一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 某物体的运动规律为$\mathrm{d}v/\mathrm{d}t=-Kv^2$，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) $\dfrac{1}{v}=-\dfrac{Kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$．　　(B) $\dfrac{1}{v}=-Kt+\dfrac{1}{v_0}$．

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

[　　　]

2. 一弹道火箭自身质量（含燃料）M_0 = 12.9 t(吨)，所载燃料的质量为 m = 9.0 t(吨)，发动机工作时喷出气体的速率（相对于火箭体）为常量 $u=2\times10^3$ 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) 1.8×10^3 m/s.　　(B) 2.4×10^3 m/s.

(C) 2.6×10^3 m/s.　　(D) 3.0×10^3 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($\vec{\omega}$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} m • 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 0.7 c (c 为真空中光速)，需作功：

(A) $0.25m_ec^2$.　　(B) $0.40m_ec^2$.

(C) $0.49m_ec^2$.　　(D) $1.40m_ec^2$.

[　　　]

6. 高斯定理 $\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int_V \rho\,\mathrm{d}V/\varepsilon_0$

(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.

[　　　]

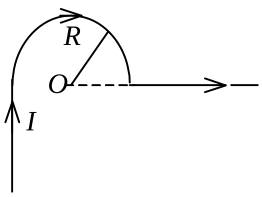
7. 一空气平行板电容器，充电后把电源断开，这时电容器中储存的能量为 W_0. 然后在两极板之间充满相对介电常量为ε_r的各向同性均匀电介质，则该电容器中储存的能量 W 为：

(A) $W=\varepsilon_r W_0$.　　　　(B) $W=\dfrac{W_0}{\varepsilon_r}$.

(C) $W=(1+\varepsilon_r)W_0$.　　　　(D) $W=W_0$.

[　　　]

8. 将通有电流 $I = 2.0$ 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 m．则圆心 O 点的磁感应强度的大小为：($\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ N • A^{-2})



(A) 4.1×10^{-6} T.　　　　(B) 2.1×10^{-6} T.

(C) 4.1×10^{-5} T.　　　　(D) 2.1×10^{-5} 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.

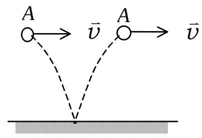
[　　　]

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)

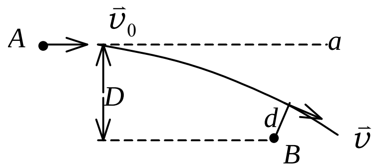
当 $t=2$ s时，速度的大小为 $v=$______ ；加速度 $\vec{a}$ 与 x 轴正方向间夹角 $\alpha=$_______ .

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___________，冲量的大小为___________．



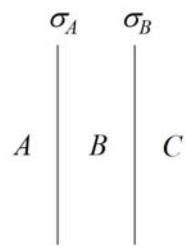
3．一特殊的轻弹簧，弹性力 $F=-kx^2$，k 为一常量系数，x 为伸长(或压缩)量．现将弹簧水平放置于光滑的水平面上，一端固定，一端与质量为 m 的滑块相连而处于自然长度状态．今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量，使其获得一速度 v，压缩弹簧，则弹簧被压缩的最大长度为__________．

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__________．



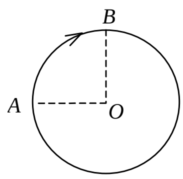
5．观察者甲和乙分别静止于两个惯性系 K 和 K' 中（K' 系相对于 K 系作平行于 x 轴的匀速运动）．甲测得在 x 轴上两点发生的两个事件的空间间隔和时间间隔分别为 500 m 和 2×10^{-7} s ，而乙测得这两个事件是同时发生的，则 K' 系相对于 K 系运动速度为__________．(真空中光速 $c=3\times10^8$ m・s^{-1})

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 $\sigma_A=-35.4\times10^{-9}$ C・m^{-2}，B 面的电荷面密度 $\sigma_B=17.7\times10^{-9}$ C・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：$E_A=$_________________，$E_B=$_______________，$E_C=$_______________．



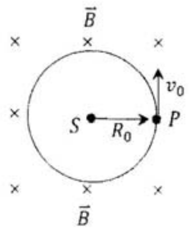
(真空介电常量 $\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}$ C^2・N^{-1}・m^{-2})

7. 在静电场中，一质子(带电荷 e＝1.6×10^{-19} C)沿四分之一的圆弧轨道从 A 点移到 B 点(如图)，电场力作功 4.0×10^{-16} J．则当质子沿四分之三的圆弧轨道从 B 点回到 A 点时，电场力作功 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＝________．

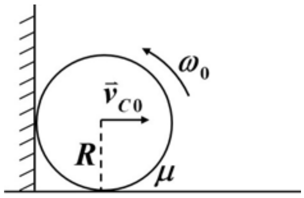
9. 如图所在平面为某个光滑水平面，S 处固定着一个带负电的点电荷，当空间中有一均匀磁场，磁感应强度 $\vec{B}$ 方向垂直图平面向里，大小为 B 时，一个比荷（电量与质量之比）为γ 的带正电粒子 P，能以速率 v_0沿着逆时针方向绕着 S 做半径为 R_0 的匀速圆周运动，则 S 处点电荷电量的大小为___________；撤去磁场，若 P 能以相同速率 v_0绕着 S 做半径为 R 的匀速圆周运动，则 R=___________．



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$2mR^2/3$．



2．某种介子固有寿命为$\tau_0=2\times10^{-6}$ s，在静止时的能量为$E_0 = 100$ MeV．若这种介子快速运动时的能量为$E=2000$ MeV，求它运动的距离．(真空中光速$c=3\times10^8$ m • 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 1.0×10^{-8} C 与-2.0×10^{-8} 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；

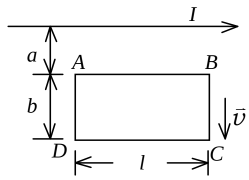
(2) 每个球所带电荷面密度；

(3) 每球的电势． (设无限远为电势零点，$\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\times10^9\ \mathrm{N\cdot m^2\cdot C^{-2}}$)

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.



一．选择题（每题 3 分, 共 30 分）

1. (D)　2. (B)　3. (C)　4. (D)　5. (B)　6. (D)　7. (B)　8. (A)　9. (C)　10. (A)

二．填空题（每题 3 分, 共 30 分）

1.　1.41 m/s 或 $\sqrt{2}$ m/s　　1 分（无单位或单位错误扣 0.5 分）

　153.4°　　2 分

2.　垂直地面向上　　1 分

　mgt　　2 分

3.　$\left(\dfrac{3mv^2}{2k}\right)^{1/3}$　　3 分

4.　$(D^2-d^2)v_0^2/(2Gd)$　　3 分

5.　3.6×10^7 m/s　　3 分（无单位或单位错误扣 0.5 分）

6.　1×10^3 N/C　　1 分

　-3×10^3 N/C　　1 分

　-1×10^3 N/C　　1 分

（无单位或单位错误扣 0.5 分）

7.　-4.0×10^{-16} J　　1 分

　2.5×10^3 V　　2 分

（无单位或单位错误扣 0.5 分）

8.　$\dfrac{\varepsilon_0 SU^2}{2d^2}$　　3 分

9.　$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 R_0 v_0}{\gamma}\left(v_0-\gamma R_0 B\right)$　　1 分

　$\dfrac{v_0-\gamma R_0 B}{v_0}R_0$　　2 分

10.　CK　　1 分

　$\dfrac{\mu_0 rCK}{2\pi R^2}$　　2 分

三. 计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 解：碰撞完成后，足球的平动速度为$\vec{v}_{C0}$，转动角速度为ω_0，规定向右为平动正方向，顺时针为转动正方向

由质心运动定律得： $m\dfrac{\mathrm{d}v_C}{\mathrm{d}t}=-\mu mg$

积分，由初始条件 $t=0, v_C=v_{C0}$ 得： $v_C=v_{C0}-\mu gt$ 2 分

由转动定律得 $I\dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}=\mu mgR$， $I=\dfrac{2}{3}mR^2$

积分，由初始条件 $t=0, \omega=-\omega_0$ 得 $\omega=-\omega_0+\dfrac{3\mu g}{2R}t$ 2 分

由纯滚动条件： $v=R\omega$， 2 分

联立方程得：

$t=\dfrac{2}{5}\dfrac{v_{C0}+R\omega_0}{\mu g}$时，足球开始纯滚动 2 分

$v_C=\dfrac{3}{5}v_{C0}-\dfrac{2}{5}R\omega_0$ 2 分

2. 解：根据 $E=mc^2=m_0c^2/\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}=E_0/\sqrt{1-\upsilon^2/c^2}$ 2 分

可得 $1/\sqrt{1-v^2/c^2}=E/E_0=20$ 2 分

由此求出 $\upsilon\approx 2.996\times10^8\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 2 分

又介子运动的时间 $\tau=\tau_0/\sqrt{1-v^2/c^2}=20\tau_0$ 2 分

因此它运动的距离 $l=v\tau=v\cdot 20\tau_0\approx 1.198\times10^4\ \mathrm{m}$ 2 分

3. 解：两球相距很远，可视为孤立导体，互不影响．设两球半径分别为 r_1 和 r_2，导线连接后所带电荷分别为 q_1 和 q_2，则

$Q=q_1+q_2=-1.0\times10^{-8}\ \mathrm{C}$ 1 分

则两球电势分别是：

$U_1=\dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$， $U_2=\dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2}$ 1 分

（1）两球相连后电势相等， $U_1=U_2$，则有

$\dfrac{q_1}{r_1}=\dfrac{q_2}{r_2}$ 2 分

由此得到 $q_1=\dfrac{r_1Q}{r_1+r_2}=-3.33\times10^{-9}\ \mathrm{C}$ 1 分

$q_2=\dfrac{r_2Q}{r_1+r_2}=-6.67\times10^{-9}\ \mathrm{C}$ 1 分

（2） $\sigma_1 = \dfrac{q_1}{4\pi r_1^2} = -2.6\times10^{-6}\ \ \mathrm{C/m^2}$ 1 分

$\sigma_2 = \dfrac{q_2}{4\pi r_2^2} = -1.3\times10^{-6}\ \ \mathrm{C/m^2}$ 1 分

（3） 两球电势： $U_1 = U_2 = \dfrac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = -3.0\times10^3\ \ \mathrm{V}$ 2 分

4. 解：(1) $\Phi(t) = \oint_S \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} l\,\mathrm{d}r = \dfrac{\mu_0 I\,l}{2\pi}\int_{a+vt}^{a+b+vt}\dfrac{\mathrm{d}r}{r} = \dfrac{\mu_0 I\,l}{2\pi}\ln\dfrac{a+b+vt}{a+vt}$

$\varepsilon_1 = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mu_0 I\,lv}{2\pi}\left(\dfrac{1}{a+vt} - \dfrac{1}{a+b+vt}\right)$ 4 分

方向沿 *ABCD* 即顺时针． 1 分

(2) $\varepsilon_2 = -\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{\mu_0 l}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a}\cdot\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$

$= -\dfrac{\mu_0 l I_0 \omega}{2\pi}\ln\dfrac{a+b}{a}\cos\omega t$ 4 分

以顺时针为正方向． 1 分