR=RS=l$，则系统对轴 OO' 的转动惯量为____________。



3、一滑冰者，开始自转时其角速度为 ω_0，转动惯量为 J_0，当他将手臂收缩时，其转动惯量减少了 $\frac{1}{3}J_0$，则他的角速度将变为________。

4、正方形的两对角上，各置电荷 Q，在其余两对角上各置电荷 q，若 Q 所受合力为零，则 Q 与 q 的关系为 Q=_____q。

5、在均匀磁场中有一电子枪，它可发射出速率分别为 v 和 $2v$ 的两个电子，这两个电子的速度方向相同，且均与 B 垂直，则这两个电子绕行一周所需的时间之比为______。

[得分：　　　]**二、选择题**（每小题3分，共15分）

1、一质点在平面上运动，已知质点位置矢量的表达式为 $\vec{r}=at^2\hat{i}+bt^2\hat{j}$ (其中 a, b 为常量)，则该质点作　（　　）

A. 抛物运动　　B. 变速直线运动

C. 匀速直线运动　　D. 一般曲线运动

2、一力学系统由两个质点组成，它们之间只有引力作用。若两质点所受外力的矢量和为零，则此系统　（　　）

A. 动量守恒，但机械能和角动量守恒与否不能断定

B. 动量、机械能以及对一轴的角动量都守恒

C. 动量、机械能守恒，但角动量是否守恒不能断定

D. 动量和角动量守恒，但机械能是否守恒不能断定

3、一点电荷，放在球形高斯面的中心处。下列哪一种情况，通过高斯面的电场强度通量发生变化　（　　）

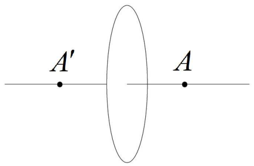
A. 将另一点电荷放在高斯面外

B. 将球心处的点电荷移开，但仍在高斯面内

C. 将高斯面半径缩小

D. 将另一点电荷放进高斯面内

4、如图所示，载流圆线圈半径为 R，通有电流 I，在线圈轴线上有两点 A 和 A'，两点到圆线圈圆心 O 的距离相等，则在 A 和 A' 两处的磁感应强度　（　　）



A. 大小相等，方向相反

B. 大小相等，方向相同

C. 大小不等，方向相反

D. 大小不等，方向相同

5、一导体圆线圈在均匀磁场中运动并不离开磁场区域，能使其中产生感应电流的一种情况是　（　　）

A. 线圈绕自身直径轴转动，轴与磁场方向平行

B. 线圈平面垂直于磁场并沿垂直磁场方向平移

C. 线圈绕自身直径轴转动，轴与磁场方向垂直

D. 线圈平面平行于磁场并沿垂直磁场方向平移

考试形式：

闭卷■

开卷□

可用物品：计算器

教师：

班级：

学号：

姓名：

密

封

线

上海电力学院大学物理 B(1)模拟试卷及解答 1

三、计算题（每小题 10 分，共 70 分）

[得分]1、一质点在平面内运动，其运动方程为：

$$x = t + 1,\quad y = t^2 + 2t + 1,$$

式中 x、y 以 m 计，t 以 s 计，求

(1) 质点运动的轨迹方程；(2 分)

(2) $t = 1\,\text{s}$ 时质点的位置矢量；(2 分)

(3) $t = 2\,\text{s}$ 时质点的速度和加速度。(6 分)

[得分]2、质量为 $m = 2$ kg 的物体以初速度 $\vec{v}_0 = 6\hat{i}\,(\text{m/s})$ 运动，t=0 时一变力 $\vec{F} = (2t+4)\hat{i}\,(\text{N})$ 作用于该物体上。

求(1)在开始 2 s 内，此力的冲量是多少？(5 分)

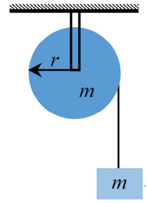
(2)t=2 s 时物体速度为多少？(5 分)

[得分]3、如图所示，质量为 1 kg，半径为 0.2 m 的绕有细线的圆柱可绕固定水平对称轴无摩擦转动，若质量同为 1 kg 的物体缚在细线的一端并在重力作用下，由静止开始向下运动，则当物体开始下降时

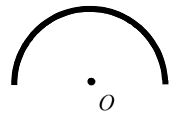
求(1)细线的拉力大小；(5 分)

(2)木块向下运动的加速度大小。(5 分)

($g = 9.8\,\text{m/s}^2$)



[得分]4、如图所示，一半径为 R 的半圆环，均匀带电+Q，半圆环中心 O 处的电场强度大小为多少？方向如何？(在图中画出)



考试形式：

闭卷■

开卷□

可用物品：计算器

教师：

班级：

学号：

姓名：

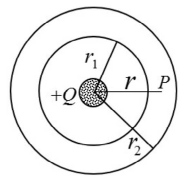
密 封 线

上海电力学院大学物理 B(1)模拟试卷及解答 1

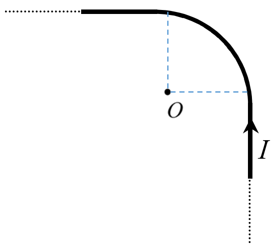
[得分　　　]5、图示为一均匀带电球体，总电量为＋Q，其外部同心地罩一内、外半径分别为r_1、r_2的金属球壳。设无穷远处为电势零点，

求(1)在$r_1 < r$区域的电场强度分布；(5 分)

(2)球壳内半径为r ($r_1 < r < r_2$) 的 P 点处的电势。(5 分)



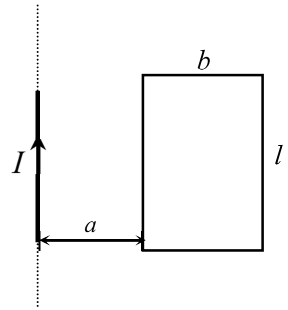
[得分　　　]6、一根无限长的载流直导线弯成如图所示形状，其转弯处是半径为 R 的四分之一圆弧，导线通过恒定电流 I，请计算圆弧对应圆心 O 处的磁感应强度大小，并在图中画出方向。



[得分　　　]7、一直长导线通有电流 I，旁边有一个与它共面的矩形线圈，长为 l，宽为 b，与导线相距为 a，如图所示。

求(1) 它们的互感系数；(5 分)

(2) 若导线中电流随时变化满足 $I = \sin 2t$，线圈静止，请计算线圈中的感应电动势。(5 分)



答案详解：

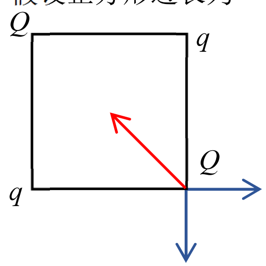
一、填空题

1、-22J。分析：恒力做功为$\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}=(-3\hat{i}+2\hat{j})\cdot(4\hat{i}-5\hat{j})=-12-10=-22$ J

2、$6ml^2$。分析：系统对轴的转动惯量等于每个质点对轴的转动惯量之和。根据转动惯量的定义可知$J=m\cdot(2l)^2+2m\cdot l^2+3m\cdot 0=6ml^2$

3、$\dfrac{3\omega_0}{2}$。分析：此题利用角动量守恒即可得到。

4、$-2\sqrt{2}$。分析：如右图所示，Q 和 q 必定带异号电量，假设正方形边长为 a，根据题意可以得到



$$\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0(\sqrt{2}a)^2}=\frac{\sqrt{2}|qQ|}{4\pi\varepsilon_0(a)^2}$$

求解即得答案

5、1：1。分析：圆周运动的周期和速率无关。

二、选择题

1、B。分析：根据位置矢量表达式可分别得到$x=at^2, y=bt^2$

$\dfrac{x}{y}=\dfrac{a}{b}$，所以质点作直线运动。再算出速度$\vec{v}=2at\hat{i}+2bt\hat{j}$ 随时间变化，为变速，因此选 B。

2、A．分析：以两质点为系统，外力矢量和为零，运量守恒。但是外力做功之和不一定为零，因此机械能不一定守恒。同理，外力的力矩和也不一定为零，所以角动量不一定守恒。

3、D．分析：根据高斯定理，要改变通过高斯面的电通量，必须是高斯面内包围的电量发生变化，因此只有 D 满足。

4、B. 分析：圆电流，直磁场，在中垂线上距圆心相同处磁场方向是相同的，大小也相等。

5、 C．分析：其它几种情况都没有磁通量变化。

三、计算题

1、解：(1) $y=t^2+2t+1=(t+1)^2$，将 $x=t+1$ 代入即得

$$y=x^2 \quad (\text{m})$$

(2)位置矢量$\vec{r}=(t+1)\hat{i}+(t^2+2t+1)\hat{j}$ (m)，将 $t=1$s 代入得

$\vec{r}(1)=2\hat{i}+4\hat{j}$ (m)

(3)速度 $\vec{v}=\dfrac{d\vec{r}}{dt}=\hat{i}+(2t+2)\hat{j}$ (m/s)

加速度 $\vec{a}=\dfrac{d\vec{v}}{dt}=2\hat{j}$ (m/s^2)

因此 $\vec{v}(2)=\hat{i}+6\hat{j}$ (m/s) $\vec{a}(2)=2\hat{j}$ (m/s^2)

2、解：(1) $\vec{I}=\int_0^t\vec{F}dt=\int_0^2(2t+4)\hat{i}dt=12\hat{i}$ (N·s)

(2)根据动量定理，冲量等于动量的变化

$12\hat{i}=m\bar{v}-m\bar{v}_0=2\times(\bar{v}-6\hat{i})$

解得 $\bar{v}=12\hat{i}$

3、解：假设绳子的拉力为 T，对物体使用牛顿第二定律，向下为正方向，滑轮使用定轴转动定律，顺时针转动为正方向，绳对物体向上拉力的大小和绳对滑轮向下拉力的大小相等，方向相反，因而可以写出表达式

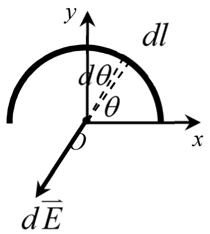
$$\begin{cases} mg-T=ma \\ Tr=J\beta \\ a=r\beta \\ J=\dfrac{1}{2}mr^2 \end{cases}$$

联立解得

$a=6.5\text{m/s}$

T=3.3N

4、解：建立如图所示的坐标系，在圆环上选择弧长dl，带电量为$dq=\lambda dl$的电荷元，其中$\lambda=\dfrac{Q}{\pi R}$，又根据



$dl=Rd\theta$，得为$dq=\lambda Rd\theta$

该电荷元在圆心处产生的电场强度大小为

$$dE=\frac{\lambda Rd\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^2}=\frac{\lambda d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

方向如图所示，根据对称性，整个半圆弧在在x方向合电场强度为零，即$E_x=0$，所以只需计算在y方向的大小即可，电荷元产生的电场强度在y方向分量为

$$dE_y=dE\sin\theta=\frac{\lambda\sin\theta d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

总的在y方向的电场强度为$E_y=\displaystyle\int_0^{\pi}\frac{\lambda\sin\theta d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R}=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}$

方向为y轴负向

5、解：当达到静电平衡时，金属球壳的内表面分布有电荷$-Q$，外表面分布有电荷$+Q$

(1) 利用静电场高斯定理$\displaystyle\oint_s\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i$ 求解，作半径为r的球面作为高斯面，根据对称性，在球面上电场强度大小处处相等，方向与面积元一致，因而高斯定理变为

$$4\pi r^2E=\frac{\sum q_{内}}{\varepsilon_0}$$

当$r_1<r\le r_2$，因$\sum q_{内}=0$，所以$E_1=0$

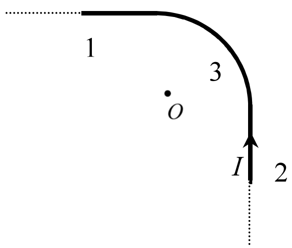
当$r_2<r$，$\sum q_{内}=0$，$E_2=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

(2)可以根据电势定义$U=\displaystyle\int_r^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{l}$ 计算

$$U=\int_r^{\infty}\vec{E}\cdot d\vec{l}=\int_r^{r_2}\vec{E}_1\cdot d\vec{l}+\int_{r_2}^{\infty}\vec{E}_2\cdot d\vec{l}$$

$$=0+\int_{r_2}^{\infty}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$$

6、解：把该导线分成三段，如右图所示



$$B_1=\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

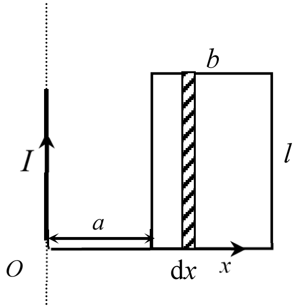
$$B_2=\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

$$B_3=\frac{\mu_0 I}{2R}\cdot\frac{1}{4}=\frac{\mu_0 I}{8R}$$

因此总的磁感应强度为$B=B_1+B_2+B_3=\dfrac{\mu_0 I}{R}(\dfrac{1}{2\pi}+\dfrac{1}{8})$

方向为垂直纸面朝外

7、解：(1)首先计算导线产生的磁场穿过矩形平面的磁通量，因为磁场是不均匀的，以导线所在位置为坐标原点，水平向右为 x 轴正方向，如图所示建立坐标系，选择长为 l，宽为 dx 的面积元为研究对象，它的坐标为 x，长直导线在该面积元处所产生的磁场大小为



$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi x}$， 穿过矩形线圈的磁通量为

$$\Phi_m=\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_a^{a+b}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}l dx=\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$

互感系数为 $M=\dfrac{\Phi_m}{I}=\dfrac{\mu_0 l}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a}$

(2) 根据定义可得感应电动势为

$$\varepsilon_i=-M\frac{dI}{dt}=-\frac{\mu_0 l}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}\cdot\cos 2t\cdot 2=-\frac{\mu_0 l\cos 2t}{\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$