

大学物理 1-1

注意事项:

1. 请考生按要求在试卷装订线内填写姓名、学号和年级专业。
2. 请仔细阅读各种题目的回答要求, 在规定的位置填写答案。
3. 不要在试卷上乱写乱画, 不要在装订线内填写无关的内容。
4. 满分 100 分, 考试时间为 120 分钟。

题 号	一	二	三	四				总 分	统分人
				1	2	3	4		
得 分									

得 分	
评分人	

一、简答题 (每小题 4 分, 共 12 分)

1. 写出在力学中学过的两种理想化的物理模型, 建立这两种理想化的物理模型时, 突出的主要因素和忽略的次要因素分别是什么?

答案: (1) 质点。主要因素: 质量; 次要因素: 物体的大小、形状 (2 分)

(2) 刚体。主要因素: 物体的形状、大小、质量分布。次要因素: 物体的形变 (2 分)

2. A、B 两轮的质量 M 和半径 R 都相同, 其中 A 轮中间厚边缘薄, B 轮中间薄边缘厚。已知两轮均绕穿过轮心且垂直轮面的轴做定轴转动, 转动动能相同。请问该题中影响轮子转动惯量的因素是什么? 哪个轮子的转动惯量大? 哪个轮子角速度大? 哪个轮子的角动量大?

答案: 该题中影响转动惯量的因素是轮子的质量分布 (1 分)

B 轮的转动惯量大(1 分)

A 轮子角速度大(1 分)

B 轮子的角动量大(1 分)

3. 简述法拉第电磁感应定律和楞次定律。

答案：电磁感应定律 $\varepsilon_i = -\frac{d\phi}{dt}$ ，其中“-”表示要考虑到 ε_i 的方向（2分）；

楞次定律：回路内感应电流产生的磁场总是企图阻止或补偿回路中原磁通量的变化。（2分）

得 分	
评分人	

二、单项选择题（每小题 3 分，共 24 分, 请将答案填入表格中）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	D	A	B	B	C	C	D	B

1. 下列说法正确的是（ ）：

- (A) 质点作圆周运动时的加速度指向圆心。
- (B) 匀速圆周运动的加速度为恒量。
- (C) 只有法向加速度的运动一定是圆周运动。
- (D) 只有切向加速度的运动一定是直线运动。

2. 对质点系有以下几种说法（ ）

- (1) 质点系总动量的改变与内力无关。
 - (2) 质点系总动量的改变与内力有关。
 - (3) 质点系总动能的改变与内力无关。
 - (4) 质点系机械能的改变与保守内力无关。
- (A) 只有 (1) (4) 是正确的 (B) 只有 (1) (3) 是正确的
- (C) 只有 (2) (3) 是正确的 (D) 只有 (2) (4) 是正确的

3. 一质点运动方程为 $\vec{r} = -5\cos 2t\vec{i} - 5\sin 2t\vec{j}(SI)$ ，则（ ）

- A、质点作抛物线运动； B、质点作圆周运动；
- C、质点运动速度不变； D、质点运动加速度不变。

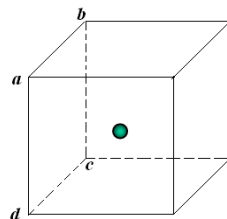
4. 静电场中某点电势的数值等于（ ）

- (A) 试验电荷 q_0 置于该点时具有的电势能。
- (B) 单位正试验电荷置于该点时具有的电势能。
- (C) 正电荷置于该点时具有的电势能。

(D) 把单位正电荷从该点移到电势零点, 外力所作的功。

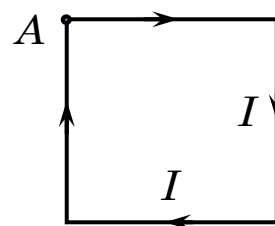
5. 如图所示, 一个带电量为 q 的点电荷位于正立方体的中心上, 则通过其中一侧面的电场强度通量等于 ()

- (A) $\frac{q}{4\epsilon_0}$ (B) $\frac{q}{24\epsilon_0}$ (C) $\frac{q}{6\epsilon_0}$ (D) $\frac{q}{27\epsilon_0}$



6. 边长为 l 的正方形线圈中通有电流 I , 此线圈在 A 点 (见图) 产生的磁感应强度 B 为 ()

- (A) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$, 方向垂直向外 (B) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$, 方向垂直向外
(C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$, 方向垂直向内 (D) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi l}$, 方向垂直向内

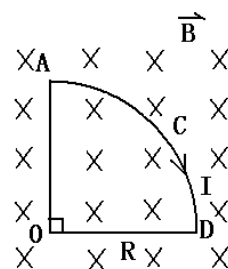


7. 两个导体球 A、B 相距很远 (可以看成是孤立的), 其中 A 球原来带电, B 球不带电。A、B 两球半径不等, 且 $R_A > R_B$ 。若用一根细长导线将它们连接起来, 则两球所带电量密度 σ ()。

- (A) $\sigma_A = \sigma_B$ (B) $\sigma_A > \sigma_B$ (C) $q_A < q_B$ (D) $\sigma_A < \sigma_B$

8. 半径为 R 的半圆形载流线圈 OACD 通以电流 I , 放入均匀磁场 B 中, 弧线电流 ACD 所受到的安培力的大小为 ()。

- (A) BIR (B) $\sqrt{2}BIR$ (C) $\frac{\sqrt{2}}{2}BIR$ (D) $\frac{1}{2}BIR$



得分	
评分人	

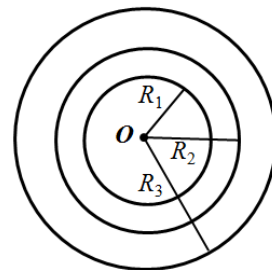
三、填空题 (共 24 分, 每空 2 分)

1. 保守力做功的特点是: 保守力做功与路径无关, 只与初末位置有关, 常见的保守力有 重力、弹簧的弹力、静电力 (至少填两种力以上), 保守力做功可以引入 势能。

2. 由静电场中的高斯定理 $\Phi_e = \oint_s \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum q_{\text{内}}}{\epsilon_0}$, 可知静电场是 有源 场, 由

静电场环路定理 $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \underline{\underline{0}}$ ，静电场是 保守力 场。

2. 同轴电缆由一导体圆柱和一同轴导体圆筒构成。使用时电流 I 从导体圆柱中流出，从导体圆筒流回，电流均匀分布在横截面上。设圆柱半径为 R_1 ，圆筒半径分别为 R_2 和 R_3 (如图所示)，以 r 代表场点到轴线的距离，则各区域的磁场为：



(1) $r < R_1$ 时, $B_1 = \underline{\underline{\frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2}}}$;

(2) $R_1 < r < R_2$ 时, $B_2 = \underline{\underline{\frac{\mu_0 I}{2\pi r}}}$;

(3) $r > R_3$ 时, $B_3 = \underline{\underline{0}}$;

4. 动生电动势产生的根本原因是: 导体中的自由电荷随导体在磁场中运动时受到洛伦兹力作用的结果。

5. 感生电场产生的原因是: 变化的磁场产生变化的电场。

四、计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

得 分	
评分人	

1. 一力作用在质量为 2kg 的质点上, 质点沿 x 方向运动。已知质点的位置随时间的变化关系为 $x = 3t - 4t^2 + t^3$ (国际单位制)。求:

(1) 该作用力随时间的函数关系。(2) 若 $t_0 = 0$, 计算质点在该力作用下运动到 10 秒时的冲量和速度。

$$(1) v = \frac{dx}{dt} = 3 - 8t + 3t^2 (m/s) (2\text{分})$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 6t - 8 (m/s^2) (2\text{分})$$

$$F = ma = 12t - 16 (N) (2\text{分})$$

$$(2) I = \int F dt = \int_0^{10} (12t - 16) dt = 440 N \cdot s (2\text{分})$$

$$\text{由(1)可知 } t = 0 \text{ 时, } v_0 = 3 m/s (1\text{分})$$

$$\therefore v_{10} = \frac{I + mv_0}{m} = 223 m/s (1\text{分})$$

得 分	
评分人	

2. 光滑的水平桌面上, 有一长为 $2l$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕过其中点 O 且垂直于杆的竖直光滑固定轴自由转动, 起初杆静止, 桌

面上有两个质量均为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率 v 相向运动, 当两个小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 与杆粘在一起转动, 求碰撞后小球和杆的转动角速度。

解:

$$2mvl = J_{\text{总}} \omega \quad (3\text{分})$$

$$J_{\text{总}} = J_{\text{杆}} + J_{\text{球}} = \frac{1}{12} m(2l)^2 + 2ml^2 \quad (4\text{分})$$

$$\therefore 2mvl = \left[\frac{1}{12} m(2l)^2 + 2ml^2 \right] \omega$$

$$\omega = \frac{6v}{7l} \quad (3\text{分})$$

得 分	
评分人	

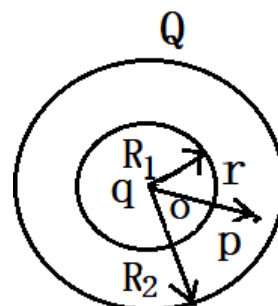
3. 金属球壳带电量为 $+Q$, 内外径分别为 R_1 和 R_2 , 在腔内球心 O 处有一点电荷 $+q$, (1) 描述达到静电平衡时电荷的分布; (2) 求 $R_1 < r < R_2$ 和 $r > R_2$ 区域的场强; (3) 求 P 点处 ($R_1 < r < R_2$) 的电势。

解: (1) 金属球壳的电荷分布为:

半径为 R_1 的球面上分布的电荷为 $-q$; (1分)

在 $R_1 < r < R_2$ 范围内无净电荷; (1分)

在半径为 R_2 的球面上分布的电荷为 $Q+q$ 。(1分)



(2) 取半径为 r 的球面为高斯面, 根据高斯定理: $\Phi_e = \oiint_s \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\sum q_{\text{内}}}{\epsilon_0}$ (1分)

$R_1 < r < R_2$ 时, $\sum q = 0$, $E_1 = 0$ (1分)

$r > R_2$ 时, $\sum q = Q + q$, $E_2 = \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (1分)

$$\begin{aligned} U_P &= \int_r^\infty E dr = \int_r^{R_2} E_1 dr + \int_{R_2}^\infty E_2 dr \quad (2\text{分}) \\ (3) \quad &= \int_{R_2}^\infty E_2 dr = \int_{R_2}^\infty \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 R_2} \quad (2\text{分}) \end{aligned}$$

得 分	
评分人	

4.在通有恒定电流为 I 的长直载流导线旁，放置一半圆形回路线圈，如图所示，A 点距无限长直导线的距离为 d ，回路以速度 \vec{v} 竖直向上运动，求（1）回路中总的感应电动势；（2）求 \overline{AOC} 导体棒的感应电动势；（3）求半圆形导体 \widehat{ADC} 的感应电动势。

解：（1）根据法拉第电磁感应定律： $\varepsilon_i = -\frac{d\varphi}{dt}$ （1分）

回路以速度 v 竖直向上运动的过程中，磁通量没有发生变化，所以回路中总的感应电动势为 $\varepsilon_{i\text{总}} = -\frac{d\varphi}{dt} = 0$ 。（1分）

（2） \overline{AOC} 导体棒上的感应电动势，运用动生电动势的公式进行计算：

$$\begin{aligned}\varepsilon_i &= \int_{-}^{+} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_{-}^{+} vBdl \quad (2\text{分}) \\ &= \int_d^{d+2R} v \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \ln \frac{d+2R}{d} \quad (2\text{分})\end{aligned}$$

方向：水平向左（ $C \rightarrow A$ ）（1分）

（3） $\because \varepsilon_{i\text{总}} = 0$ ，所以半圆形导体 \widehat{AC} 的感应电动势和 \overline{AOC} 导体棒感应电动势大小相等，方向相反，互相抵消。

$$\begin{aligned}\varepsilon_{i\overline{AOC}} &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{d+2R}{d} \\ \therefore \varepsilon_{i\widehat{AC}} &= -\varepsilon_{i\overline{AOC}} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{d+2R}{d} \quad (2\text{分})\end{aligned}$$

方向：从 C 沿着半圆形导体 \widehat{CDA} 指向 A（逆时针方向）（1分）

