

华中科技大学物理学院 2011~2012 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：2012.6.24.上午

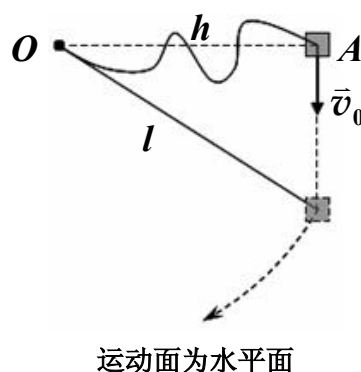
考试时间：150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分	教师
			1	2	3	4		签名	签名
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. 长为 l 的轻绳，一端固定在光滑水平面上的 O 点，另一端系一质量为 m 的物体。开始时物体在 A 点，绳子处于松弛状态，物体以速度 \vec{v}_0 垂直于 OA 运动， OA 长为 h 。当绳子被拉直后物体做半径为 l 的圆周运动，如图所示。在绳子被拉直的过程中，物体的动量大小的增量和对 O 点的角动量大小的增量分别为

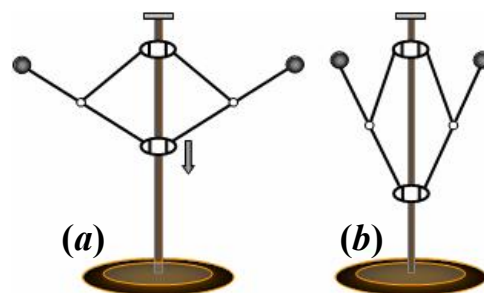


- (A) $mv_0(\frac{h}{l}-1), 0$ (B) $0, 0$
 (C) $0, mv_0(l-h)$ (D) $mv_0(\frac{h}{l}-1), mv_0(l-h),$

[] 2. 用铁锤把质量很小的钉子敲入木板，设木板对钉子的阻力与钉子进入木板的深度成正比。在铁锤敲打第一次时，能把钉子敲入 1.00 cm，如果铁锤第二次敲打的速度与第一次完全相同，那么第二次敲打的深度为

- (A) 0.50 cm
 (B) 0.41 cm
 (C) 0.73 cm
 (D) 1.00 cm

[] 3. 在节速器课堂演示实验中，在图 (a) 的状态下让两个摆锤绕固定光滑轴转动，然后向下推动连接在轴上的套环使得节速器处于



选择题第 3 题图

图 (b) 的状态。观察到的实验现象及其原因是

- (A) 摆锤的转速加快, 因为节速器对轴的角动量增大
- (B) 摆锤的转速加快, 因为节速器对轴的转动惯量减少
- (C) 摆锤的转速减慢, 因为节速器对轴的角动量减少
- (D) 摆锤的转速减慢, 因为节速器对轴的转动惯量增大

[] 4. 关于同时性, 下列结论正确的是

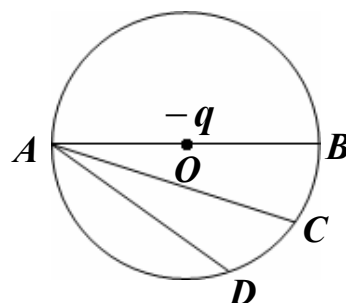
- (A) 在一惯性系中同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生
- (B) 在一惯性系中不同地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
- (C) 在一惯性系中同一地点同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定同时发生
- (D) 在一惯性系中不同地点不同时发生的两个事件, 在另一惯性系一定不同时发生

[] 5. E_k 是粒子的动能, p 是它的动量, 则粒子的静能 $m_0 c^2$ 为

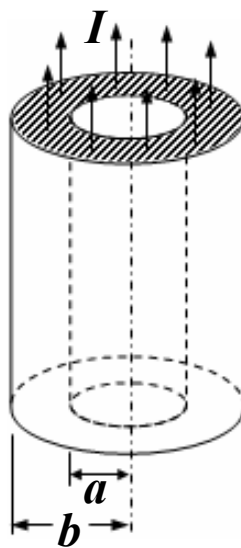
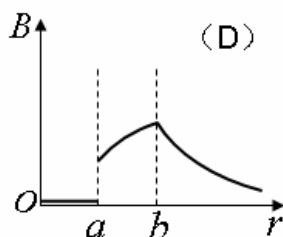
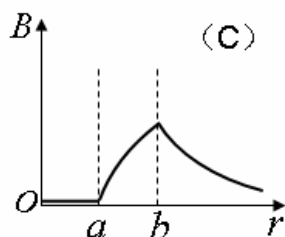
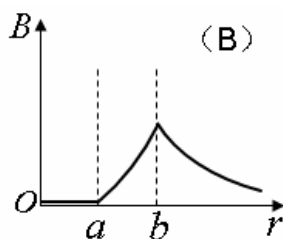
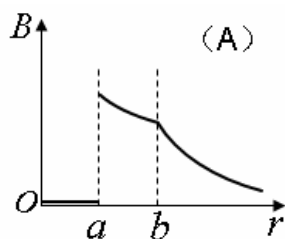
- (A) $\frac{p^2 c^2 - E_k^2}{2E_k}$
- (B) $\frac{p^2 c^2 - E_k}{2E_k}$
- (C) $\frac{p^2 c^2 + E_k^2}{2E_k}$
- (D) $\frac{(pc - E_k)^2}{2E_k}$

[] 6. 如图所示, 一电量为 $-q$ 的点电荷位于圆心 O 处, A 、 B 、 C 、 D 为同一圆周上的四点, 现将一试验电荷从 A 点分别移动到 BCD 各点, 则

- (A) 从 A 到各点电场力做功相等
- (B) 从 A 到 B 电场力做功最大
- (C) 从 A 到 C 电场力做功最大
- (D) 从 A 到 D 电场力做功最大



[] 7. 无限长载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 、 b , 电流在导体横截面上均匀分布, 则空间各处的 \vec{B} 的大小与场点到圆柱中心轴线的距离 r 的关系定性地如图所示。正确的图是



[] 8. 竖直放置金属铜管，当等质量的下列物体分别通过铜管下落时，通过铜管用时最长的是

- (A) 铅球 (B) 钢球 (C) 磁铁 (D) 木块

[] 9. 在圆柱形区域内，有垂直纸面向里的均匀磁场，且 $\frac{dB}{dt}$

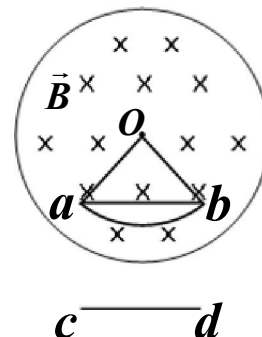
为正的恒量。现将 aO 、 Ob 、 ab 、 \widehat{ab} 、和 cd 等 5 段导线置于图示位置，则下列说法中正确的是

(A) 由于 a 、 b 两点电势确定，所以 ab 和 aOb 上感生电动势相同，即 $\varepsilon_{ab} = \varepsilon_{aOb}$

(B) cd 导线处于 $B=0$ 的空间，故 $\varepsilon_{cd}=0$

(C) 在该圆柱形区域内，涡旋电场的大小 $E_i \propto r$ ，故 $\varepsilon_{\widehat{ab}} > \varepsilon_{ab}$ ， $\varepsilon_{ab} > \varepsilon_{aO} > 0$

(D) aO 、 Ob 均垂直于 \vec{E}_i ，故 $\varepsilon_{aO} = \varepsilon_{Ob} = 0$



[] 10. 关于位移电流，下列说法中正确的是

- (A) 位移电流就是变化的电场，它在数值上等于场强对时间的变化率
 (B) 位移电流只能在非导体中传播
 (C) 位移电流是一种假说，实际并不存在
 (D) 位移电流由变化的电场所产生，其大小仅决定于电位移通量对时间的变化率

得分	
评卷人	

二. 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一列火车在雨中以 30 m/s 的速率向正南方向行驶，当时正刮北风。静止在车站上的服务员看到雨丝与竖直线成 30° 角，但在车厢中的旅客却看到雨丝竖直向下打在玻璃窗上，则雨滴相对于地面的速率为_____。

2. 已知质点的运动方程为 $\vec{r} = R \cos kt^2 \vec{i} + R \sin kt^2 \vec{j}$ ，式中， R 、 k 均为常量，则 t 时刻质点的切向加速度的大小为_____，法向加速度的大小为_____。

3. 汉口有平缓的江滩，而一江之隔的武昌却是江岸陡峭。这是千万年以来江水在_____力的作用下不断冲刷_____的江岸所造成的。

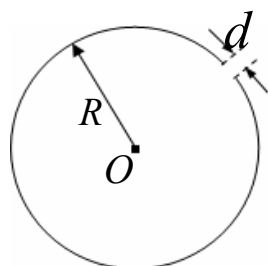
4. 水从一截面为 10 cm^2 的水平管 A ，流入两根并联的水平支管 B 和 C ，它们的截面积分别为 8 cm^2 和 6 cm^2 。如果水在管 A 中的流速为 1.00 m/s ，在管 C 中的流速为 0.50 m/s ，则水在管 B 中的流速为_____， B 、 C 两管中的压强差为_____。

5. 在惯性系中，两个光子相向运动时，一个光子对另一个光子的相对运动速率为_____。

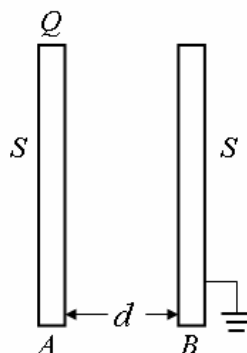
6. 观察者甲以 $\frac{4}{5}c$ 的速率相对于观察者乙运动，若甲携带一长度为 l 、截面积为 S 、质量为 m 的棒，这根棒安放在运动方向上，则甲测得此棒的密度为_____；乙测得此棒的密度为_____。

7. 如下左图所示，一半径为 R 带有一极小的缺口的细圆环，缺口长度为 d ($d \ll R$)，环上均匀带电，电荷线密度为 λ ，如图所示，则圆心 O 处的电场强度大小

为_____。



填空题第 7 题图



填空题第 8 题图

8. 如上右图所示，将一块原来不带电的金属板 B 移近一块带有正电荷 Q 的金属板 A 平行放置，设两板面积都是 S ，板间距离为 d ，忽略边缘效应。现将 B 板接地，则两板间的电势差为_____。

9. 一空气平行板电容器充电后切断电源，电容器储能为 W_0 ，若灌入相对介电常数为 ϵ_r 的煤油，电容器储能变为 W_0 的_____倍。如果灌煤油时电容器一直与电源相连接，则电容器储能将是 W_0 的_____倍。

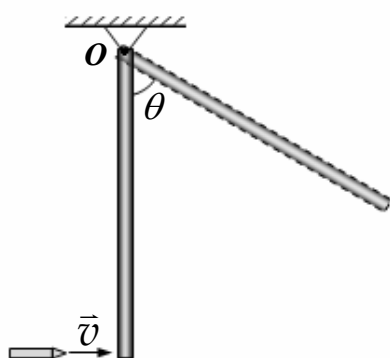
10. 一段直导线在垂直于均匀磁场的平面内运动。已知导线绕其一端以角速度 ω 转动时的电动势与导线以垂直于导线方向的速度 \bar{v} 做平动时的电动势大小相等，则导线的长度为_____。

三. 计算题（每题 10 分，共 40 分）

得 分	
评卷人	

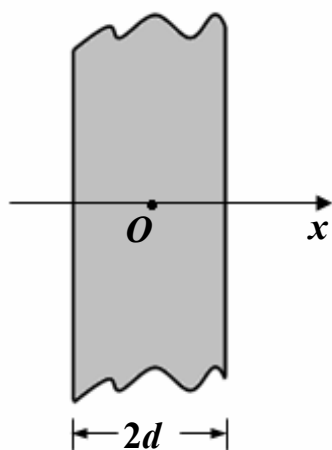
1. 如图所示，长为 L 的均匀直杆其质量为 $3m$ ，上端用光滑水平轴吊起而静止下垂。今有一质量为 m 的子弹沿水平方向射入杆的下端且留在杆内，并使杆摆动。若杆的最大摆角为 $\theta = 60^\circ$ ，试求：

- (1) 子弹入射前的速率 v ；
- (2) 在最大摆角处，杆转动的角加速度。



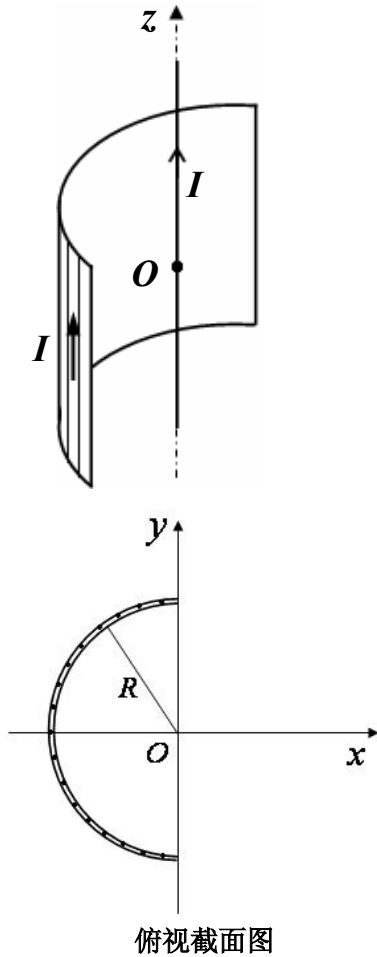
得 分	
评卷人	

2. 一厚度为 $2d$ 的无限大非导体平板，其电荷密度 $\rho = k|x|$ ， k 为正常数。求板内、外任意点的电场强度。



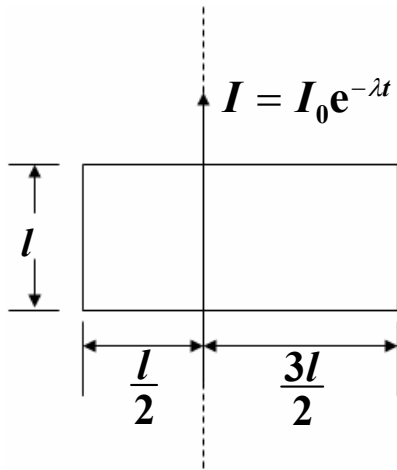
得 分	
评卷人	

3. 一轴线在 z 轴，半径为 R 的无限长半圆柱面导体，在柱面上由下至上（沿 z 轴）均匀地通有电流 I ，在 z 轴上另有一无限长载流直导线，直导线通有电流 I （沿 z 轴）。求单位长度直导线所受的力。



得 分	
评卷人	

4. 一无限长直导线通有电流 $I = I_0 e^{-\lambda t}$ (I_0, λ 为恒量), 与一矩形线框共面, 并互相绝缘, 线框的尺寸及位置如图所示。试求:
- (1) 直导线与线框之间的互感系数;
 - (2) 线框中的感应电动势。



华中科技大学物理学院 2011~2012 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：2012.06.24.

一、选择题

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

二、填空题

- 60 m/s;
- $2kR, 4k^2 R t^2$;
- 科里奥利力，武昌；
- 0.875 m/s, 257.8 Pa;
- c ;
- $\frac{m}{lS}, \frac{25}{9} \frac{m}{lS}$;
- $\frac{d\lambda}{4\pi\epsilon_0 R^2}$;
- $\frac{Qd}{\epsilon_0 S}$;
- $\frac{1}{\epsilon_r}, \epsilon_r$;
- $l = \frac{2v}{\omega}$

三、计算题

1. (1) 子弹-杆系统在子弹射入前后对 O 轴的角动量守恒：

$$mvL = (\frac{1}{3} \times 3mL^2 + mL^2)\omega, \text{ 即 } v = 2L\omega \quad 2'$$

杆上摆过程机械能守恒：

$$\frac{1}{2}(\frac{1}{3} \times 3mL^2 + mL^2)\omega^2 = 3mg \frac{L}{2}(1 - \cos \theta) + mgL(1 - \cos \theta) \quad 2'$$

$$\text{即 } \omega = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{5g}{L}} \quad 2'$$

$$\text{得 } v = \sqrt{5gL} \quad 1'$$

- (2) 由 $M = J\beta$ 可知, 1'

$$3mg \times \frac{1}{2} L \sin \theta + mgL \sin \theta = (\frac{1}{3} \times 3mL^2 + mL^2)\beta \quad 2'$$

$$\text{得 } \beta = \frac{5\sqrt{3}g}{8L} \quad 1'$$

2. 场强具有对平板中心平面的对称性, 作轴与带电平板垂直, 两底与平面等距, 底面积为 S 的圆柱面为高斯面, 由高斯定理: 2'

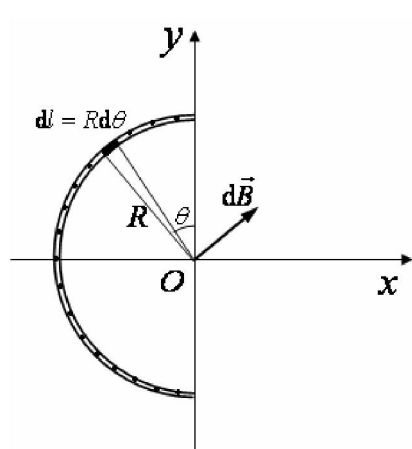
$$\text{对板内区间 } |x| < d: 2E_1 S = \frac{q_{\text{内}}}{\varepsilon_0} = 2 \int_0^x \frac{kx}{\varepsilon_0} S dx = \frac{kS}{\varepsilon_0} x^2, \quad 3'$$

$$\vec{E}_1 = \frac{kx^2}{2\varepsilon_0} \vec{i} \quad 1'$$

$$\text{对板外区间 } |x| > d: 2E_2 S = \frac{q_{\text{内}}}{\varepsilon_0} = 2 \int_0^d \frac{kx}{\varepsilon_0} S dx = \frac{kS}{\varepsilon_0} d^2, \quad 3'$$

$$\vec{E}_2 = \begin{cases} \frac{kd^2}{2\varepsilon_0} \vec{i} & x > d \\ -\frac{kd^2}{2\varepsilon_0} \vec{i} & x < -d \end{cases} \quad 1'$$

3. 先计算长半圆柱面电流在轴线上的磁场。在截面图半圆周上取线元 $d\vec{l}$, 其所对应长直导线的电流为:



$$dI = \frac{I}{\pi R} \times R d\theta = \frac{I}{\pi} d\theta \quad 1'$$

该电流在轴线产生磁场的大小为

$$dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I d\theta}{2\pi^2 R} \quad 2'$$

$$\text{由对称性, } B_x = 0, \quad 2'$$

所以轴线上的磁场为

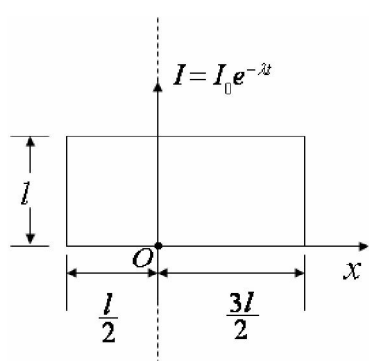
$$B = \int dB_y = \int_0^\pi \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R} \sin \theta d\theta = \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}, \quad 2'$$

$$\text{沿 } y \text{ 轴正方向。} \quad 1'$$

轴上单位长度长直载流导线所受的力为

$$F = BI = \frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}, \text{ 沿 } -x \text{ 轴方向。} \quad 2'$$

4. 建如图所示坐标系, 取顺时针为线框绕行正方向, 直导线电流 I 的磁场通过线框的磁通



$$\text{量为: } \Phi = \int_0^{\frac{3l}{2}} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dx - \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dx = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln 3 \quad 3'$$

则直导线与线框之间的互感系数为:

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln 3 \quad 2'$$

线框中的互感电动势为：

$$\varepsilon = -M \frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} = \frac{\mu_0 I_0 l \lambda \ln 3}{2\pi} e^{-\lambda t} \quad 3'$$

$\varepsilon > 0$ ，即互感电动势方向为顺时针方向。 $2'$