

# 华中科技大学物理学院 2012~ 2013 学年第 2 学期

## 《大学物理（一）》课程考试试卷（A 卷）

（闭卷）

考试日期：2013.6.29.上午

考试时间：150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分 签名	教师 签名
			1	2	3	4			
得分									

得 分	
评卷人	

一．选择题（单选题，每题 3 分，共 30 分。请将选项填入每小题题首的括号中）

[ ] 1. 一人以 50 米/分钟的速率自西向东前行时，看到雨滴竖直下落。当他将速率增加至 75 米/分钟时，看到雨滴与他的速度方向成  $135^\circ$  角下落。若以  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  分别表示正东方向和竖直向上方向的单位矢量，以米/分钟表示速度的单位，则雨点对地的速度为

- (A)  $50\vec{i} - 25\vec{j}$  (B)  $-50\vec{i} - 25\vec{j}$   
(C)  $25\vec{i} - 50\vec{j}$  (D)  $-25\vec{i} - 50\vec{j}$

[ ] 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、机械能以及对同一轴的角动量都守恒  
(B) 动量、机械能守恒，但角动量是否守恒不能断定  
(C) 动量守恒，但机械能和角动量守恒与否不能断定  
(D) 动量和角动量守恒，但机械能是否守恒不能断定

[ ] 3. 理想流体在水平管中做稳定流动时，水平管截面积  $S$ 、流速  $v$ 、压强  $p$  的关系是

- (A)  $S$  大处、 $v$  小、 $p$  小 (B)  $S$  大处、 $v$  大、 $p$  大  
(C)  $S$  小处、 $v$  大、 $p$  小 (D)  $S$  小处、 $v$  小、 $p$  小

[ ] 4. 一列火车的车头和车尾各设置有一个光信号发生器。当火车以极高的速度  $v$  匀速地驶过车站时，车站中的观察者观察到车头和车尾同时发出两个光信号，则车厢中的观察者观察到的结果是



- (A) 车头和车尾一定同时发出光信号
- (B) 车头和车尾可能同时发出光信号
- (C) 车头先发出光信号
- (D) 车尾先发出光信号

[ ] 5. 一根直杆在  $S$  系中观察，其静止长度为  $L$ ，与  $x$  轴的夹角为  $\theta$ ，则它在相对  $S$  系以速率  $v$  沿  $x$  轴正向运动的  $S'$  系中的长度是

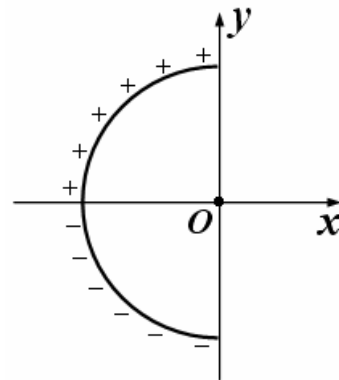
- (A)  $L\left(\frac{v^2}{c^2} - \cos^2 \theta\right)^{-1/2}$
- (B)  $L\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \cos^2 \theta\right)^{1/2}$
- (C)  $L\left(1 - \frac{v}{c} \cos \theta\right)^{-1}$
- (D)  $L\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \cos^2 \theta\right)^{-1}$

[ ] 6. “离心节速器”、“直升机模型”等课堂演示实验揭示的物理规律是

- (A) 动能守恒
- (B) 机械能守恒
- (C) 动量守恒
- (D) 角动量守恒

[ ] 7. 如图所示，一细棒被弯成半径为  $R$  的半圆形，其上半部分均匀分布有电荷  $+Q$ ，下半部分均匀分布有电荷  $-Q$ ，则半圆中心  $O$  处的场强为

- (A)  $-\frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \vec{j}$
- (B)  $-\frac{Q}{\pi^2\epsilon_0 R^2} \vec{j}$
- (C)  $\frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \vec{j}$
- (D)  $\frac{Q}{\pi^2\epsilon_0 R^2} \vec{j}$



[ ] 8. 平行板电容器充电时始终与电源连接，若在其两极板间插入一块电介质板，则极板上的电量  $Q$ 、极板间的场强  $E$ 、电场能量  $W_e$  将作下述变化，其中正确的是

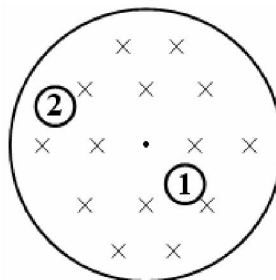
- (A)  $Q$  增大、 $E$  增大、 $W_e$  增大
- (B)  $Q$  减小、 $E$  减小、 $W_e$  减小
- (C)  $Q$  增大、 $E$  不变、 $W_e$  不变
- (D)  $Q$  增大、 $E$  不变、 $W_e$  增大
- (E)  $Q$  减小、 $E$  增大、 $W_e$  减小

[ ] 9. 在“自感系数与 $\mu$ 的关系”的课堂演示实验中,将螺线管通电,灯泡发亮。然后将铁条和铜条分别插入螺线管内,观察到的实验现象和实验结论是

- (A) 插入铜条,灯泡亮度几乎不变,说明自感系数与 $\mu$ 无关
- (B) 插入铁条,灯泡变亮,说明自感系数随 $\mu$ 的增大而增大
- (C) 插入铁条,灯泡变亮,说明自感系数随 $\mu$ 的增大而减小
- (D) 插入铁条,灯泡变暗,说明自感系数随 $\mu$ 的增大而增大
- (E) 插入铁条,灯泡变暗,说明自感系数随 $\mu$ 的增大而减小

[ ] 10. 圆柱形均匀磁场中,磁场的大小随时间变化率 $\frac{dB}{dt}$ =恒量。在垂直于磁场的平面内有两个大小相等的圆环,圆环 1 的中心到圆柱轴的垂直距离小于圆环 2 的中心到圆柱轴的垂直距离。设圆环 1 和圆环 2 的感应电动势分别为 $\varepsilon_1$ 和 $\varepsilon_2$ ,两环中心感应电场的大小分别为 $E_1$ 和 $E_2$ ,则

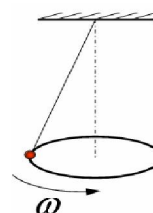
- (A)  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ , 但  $E_1 < E_2$
- (B)  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ , 但  $E_1 > E_2$
- (C) 因  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ , 故  $E_1 = E_2$
- (D) 因  $E_1 < E_2$ , 故  $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$
- (E) 因  $E_1 > E_2$ , 故  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$



得分	
评卷人	

## 二. 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 圆锥摆如图所示, 质量为  $m$  的小球在水平面内以角速度 $\omega$ 匀速转动。在小球转动一周的过程中, 小球所受绳子拉力的冲量大小等于\_\_\_\_\_。



2. 一质点的质量  $m=2.0\text{kg}$ , 沿  $x$  轴做直线运动, 所受外力为  $F=10+6x^2$  (SI)。若在  $x_0=0$  处速度  $v_0=0$ , 则该质点移到  $x=2.0\text{ m}$  处时速度的大小为\_\_\_\_\_。

3. 赤道附近温度较高, 会产生对流, 使赤道两侧较冷的空气向赤道流动而形成贸易风, 即信风。由于科里奥利力的作用, 北半球的贸易风总是\_\_\_\_\_风。

4. 一飞轮绕中心垂直轴转动, 转动惯量为  $J$ , 在  $t=0$  时角速度为  $\omega_0$ , 此后飞轮经历制动过

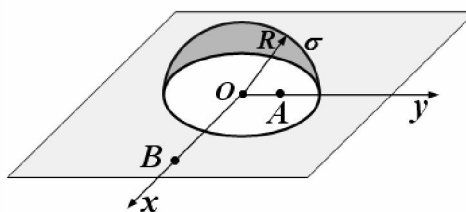
程, 阻力矩  $M$  的大小与角速度  $\omega$  的平方成正比, 比例系数为大于零的常数  $k$ 。当  $\omega = \frac{1}{3}\omega_0$  时, 飞轮所经历的时间  $t =$ \_\_\_\_\_。

5. 若某一粒子的动能等于其静止能量, 则该粒子的运动寿命为其固有寿命的\_\_\_\_\_倍。

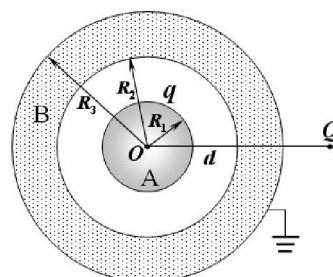
6. 如图所示, 在  $xOy$  平面上倒扣着半径为  $R$  的半球面, 在半球面上电荷均匀分布, 其电荷面密度为  $\sigma$ 。

$A$  点的坐标为  $(0, \frac{R}{2})$ ,  $B$  点的坐标为  $(\frac{3R}{2}, 0)$ ,

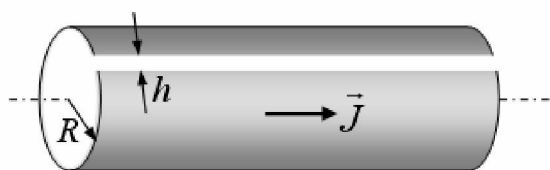
则电势差  $V_{AB}$  为\_\_\_\_\_。



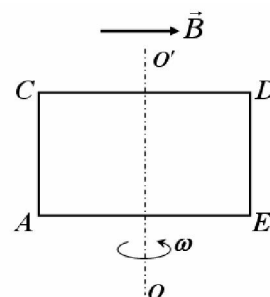
7. 如图所示, 半径为  $R_1$  的导体球 A, 带电量  $q$ , 在它外面同心地罩一金属球壳 B, 球壳 B 的内、外半径分别为  $R_2 = 2R_1$ ,  $R_3 = 3R_1$ 。今在距球心  $d = 4R_1$  处放一电量为  $Q$  的点电荷。若将球壳 B 接地, 则球壳 B 的总电量为\_\_\_\_\_。



8. 如图, 将半径为  $R$  的无限长导体薄圆筒沿轴向割下一宽为  $h$  ( $h \ll R$ ) 的无限长条后, 圆筒上沿轴向均匀通有线电流密度为  $\bar{J}$  的电流, 则轴线上磁感应强度  $\bar{B}$  的大小为\_\_\_\_\_。



9. 矩形线圈长  $AC = a$ , 宽  $CD = b$ , 置于水平向右的均匀磁场  $\bar{B}$  中, 线圈以角速度  $\omega$  旋转, 如图所示。当  $t = 0$  时线圈平面处于纸面, 设回路正向为  $ACDEA$ 。则任意时刻  $t$  线圈内感应电动势为\_\_\_\_\_。



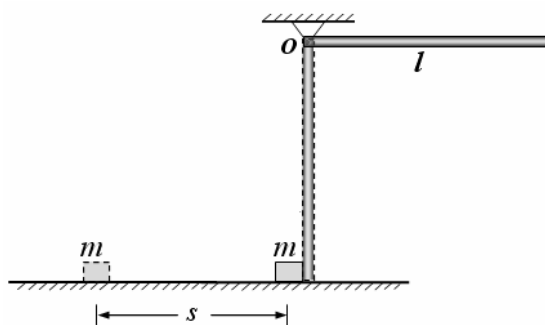
10. 一边长为 1.22 m 的方形平行板电容器, 充电瞬间电流为  $I = 1.84$  A, 忽略电容器的边缘效应, 此时通过板间的位移电流为\_\_\_\_\_; 若在板间取一个半径为 0.3 m 的圆环回路, 该回路的中心在电容器轴线上且回路平面与极板平行, 则此回路的

$\oint \bar{H} \cdot d\vec{l} =$ \_\_\_\_\_。

三. 计算题（每题 10 分，共 40 分）

得 分	
评卷人	

1. 如图所示，长为  $l$  的均匀细杆其质量为  $m$ ，可绕通过一端  $O$  点的水平轴在铅直面内转动。杆从水平位置自由下摆，转到竖直位置时，与放在桌面上一质量为  $m$  的静止物体（可视为质点）发生碰撞。设物体与桌面的摩擦系数为  $\mu$ ，物体滑动距离  $s$  后停止运动。求碰撞前后细杆的角速度。

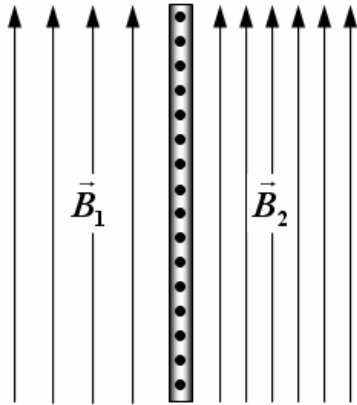


得 分	
评卷人	

2. 一半径为  $R$  的各向同性均匀电介质球，相对介电常量为  $\epsilon_r$ ，球内均匀地分布着体密度为  $\rho$  的自由电荷，球外为真空。设无穷远处的电势为零，求球心的电势。

得 分	
评卷人	

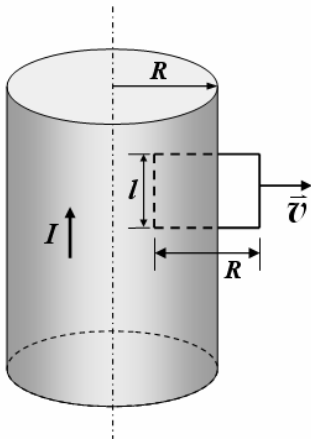
3. 电流方向垂直纸面向外的无限大均匀载流平板放入匀强磁场中，磁场方向与平板电流方向垂直。已知放入后平板两侧皆为均匀磁场，磁感应强度分别为  $\vec{B}_1$  和  $\vec{B}_2$ ，如图所示。求该载流平板上单位面积电流所受磁场力的大小和方向。



得 分	
评卷人	

4. 如图所示，半径为  $R$  的无限长实心圆柱导体载有电流  $I$ ，电流沿轴向流动，并均匀分布在导体横截面上。一宽为  $R$ ，长为  $l$  的矩形回路（表面绝缘且与载流导体轴线平行共面）以速度  $v$  垂直于轴线向导体外运动（设导体内有一很小的缝隙，但不影响电流及磁场的分布）。设初始时刻矩形回路一边与导体轴线重合，求  $t$  时刻矩形回路中的感应电动势。

（提示：请分别就  $t < \frac{R}{v}$  和  $t > \frac{R}{v}$  进行计算，并讨论感应电动势的方向。）





# 华中科技大学物理学院 2012~2013 学年第 2 学期

## 《大学物理（一）》课程考试试卷（A 卷）参考答案

考试日期：2013.06.29.

### 一、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	C	C	C	B	D	B	D	D	A

### 二、填空题

1.  $mg \frac{2\pi}{\omega}$ ;      2. 6 m/s;      3. 东北风;      4.  $\frac{2J}{k\omega_0}$ ;      5. 2;  
 6.  $\frac{\sigma R}{6\epsilon_0}$ ;    7.  $-(q + \frac{3}{4}Q)$ ;    8.  $\frac{\mu_0 h J}{2\pi R}$ ;    9.  $abB\omega \cos \omega t$ ;    10. 1.84 A, 0.35 A

### 三、计算题

1. 解：设碰撞前细杆的角速度为  $\omega_1$ ，细杆自由下摆过程机械能守恒：

$$mg \frac{l}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} ml^2 \omega_1^2 \quad \text{得：} \omega_1 = \sqrt{\frac{3g}{l}} \quad 3'$$

设物体碰撞后物体的速度大小为  $v$ ，由功能原理有：

$$mg\mu s = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{得：} v = \sqrt{2g\mu s} \quad 3'$$

设碰撞后细杆的角速度为  $\omega_2$ ，物体与细杆碰撞前后对轴  $O$  角动量守恒：

$$J\omega_1 = J\omega_2 + mlv \quad 3'$$

$$\text{得：} \omega_2 = \omega_1 - \frac{mlv}{J} = \sqrt{\frac{3g}{l}} - \sqrt{\frac{18\mu gs}{l^2}} = \sqrt{\frac{3g}{l}} (1 - \sqrt{\frac{6\mu s}{l}}) \quad 1'$$

2. 解：场强具有球对称，取高斯球面，由  $D$  的高斯定理：

$$r < R : \int \vec{D} \cdot d\vec{S} = 4\pi r^2 D = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho,$$

$$\text{得：} D = \frac{\rho}{3} r, \text{ 故 } \vec{E}_1 = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\rho}{3\epsilon_0 \epsilon_r} \vec{r} \quad 3'$$

$$r > R: \int \vec{D} \cdot d\vec{S} = 4\pi r^2 D = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho,$$

$$\text{得: } D = \frac{R^3 \rho}{3r^2}, \text{ 故 } \vec{E}_2 = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0} = \frac{R^3 \rho}{3\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r \quad 3'$$

则球心的电势

$$V_o = \int_0^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_0^R \frac{\rho r}{3\epsilon_0 \epsilon_r} dr + \int_R^\infty \frac{R^3 \rho}{3\epsilon_0 r^2} dr = \frac{\rho R^2}{6\epsilon_0 \epsilon_r} + \frac{\rho R^2}{3\epsilon_0} = \frac{\rho R^2}{6\epsilon_0 \epsilon_r} (1 + 2\epsilon_r) \quad 4'$$

3. 解: 由图可知,  $B_2 > B_1$ 。设平板的电流密度为  $\vec{i}$ , 它在两侧产生均匀磁场, 磁感

应强度大小为:  $B = \frac{1}{2}\mu_0 i$ , 左侧方向向下, 右侧方向向上。 2'

设匀强磁场大小为  $B_0$ , 由磁场叠加可知  $\vec{B}_0$  的方向向上。则有:

$$B_1 = B_0 - B = B_0 - \frac{1}{2}\mu_0 i \quad 2'$$

$$B_2 = B_0 + B = B_0 + \frac{1}{2}\mu_0 i \quad 2'$$

$$\text{解得: } B_0 = \frac{1}{2}(B_1 + B_2), \quad i = \frac{1}{\mu_0}(B_2 - B_1) \quad 1'$$

由于  $\vec{i} \perp \vec{B}_0$ , 由安培定律  $\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$  得平板单位面积电流所受  $\vec{B}_0$  的磁场力的大小

$$\text{为: } F = iB_0 = \frac{1}{2\mu_0}(B_2^2 - B_1^2) \quad 2'$$

方向水平向左, 即垂直指向  $\vec{B}_1$  一侧。 1'

4. 解: 由安培环路定理求得载流圆柱体的磁场分布:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}, \quad r < R \quad 2'$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad r > R \quad 2'$$

(1) 若  $t < \frac{R}{v}$ , 回路有一部分在圆柱体内运动, 取顺时针方向为回路正方向, 则有:

$$\epsilon = B_1 l v - B_2 l v = l v \left( \frac{\mu_0 I v t}{2\pi R^2} - \frac{\mu_0 I}{2\pi(R + vt)} \right) = \frac{\mu_0 I l v}{2\pi} \left( \frac{vt}{R^2} - \frac{1}{R + vt} \right) \quad 2'$$

当  $t < \frac{(\sqrt{5}-1)R}{2v}$  时,  $\epsilon < 0$ , 感应电动势沿逆时针方向; 1'

$\frac{(\sqrt{5}-1)R}{2v} < t < \frac{R}{v}$  时,  $\epsilon > 0$ , 感应电动势沿顺时针方向。 1'

(2) 若  $t > \frac{R}{v}$ , 整个回路在圆柱体外运动, 此时

$$\varepsilon = B_2 lv - B'_2 lv = lv \left( \frac{\mu_0 I}{2\pi vt} - \frac{\mu_0 I}{2\pi(R+vt)} \right) = \frac{\mu_0 II R}{2\pi(R+vt)} > 0 \quad 1'$$

感应电动势沿顺时针方向。 1'

另: 取顺时针方向为回路正方向, 求任意  $t$  时刻的磁通量。

$$(1) \text{ 若 } t < \frac{R}{v}, \quad \Phi_1 = \int_{vt}^R \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} l dr + \int_R^{R+vt} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 II}{2\pi} \left[ \frac{R^2 - (vt)^2}{2R^2} + \ln \frac{R+vt}{R} \right]$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{\mu_0 II v}{2\pi} \left( \frac{vt}{R^2} - \frac{1}{R+vt} \right)$$

$$(2) \text{ 若 } t > \frac{R}{v}, \quad \Phi_2 = \int_{vt}^{R+vt} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 II}{2\pi} \ln \frac{R+vt}{vt}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{\mu_0 II R}{2\pi(R+vt)}$$