

使用专业、班级\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_

说明：请在答题纸上作答

一、单选题 [每个题 2 分，共计 30 分]

1. 质点作半径为  $R$  的变速圆周运动时的加速度大小为 ( $v$  表示任一时刻质点的速率)

(A)  $\frac{dv}{dt}$ . (B)  $\frac{v^2}{R}$ . (C)  $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$ . (D)  $\sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$ .

2. 某质点的运动方程为  $r(t) = t\mathbf{i} + \frac{t^2}{2}\mathbf{j} + \frac{t^3}{3}\mathbf{k}$  (采用 SI 单位制), 则  $t=1\text{s}$  时该质点运动的切向加速度大小为 (单位:  $\text{m/s}^2$ ).

(A) 0 (B)  $\sqrt{2}$  (C)  $\sqrt{3}$  (D)  $\sqrt{5}$

3. 质量为  $m$  的质点在外力作用下, 其运动方程为:

$$\vec{r} = A\cos\omega t \vec{i} + B\sin\omega t \vec{j}$$

式中  $A$ 、 $B$ 、 $\omega$  都是正的常量。由此可知外力在  $t=0$  到  $t=\pi/(2\omega)$  这段时间内所作的功为

(A)  $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 + B^2)$  (B)  $m\omega^2(A^2 + B^2)$   
(C)  $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - B^2)$  (D)  $\frac{1}{2}m\omega^2(B^2 - A^2)$

4. 如图所示,  $A$ 、 $B$  为两个相同的绕着轻绳的定滑轮.  $A$  滑轮挂一质量为  $M$  的物体,  $B$  滑轮受拉力  $F$ , 而且  $F=Mg$ . 设  $A$ 、 $B$  两滑轮的角加速度分别为  $\beta_A$  和  $\beta_B$ , 不计滑轮轴的摩擦, 则有

(A)  $\beta_A = \beta_B$ . (B)  $\beta_A > \beta_B$ .

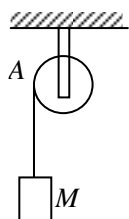
(C)  $\beta_A < \beta_B$ . (D) 开始时  $\beta_A = \beta_B$ , 以后  $\beta_A < \beta_B$ .

5. 如图所示两块无限大均匀带电平行平面, 电荷面密度分别为  $\sigma$  ( $\sigma > 0$ ) 和  $-2\sigma$ , 两平面之间任何一点  $P$  点的电场强度  $E$  为

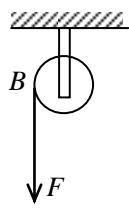
(A)  $\frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$ . (B)  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ . (C)  $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$  (D)  $\frac{2\sigma}{\epsilon_0}$ .

6. 如图所示, 四个点电荷的电量相等, 两正两负置于正方形的四角上, 令  $U$  和  $E$  分别为图示中心  $o$  处的电势和场强的大小, 当仅有左上角的点电荷存在时,  $o$  点处的电势和场强分别为  $U_0$  和  $E_0$ , 试问  $U$  和  $E$  的值为多少?

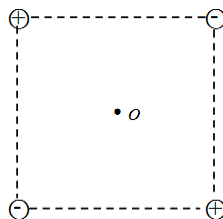
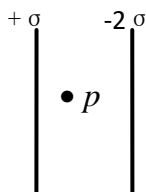
(A)  $U = U_0$ ,  $E = E_0$ . (B)  $U = 0$ ,  $E = 0$ . (C)  $U = 0$ ,  $E = 4E_0$ . (D)  $U = 4U_0$ ,  $E = 0$ .



选择第 4 题图



选择第 5 题图



选择第 6 题图

7. 由真空中静电场的高斯定理  $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_i$  可知:

- (A) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强一定为零
- (B) 闭合面内的电荷代数和不为零时, 闭合面上各点场强一定都不为零
- (C) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强不一定都为零
- (D) 闭合面内无电荷时, 闭合面上各点场强一定为零

8. 一平行板电容器充电后与电源断开, 然后在其一半体积中充满介电常数为  $\epsilon$  的各向同性均匀电介质, 如图所示, 则:

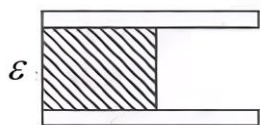
- (A) 两部分中的电场强度相等
- (B) 两部分中的电位移矢量相等
- (C) 两部分极板上的自由电荷面密度相等
- (D) 以上三量都不相等

9. 如图所示, 无限长直导线在  $P$  处弯成半径为  $R$  的圆, 当通以电流  $I$  时, 则在圆心  $O$  点的磁感强度大小等于:

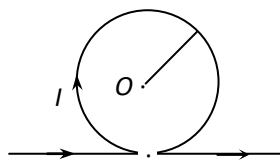
- (A)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$
- (B)  $\frac{\mu_0 I}{4R}$
- (C)  $\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$
- (D)  $\frac{\mu_0 I}{4R} (1 + \frac{1}{\pi})$

10. 如图所示, 在磁感应强度为  $B$  的均匀磁场中, 有一圆形载流导线,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  是其上三个长度相等的电流元, 则它们所受安培力大小的关系为

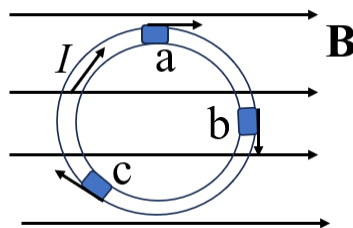
- (A)  $F_a > F_b > F_c$
- (B)  $F_a < F_b < F_c$
- (C)  $F_b > F_c > F_a$
- (D)  $F_a > F_c > F_b$



选择第 8 题图



选择第 9 题图



选择第 10 题图

11. 无限长直圆柱体, 半径为  $R$ , 沿轴向均匀流有电流. 设圆柱体内 ( $r < R$ ) 的磁感强度为  $B_i$ , 圆柱体外 ( $r > R$ ) 的磁感强度为  $B_e$ , 则有:

- (A)  $B_i$ 、 $B_e$  均与  $r$  成正比.
- (B)  $B_i$ 、 $B_e$  均与  $r$  成反比.
- (C)  $B_i$  与  $r$  成反比,  $B_e$  与  $r$  成正比.
- (D)  $B_i$  与  $r$  成正比,  $B_e$  与  $r$  成反比.

12. 用细导线均匀密绕成长为  $l$ 、半径为  $a$  ( $l \gg a$ )、总匝数为  $N$  的螺线管, 管内充满相对磁导率为  $\mu_r$  的均匀磁介质。若线圈中载有稳恒电流  $I$ , 则管中任意一点的
- (A) 磁感强度大小为  $B = \mu_0 \mu_r NI$
  - (B) 磁感强度大小为  $B = \mu_r NI / l$
  - (C) 磁场强度大小为  $H = \mu_0 NI / l$
  - (D) 磁场强度大小为  $H = NI / l$
13. 有一直尺固定在  $S'$  系中, 它与  $Ox'$  轴的夹角  $\theta' = 45^\circ$ . 如果  $S'$  系以速度  $v$  沿  $Ox$  轴方向相对于  $S$  系运动, 则  $S$  系中观察者测得该尺与  $Ox$  轴的夹角为()
- (A) 大于  $45^\circ$
  - (B) 小于  $45^\circ$
  - (C) 等于  $45^\circ$
  - (D) 当  $S'$  系沿  $Ox$  轴正向运动, 其夹角大于  $45^\circ$ ; 沿负向运动, 其夹角小于  $45^\circ$
14. 在一惯性系中观测, 两个事件同地不同时, 则在其他惯性系中观测, 它们
- (A) 一定同地
  - (B) 可能同地
  - (C) 不可能同地, 但可能同时
  - (D) 不可能同地, 也不可能同时
15. 某宇宙飞船以  $0.8c$  的速度离开地球, 若地球上测到它发出的两个信号之间的时间间隔为  $10s$ , 则宇航员测出的相应的时间间隔为.
- (A)  $6s$  (B)  $8s$  (C)  $10s$  (D)  $10/3s$

## 二、多选题 【每个题 4 分, 共计 20 分】

1. 质点作曲线运动,  $\vec{r}$  表示位置矢量,  $\vec{v}$  表示速度,  $\vec{a}$  表示加速度,  $S$  表示路程,  $a$  表示切向加速度, 下列表达式中正确的是:

- (A)  $d\vec{v}/dt = \vec{a}$ , (B)  $d\vec{r}/dt = \vec{v}$ , (C)  $dS/dt = v$ ,  
 (D)  $|d\vec{v}/dt| = a_t$  (E)  $|d\vec{r}/dt| = ds/dt$

2. 下列说法中正确的是:

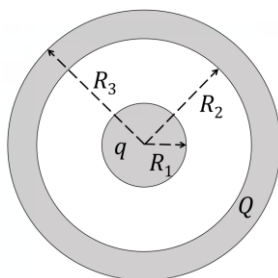
- (A) 作用在定轴转动刚体上的力越大, 刚体转动的角加速度越大
- (B) 作用在定轴转动刚体上的合力矩越大, 刚体转动的角速度越大
- (C) 作用在定轴转动刚体上的合力矩越大, 刚体转动的角加速度越大
- (D) 作用在定轴转动刚体上的合力矩为零, 刚体转动的角速度为零
- (E) 作用在定轴转动刚体上的合力矩为零, 刚体转动的角加速度为零

3. 半径为  $R_1$  的导体球带电量为  $q$ , 球外套以内、外半径分别为  $R_2$  和  $R_3$  的同心导体球壳, 球壳上带电量为  $Q$ , 则下列说法正确的是:

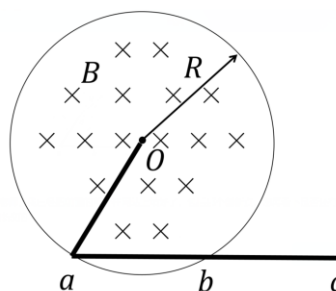
- (A) 球壳的内、外表面所带电量都是  $Q/2$   
 (B) 球壳的内表面所带电量  $-q$ 、外表面所带电量都是  $Q+q$   
 (C) 在  $R_1 < r < R_2$  区域的电场分布是  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$   
 (D) 在  $r > R_3$  区域的电场分布是  $\frac{q+Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

4. 一半径为  $R$  的无限长密绕螺线管, 单位长度上的匝数为  $n$ , 通入  $dI/dt$  为常数的增长电流。如图所示。将导线  $Oab$  和  $bc$  垂直于磁场放置在管内外,  $Oa = ab = bc = R$

- (A) 导线上感生电动势为  $\epsilon_{Oa} = 0, \epsilon_{ab} < \epsilon_{bc}$   
 (B) 导线上感生电动势为  $\epsilon_{Oa} = 0, \epsilon_{ab} > \epsilon_{bc}$   
 (C)  $a, b, c$  三点电势之间的关系是  $U_a < U_b < U_c$   
 (D)  $a, b, c$  三点电势之间的关系是  $U_a > U_b > U_c$



多选第 3 题图



多选第 4 题图

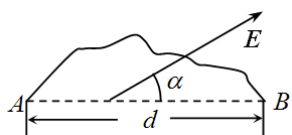
5. 下列说法正确的是

- (A) 一切运动物体相对于观察者的速度都不能大于真空中的光速.  
 (B) 质量、长度、时间的测量结果, 都随物体与观测者的相对运动状态而改变.  
 (C) 在一惯性系中发生于同一时刻, 不同地点的两事件在其他一切惯性系中也是同时发生的.  
 (D) 惯性系中的观察者观测一个相对他作匀速相对运动的时钟, 会看到这个时钟比相对于他静止的相同的时钟走得慢些.

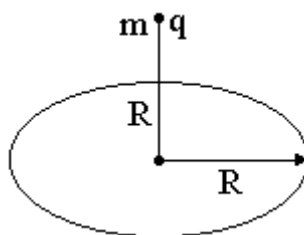
### 三、填空题 [每空 3 分, 共计 30 分]

- 一质量为  $3 \text{ kg}$  的质点, 沿  $x$  轴运动, 设  $t=0$  时,  $v=0$ , 如果质点的作用力  $F = (3+2t) \text{ (N)}$  的作用下运动, 则该质点  $3\text{s}$  末的速度大小为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ .
- 一质量为  $m$  的质点沿  $x$  轴正向运动, 假设该质点通过坐标为  $x$  点时的速度为  $kx$  ( $k$  为正常量), 则此时质点受力  $F =$  \_\_\_\_\_

3. 一个转动惯量为  $J$  的圆盘绕一固定轴转动, 起初角速度为  $\omega_0$ , 设它所受阻力矩与转动角速度成正比,  $M_{F_f} = -k\omega$  ( $k$  为正常数), 则: 它的角速度从  $\omega_0$  变为  $\frac{\omega_0}{2}$  所需的时间为\_\_\_\_\_.
4. 花样滑冰运动员绕过自身的竖直轴转动, 开始时两臂伸开, 转动惯量为  $J_0$ , 角速度为  $\omega_0$ , 然后他将两臂收回, 使转动惯量减少为  $\frac{J_0}{3}$ , 这时她转动的角速度变为\_\_\_\_\_.
5. 如图所示, 在场强为  $E$  的均匀电场中,  $A$ 、 $B$  两点间距离为  $d$ ,  $AB$  连线方向与  $E$  的夹角为  $\alpha$ . 从  $A$  点经任意路径到  $B$  点的场强线积分  $\int_{AB} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} =$ \_\_\_\_\_.

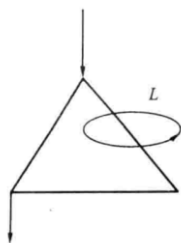


填空第 5 题图

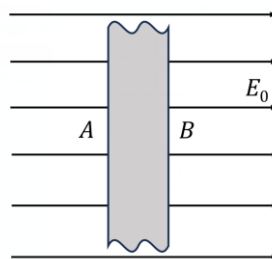


填空第 6 题图

6. 如图所示, 一半径为  $R$  的均匀带电细圆环, 带电量  $Q$ , 水平放置, 在圆环轴线的上方离圆心  $R$  处, 有一质量为  $m$ 、带电量为  $q$  的小球, 当小球从静止下落到圆心位置时, 它的速度为  $v =$ \_\_\_\_\_.
7. 如图所示稳恒电流  $I$  从截面均匀的金属正三角形一顶点流入, 从另一个顶点流出, 则回路  $L$  的积分  $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$ \_\_\_\_\_.
8. 若磁感应强度  $\vec{B} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$  (T), 则通过一半径为  $R$  开口向  $z$  轴正方向的半球壳表面的磁通量为\_\_\_\_\_ Wb.
9. 如图, 无限大平板导体放在电场强度为  $E_0$  的均匀电场中, 导体两侧板面  $A$ 、 $B$  均与电场线垂直, 则  $B$  板面上的电荷密度大小为\_\_\_\_\_.



填空第 7 题图



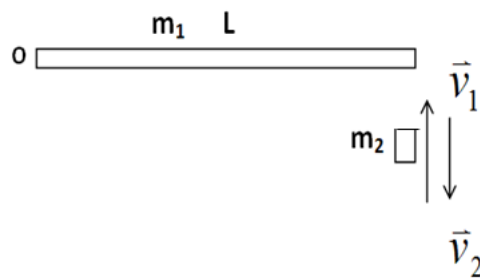
填空第 9 题图

10. 设某微观粒子的总能量是它静能的  $k$  倍, 则其速度大小为\_\_\_\_\_.

#### 四、计算题〔本题 10 分〕

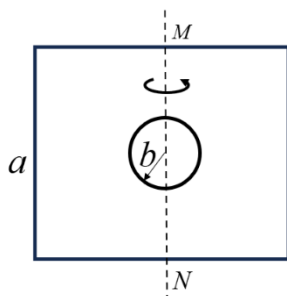
1. 有一质量为  $m_1$ 、长度为  $L$  匀质细棒，静止平放在滑动摩擦系数为  $\mu$  水平桌面上，它可绕过其一端的竖直固定轴  $O$  转动，对轴的转动惯量为  $J_1 = \frac{1}{3}m_1L^2$ ，另有一水平运动的质量为  $m_2$  的小滑块，从侧面垂直于棒与棒的另一端相碰撞，设碰撞时间极短，已知小滑块在碰撞前后的速度分别为  $\vec{v}_1$  和  $\vec{v}_2$ ，如图所示，试求：

- (1) 碰撞后，细棒开始转动时的角速度  $\omega = ?$
- (2) 碰撞后从细棒开始转动到停止转动的过程所需的时间。



#### 五、计算题〔本题 10 分〕

一半径为  $b$  的很小的金属圆环，在初始时刻与边长为  $a$  ( $a \gg b$ ) 的正方形金属框共面且同心. 求下列情况下小金属圆环中  $t$  时刻的感应电动势. (1) 正方形金属框中电流  $I$  恒定，小金属圆环以匀角速度  $\omega$  绕正方形的金属框的中心对称轴  $MN$  转动; (2) 正方形金属框中电流以  $I = I_0 e^{-3t}$  变化，小金属圆环不动。



# 大学物理 I (1) 试卷标准答案

## 一：单选题

1	2	3	4	5	6	7	8
D	C	C	C	A	B	C	A
9	10	11	12	13	14	15	
C	C	D	D	A	D	A	

## 二：多选题

16	17	18	19	20
C、 E	C、 E	B、 C、 D	B、 C	A、 B、 D

## 三：填空题

21. 6    22.  $mk^2x$     23.  $\frac{J}{k} \ln 2$     24.  $3\omega_0$     25.  $Ed \cos \alpha$

26.  $\sqrt{2gR - \frac{qQ}{2R\pi m\epsilon_0} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)}$     27.  $-\frac{1}{3}\mu_0 I$     28.  $-\pi R^2 c$     29.  $\epsilon_0 E_0$

30.  $\frac{c}{k} \sqrt{k^2 - 1}$

## 四. 计算题

解：系统的角动量守恒，即  $m_2 v_1 L = \frac{1}{3} m_1 L^2 \omega - m_2 v_2 L$ ； (3 分)

$$\omega = \frac{3m_2(v_1 + v_2)}{m_1 L} \quad (1 \text{ 分})$$

碰后棒在转动过程中所受的摩擦力矩为  $M_f = \int_0^L -\mu g \frac{m_1}{L} x \cdot dx = -\frac{1}{2} \mu m_1 g L$  (3 分)

由转动定理  $\int_0^t M_f dt = 0 - \frac{1}{3} m_1 L^2 \omega$  (2 分)

$$t = 2m_2 \frac{v_1 + v_2}{\mu m_1 g} \quad (1 \text{ 分})$$

## 五. 计算题

解：正方形金属框单边在中心处产生的磁感应强度大小

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi(\frac{a}{2})} (\cos \frac{\pi}{4} - \cos \frac{3\pi}{4}) = \frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi a} \quad (3 \text{ 分})$$

整个正方形金属框在中心处产生的磁感应强度大小

$$B = 4B_1 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a} \quad (1 \text{ 分})$$

(1) 当小金属圆环以匀角速度  $\omega$  转动时候：

因为  $a \gg b$ ，小金属圆环中的磁通量  $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a} \pi b^2 \cos \omega t$  (1 分)

故感应电动势： $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{a} b^2 \omega \sin \omega t$  (2 分)

(2) 当小金属圆环不动，电流变化

小金属圆环中的磁通量  $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a} \pi b^2 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I_0 e^{-3t}}{\pi a} \pi b^2$  (1 分)

故感应电动势： $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{6\sqrt{2}\mu_0 I_0 e^{-3t}}{a} b^2$  (2 分)