贵州大学 2022-2023 学年第一学期考试试卷　A

大学物理 4-1 参考答案

一、简单题（共 16 分，每小题 4 分）

1. 一个物体具备哪些条件时才可以被看作是质点？任何质点运动具有哪些基本特性？

答：当物体的大小和形状的变化对物体运动的影响可以忽略不计时，就可以把物体当作一个有质量的点（即质点）。（2 分）

基本特性: 瞬时性、相对性和矢量性。（2 分）

2 保守力和非保守力的区别，根据做功的特点可引入什么物理量？在我们所学的课程中哪些是保守力、哪些是非保守力?

答：保守力是做功只与物体运动的始末位置有关，而与实际路径无关的力，可引入相应的势能；非保守力与实际路径有关，不能引入相应的势能。（2 分）

保守力：万有引力、弹力、库仑力、静电场力（只要能写出一个即可）（1 分）

非保守力：摩擦力（1 分）

3. 简述静电场的高斯定理及恒定磁场中的环路定理和数学表达式，并说明它们的性质。

答：静电场的高斯定理：在真空中的静电场内，通过任意封闭曲面的电通量等于该封闭曲面所包围的所有电荷电量的代数和的 $1/\varepsilon_0$ 倍，$\Phi_e=\oiint_s \vec{E}\cdot d\vec{s}=\frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$（有源场）（2 分），

恒定磁场中的环路定理：在恒定磁场中，磁感应强度对闭合路径的线积分，等于此闭合路径所包围的电流与真空磁导率的乘积，$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I$（有旋场）。（2 分）

简述介质中电场的高斯定理和磁场的安培环路定理，并写出其数学表达式。

4. 简述导体静电平衡的条件以及导体处于静电平衡时导体上的电荷分布情况？

答：静电平衡的条件：导体达到静电平衡时，导体内部的任意处的电场强度为零；导体表面电场强度的方向都与导体面垂直。

静电平衡时导体上的电荷分布：对于实心导体，净电荷分布在外表面；（2 分）

对于空腔导体，空腔内无净电荷，电荷分布在外表面，空腔内有净电荷，若为正电荷，空腔内表面感应出负电荷，而外表面感应出正电荷，如果空腔内为负电荷，反之。（2 分）

二、选择题（共 30 分，每小题 3 分）

1．质点的运动方程为 x=2t，y=19+2t²，则该质点作(A)

A、匀加速曲线运动，加速度沿 y 轴； B、匀加速曲线运动，加速度沿 x 轴；

C、变加速曲线运动，加速度沿 y 轴； D、变加速曲线运动，加速度沿 x 轴。

2．半径为 r 的水平圆盘，边缘放置一质量为 m 的物体，当圆盘绕中心轴以角速度 2ω 转动时，物体刚好飞出。已知物体与盘间的静摩擦系数为 μ，当圆盘以角速度ω 转动时，物体与盘间的静摩擦力为（ A ）

A、$mr\omega^2$； B、$\mu mg/2$；

C、0； D、μmg

3. 所谓保守力，就是指那些（ C ）

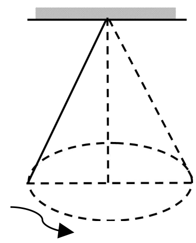
A 对物体不做功的力

B 从起点到终点始终做功的力

C 做功与路径无关，只与始末位置有关的力

D 对物体做功很保守的力

4．如图所示，圆锥摆的小球在水平面内作匀速率圆周运动，下列说法中正确的的是（ A ）。



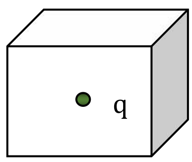
A、重力和绳子的张力对小球都不做功；

B、重力和绳子的张力对小球都做功；

C、重力对小球做功，重力和绳子的张力对小球不做功；

D、重力对小球不做功，重力和绳子的张力对小球做功。

5. 如图所示，一个电荷量为 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（ B ）。



A、$q/4\varepsilon_o$； B、$q/6\varepsilon_o$；

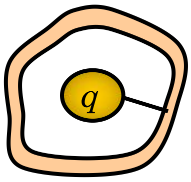
C、子 $q/24\varepsilon_o$； D、$q/27\varepsilon_o$。

6. 某物体的运动规律为 $\frac{dv}{dt} = -Av^2 t$，式中 A 为大于零的常数,当 $t = 0$ 时,初速为 v_0，则速度 v 与时间 t 的函数关系为（ C ）

A、$v = At^2 + v_0$ B、$v = -\frac{1}{2}At^2 + v_0$

C、$\frac{1}{v}=\frac{At^2}{2}+\frac{1}{v_0}$　　　　D、$\frac{1}{v}=-\frac{At^2}{2}+\frac{1}{v_0}$

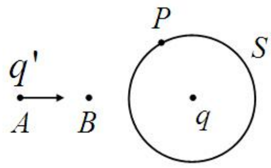
7. 一球形导体，带电量 q，置于一任意形状的空腔导体中，当用导线将两者连接后，则与末连接前相比系统静电能能将（　C　）。



A、不变；　　　B、增大；

C、减小；　　　D、如何变化无法确定。

8. 如图 1 所示，闭合曲面 S 内有一点电荷 q，P 为 S 面上的一点，在 S 面外 A 点处有一点电荷 q'，若将 q'由 A 点移至 B 点，则下列说法中正确的是（　D　）



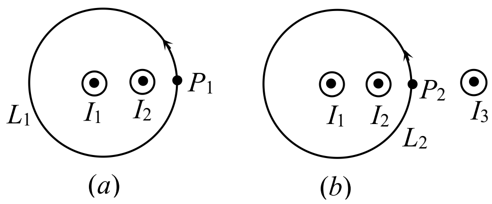
A、穿过面 S 的电通量和 P 点的电场强度都不变；

B、穿过面 S 的电通量和 P 点的电场强度都改变；

C、穿过面 S 的电通量改变，P 点的电场强度不变；

D、穿过面 S 的电通量不变，P 点的电场强度改变。

9. 如图所示，在图(a)和图(b)中各有一半径相同的圆形回路 L_1 和 L_2，圆周内有电流 I_1 和 I_2，其分布相同，且均在真空中，但在图 3(b)中，L_2 回路外有电流 I_3，P_1、P_2 为两圆形回路上的对应点，则（　C　）



A、$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}=\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}$，　$\boldsymbol{B}_{P_1}=\boldsymbol{B}_{P_2}$

B、$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}\neq\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}$，　$\boldsymbol{B}_{P_1}=\boldsymbol{B}_{P_2}$

C、$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}=\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}$，　$\boldsymbol{B}_{P_1}\neq\boldsymbol{B}_{P_2}$

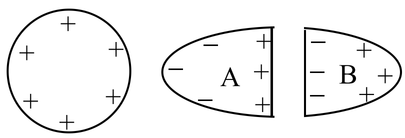
D、$\oint_{L_1}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}\neq\oint_{L_2}\boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}$，　$\boldsymbol{B}_{P_1}\neq\boldsymbol{B}_{P_2}$

10. 如图所示，A、B 是两块不带电的导体，放在一带正电导体的电场中。设无限远处为电势零点，A 的电势为 U_A，B 的电势为 U_B，则（ B ）

A、$U_B > U_A$；

B、$U_B < U_A$；

C、$U_B = U_A$　；



D、不能确定。

三、填空题（共 16 分，每空 2 分）

1. 质量为 1 kg 的质点，其运动方程为$\vec{r} = 5t\vec{i} + 4t^2\vec{j} + 3\vec{k}$ (m)，则 0 ~1 s 内，合外力对质点做的功为__32__J。

2. 质量为 m 的质点作半径为 R、半锥角为θ 的圆锥摆运动，周期为 T。若质点绕行一周，则作用于质点上的张力的冲量大小为___***mgT***__(SI)。

3. 一平行板电容器充电后仍与电源相连，若用绝缘手柄将电容器两极板间的距离拉大，则极板上的电荷 Q 将___减小_____，电场强度的大小 E 将___减小_____。（填增大或减小或不变）

4. 动生电动势的产生的原因是：<u>由于运动导体中的电荷在磁场中受洛仑兹力的结果，</u>感生电场产生的原因：<u> 变化的磁场产生感生电场 </u>。

5. 如下图所示，两个半径分别为 R_1、R_2 的同心半圆形导线，与沿直径的直导线连接同一回路，回路中电流为 I。两个半圆共面，圆心 O 点的磁感强度 B_0 的大小为 $\frac{\mu_0 I}{4R_1} + \frac{\mu_0 I}{4R_2}$___，方向为___向外___。(填向外或向里)

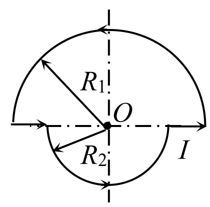
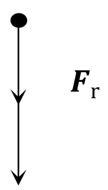


图 5

四、计算题（共 38 分，4 题）

1. 质量为 m 的物体，由地面以初速 v_0 竖直向上发射，物体受到空气的阻力为$F_r = kv$。（1）t 时刻物体的速度；（2）求物体发射到最大高度所需的时间；（3）最大高度为多少？（8 分）



mg

解：（1）物体受重力$\boldsymbol{mg}$和阻力$\boldsymbol{F}_{\rm r}$的作用，由牛顿第二定律得

$$-(mg+kv)=ma=m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$ (2 分)

$$\int_0^t -\mathrm{d}t=\int_{v_0}^{v}\frac{m\mathrm{d}v}{mg+kv}$$

$$v=\frac{(mg+kv_0)e^{-\frac{k}{m}t}-mg}{k}$$

（2）令$v=0$，得

$$t=\frac{m}{k}\ln\left(1+\frac{kv_0}{mg}\right)$$ (2 分)

（3）最大高度

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=v\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}y}$$

$$-(mg+kv)=\frac{mv\mathrm{d}v}{\mathrm{d}y}$$ (2 分)

$$\int_0^y \mathrm{d}y=\int_{v_0}^{0}\frac{mv\mathrm{d}v}{mg+kv}$$

$$y=-\frac{k}{m}\left[\frac{mg}{k}\ln\left(1+\frac{kv_0}{mg}\right)-v_0\right]$$ (2 分)

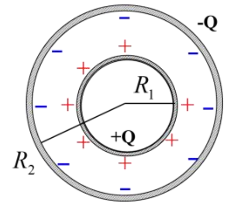
2. 一质量为 10 kg 的质点，系在细绳的一端，绳的另一端固定在平面上，此质点在粗糙水平面上作半径为r的圆周运动。设质点的最初速率为$v_0\,(2\ \mathrm{m\cdot s^{-1}})$，当它运动一周时，其速率为$v_0/2$，求：（1）摩擦力做的功；（2）动摩擦系数$\mu$；（3）在静止以前质点运动了多少圈？（10 分）

解：（1）$W=\Delta E_k=\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2-\frac{1}{2}mv_0^2=-\frac{3}{8}mv_0^2$ = -15 J (4 分)

（2）$fs=\Delta E_k\Rightarrow -\mu mg\cdot 2\pi r=-\frac{3}{8}mv_0^2\Rightarrow \mu=\frac{3v_0^2}{16\pi rg}$ (3 分)

（3） $fs=\Delta E_k \Rightarrow s=\dfrac{-\frac{1}{2}mv_0^2}{-\mu mg}=\dfrac{8}{3}\pi r \Rightarrow N=\dfrac{s}{2\pi r}=\dfrac{4}{3}$ (3 分)

3. 如图所示，两个半径分别为 R_1和R_2的同心金属球壳。当两个球壳分别带等量异号电荷$\boldsymbol{Q}$和$-\boldsymbol{Q}$时，求：(1)整个空间的电场分布；（2）两球面之间的电势差；（10分）



答案：(1) 由对称性分析，选取与带电球面同心的球面为高斯面，
取半径为r的同心球面作为高斯面，电场沿径向方向

由高斯定理$\oint_{(S)}\vec{E}\cdot d\vec{S}=\dfrac{1}{\varepsilon_0}\sum q$得 $E=\dfrac{\sum q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ （2 分）

∴

$r<R_1$, $\sum q=0$， $E_1=0$ （2 分）

$R_1<r<R_2$, $\sum q=Q$， $E_2\cdot 4\pi r^2=\dfrac{Q}{\varepsilon_0}$， $E_2=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ （2 分）

$r>R_2$， $\sum q=0$， $E_3=0$ （2 分）

(2) 内外球壳之间的电势差为

$U=\int_{R_1}^{R_2}E_2dr=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0}(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2})$ （2 分）

4、 两个同轴电缆，长度均为$\boldsymbol{l}$，半径分别为$\boldsymbol{R_1}$和$\boldsymbol{R_2}$（$\boldsymbol{R_2 > R_1}$），金属芯线内的磁场可略，当两圆筒通有相反方向的电流 I时，求：以 r代表场点到轴线的距离,求r从 0 到∞的范围内的磁场大小 B（10 分）

答案：取半径为 r 的同心圆为积分路径，根据安培环路定理

$\oint_L \boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l} = \mu_0 \sum I$，（2 分）

（1） $r < R_1$

$B_1 = 0$ （2 分）

（2） $R_1 \le r \le R_2$

$B_2 \cdot 2\pi r = \mu_0 I$， $B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ （3 分）

（3） $r > R_2$

$B_3 \cdot 2\pi r = \mu_0 [I - I] = 0$, $B_3 = 0$ （3 分）