

北京航空航天大学

2019—2020 学年 第二学期

《基础物理学（信息类）》

期末考试卷

班 级 _____ 学 号 _____

姓 名 _____ 成 绩 _____

2020 年 6 月 22 日

班号_____ 学号_____ 姓名_____ 成绩_____

《 基础物理学（信息类） 》 期末考试卷

注意事项：

1、试题含封面共 6 页，满分 100 分。

2、请用 A4 大小的纸，按答题卡模板填写答案，拍照后按题目顺序将所有答案整理成一个文件，照片做到清晰、整齐，确保字迹清晰。文件命名方式：**班级+学号+姓名**（例：197711+19377666+张三.pdf）。文件要求：**PDF 格式**。

一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 某物体的运动规律为 $dv/dt = -Kv^2$ ，式中的 K 为大于零的常量。当 $t = 0$ 时，初速度为 v_0 ，则速度 v 与时间 t 的函数关系是：

(A) $\frac{1}{v} = -\frac{Kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$.

(B) $\frac{1}{v} = -Kt + \frac{1}{v_0}$.

(C) $\frac{1}{v} = \frac{Kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$.

(D) $\frac{1}{v} = Kt + \frac{1}{v_0}$.

[]

2. 一弹道火箭自身质量（含燃料） $M_0 = 12.9 \text{ t}$ (吨)，所载燃料的质量为 $m = 9.0 \text{ t}$ (吨)，发动机工作时喷出气体的速率（相对于火箭体）为常量 $u = 2 \times 10^3 \text{ m/s}$ ，此火箭由静止开始发射，若不计重力及空气阻力，则在燃料耗尽后，它的速度为：

(A) $1.8 \times 10^3 \text{ m/s}$.

(B) $2.4 \times 10^3 \text{ m/s}$.

(C) $2.6 \times 10^3 \text{ m/s}$.

(D) $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$.

[]

3. 关于机械能守恒条件和动量守恒条件有以下几种说法，其中正确的是：

(A) 不受外力作用的系统，其动量和机械能必然同时守恒。

(B) 所受合外力为零，内力都是保守力的系统，其机械能必然守恒。

(C) 不受外力，而内力都是保守力的系统，其动量和机械能必然同时守恒。

(D) 外力对一个系统做的功为零，则该系统的机械能和动量必然同时守恒。

[]

4. 一刚体以每分钟 30 转绕 z 轴做匀速转动(ω 沿 z 轴正方向). 设某时刻刚体上一点 P 的位置矢量为 $\vec{r} = 2\vec{i} - 3\vec{j} + 4\vec{k}$, 其单位为 “ 10^{-2} m ”, 若以 “ $10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ” 为速度单位, 则该时刻 P 点的速度为:

- (A) $\vec{v} = 12.56\vec{k}$. (B) $\vec{v} = -9.42\vec{i} + 6.28\vec{j}$.
(C) $\vec{v} = 6.28\vec{i} - 9.42\vec{j} + 12.56\vec{k}$. (D) $\vec{v} = 9.42\vec{i} + 6.28\vec{j}$.

[]

5. 设电子静止质量为 m_e , 将一个电子从静止加速到速率为 $0.7c$ (c 为真空中光速), 需做功:

- (A) $0.25m_e c^2$. (B) $0.40m_e c^2$.
(C) $0.49m_e c^2$. (D) $1.40m_e c^2$.

[]

6. 高斯定理 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV / \epsilon_0$

- (A) 只适用于真空中的静电场.
(B) 只适用于具有球对称性、轴对称性和平面对称性的静电场.
(C) 只适用于虽然不具有(B)中所述的对称性、但可以找到合适的高斯面的静电场.
(D) 适用于任何静电场.

[]

7. 一空气平行板电容器, 充电后把电源断开, 这时电容器中储存的能量为 W_0 . 然后在两极板之间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 则该电容器中储存的能量 W 为:

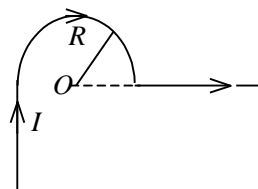
- (A) $W = \epsilon_r W_0$. (B) $W = \frac{W_0}{\epsilon_r}$.
(C) $W = (1 + \epsilon_r) W_0$. (D) $W = W_0$.

[]

8. 将通有电流 $I = 2.0 \text{ A}$ 的无限长导线折成如图形状, 已知半圆环的半径为 $R = 0.20 \text{ m}$. 则圆心 O 点的磁感应强度的大小为: ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$)

- (A) $4.1 \times 10^{-6} \text{ T}$. (B) $2.1 \times 10^{-6} \text{ T}$.
(C) $4.1 \times 10^{-5} \text{ T}$. (D) $2.1 \times 10^{-5} \text{ T}$.

[]



9. 有一细导线绕成的平面正三角形线圈, 边长为 a , 通有电流 I , 置于均匀外磁场 \vec{B} 中, 当线圈平面的法向与外磁场方向正交时, 该线圈所受的磁力矩 M_m 的大小为:

(A) $\sqrt{3}a^2IB/2$. (B) $3a^2IB/4$.

(C) $\sqrt{3}a^2IB/4$. (D) 0.

[]

10. 在真空中一个通有电流的线圈 a 所产生的磁场内有另一个线圈 b , a 和 b 相对位置固定. 若线圈 b 中电流为零(断路), 则线圈 b 与 a 间的互感系数:

(A) 可为零也可不为零, 与线圈 b 中电流无关. (B) 一定不为零.

(C) 可为零也可不为零, 与线圈 a 中电流有关. (D) 一定为零.

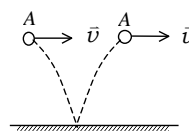
[]

二、填空题 (每小题 3 分, 共 30 分)

1. 已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = (3t - \frac{1}{6}t^3)\vec{i} + (4 - 3t + \frac{1}{2}t^2)\vec{j}$ (SI)

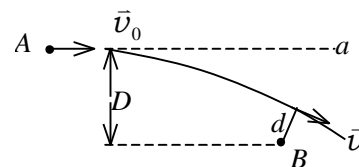
当 $t = 2$ s 时, 速度的大小为 $v = \underline{\hspace{2cm}}$; 加速度 \vec{a} 与 x 轴正方向间夹角 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. 一质量为 m 的小球 A , 在距离地面某一高度处以速度 \vec{v} 水平抛出, 触地后反跳. 在抛出 t 秒后小球 A 跳回原高度, 速度仍沿水平方向, 速度大小也与抛出时相同, 如图. 则小球 A 与地面碰撞过程中, 地面给它的冲量的方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 冲量的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



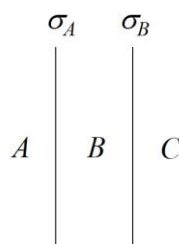
3. 一特殊的轻弹簧, 弹性力 $F = -kx^2$, k 为一常量系数, x 为伸长(或压缩)量. 现将弹簧水平放置于光滑的水平面上, 一端固定, 一端与质量为 m 的滑块相连而处于自然长度状态. 今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量, 使其获得一速度 v , 压缩弹簧, 则弹簧被压缩的最大长度为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

4. 质点 B 固定不动. 质量为 m_A 的质点 A 起初离 B 很远 ($r = \infty$), 具有初速度 \vec{v}_0 , 方向沿图中所示直线 Aa , B 与这直线的垂直距离为 D . 此后, 质点 A 受到质点 B 的万有引力作用, 沿着图中所示的轨道运动. 已知这轨道与 B 之间的最短距离为 d , 则质点 B 的质量 m_B 为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



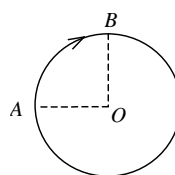
5. 观察者甲和乙分别静止于两个惯性系 K 和 K' 中 (K' 系相对于 K 系作平行于 x 轴的匀速运动). 甲测得在 x 轴上两点发生的两个事件的空间间隔和时间间隔分别为 500 m 和 2×10^{-7} s, 而乙测得这两个事件是同时发生的, 则 K' 系相对于 K 系运动速度为 $\underline{\hspace{2cm}}$. (真空中光速 $c = 3 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$)

6. 图中所示,真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面 A 、 B , A 面上电荷面密度 $\sigma_A = -35.4 \times 10^{-9} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$, B 面的电荷面密度 $\sigma_B = 17.7 \times 10^{-9} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$. 设方向向右为正,则图中 A 、 B 、 C 三个区域的电场强度分别为: $E_A =$ _____, $E_B =$ _____, $E_C =$ _____.



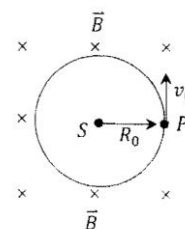
(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

7. 在静电场中,一质子(带电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)沿四分之一的圆弧轨道从 A 点移到 B 点(如图),电场力做功 $4.0 \times 10^{-16} \text{ J}$. 则当质子沿四分之三的圆弧轨道从 B 点回到 A 点时,电场力做功 $A =$ _____. 设 B 点电势为零,则 A 点电势 $U =$ _____.



8. 已知一平行板电容器,极板面积为 S ,两板间隔为 d ,其中充满空气.当两极板上加电压 U 时,忽略边缘效应,两极板间的相互作用力 $F =$ _____.

9. 如图所在平面为某个光滑水平面, S 处固定着一个带负电的点电荷,当空间中有一均匀磁场,磁感应强度 \vec{B} 方向垂直图平面向里,大小为 B 时,一个比荷(电量与质量之比)为 γ 的带正电粒子 P ,能以速率 v_0 沿着逆时针方向绕着 S 做半径为 R_0 的匀速圆周运动,则 S 处点电荷电量的大小为 _____;

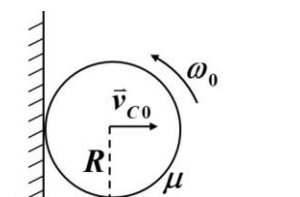


- 撤去磁场,若 P 能以相同速率 v_0 绕着 S 做半径为 R 的匀速圆周运动,则 $R =$ _____.

10. 一平行板电容器,电容为 C ,极板是半径为 R 的圆形金属板,其中充满空气.某段时间内两板间电势差随时间变化的规律是: $U_{12} = Kt$ (K 是正值常量, t 是时间).忽略边缘效应,则电容器两板间的位移电流的大小为 _____;在两极板间,离中心轴线距离为 r ($r < R$) 处,磁感应强度 \vec{B} 的大小为 _____.

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 质量为 m 半径为 R 的足球，在水平地面上向左运动，与光滑竖直墙发生垂直的碰撞，碰撞以后足球将先向右作有转动的平动（有滑动），再继续向右作纯滚动（无滑动）。以碰撞完成作为零时刻，设此时球的质心速度为 \bar{v}_{c0} ，球转动的角速度为 ω_0 ，方向如图示。规定向右为平动正方向，顺时针为转动正方向。求：足球开始作纯滚动的时刻及纯滚时的质心速度。设足球与地面的滑动摩擦系数为 μ ，空心球相对于直径的转动惯量为 $\frac{2}{3}mR^2$ 。



2. 某种介子固有寿命为 $\tau_0 = 2 \times 10^{-6} \text{ s}$ ，在静止时的能量为 $E_0 = 100 \text{ MeV}$ 。若这种介子快速运动时的能量为 $E = 2000 \text{ MeV}$ ，求它运动的距离。（真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ）

3. 半径分别为 1.0 cm 与 2.0 cm 的两个球形导体，所带电荷分别为 $1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 与 $-2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，两球相距很远。若用细导线将两球相连接。求达到平衡时，

(1) 每个球所带电荷；

(2) 每个球所带电荷面密度；

(3) 每球的电势。（设无限远为电势零点， $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ ）

4. 有一根长直导线，载有电流 I ，近旁有一个两条对边与它平行并与它共面的矩形线圈 $ABCD$ 。设 $t=0$ 时，线圈位于图示位置，

(1) 长直导线中电流 $I = I_0$ 不变，矩形线圈以匀速度 \bar{v} 沿垂直于导线的方向离开导线，求 t 时刻矩形线圈中的感应电动势 ϵ_1 。

(2) 矩形线圈不动，长直导线中电流 $I = I_0 \sin \omega t$ ，求 t 时刻矩形线圈中的感应电动势 ϵ_2 。

