装 订 线 任课教师：
装 订 线 学号：
装 订 线 姓名：
装 订 线 班级：

西 安 电 子 科 技 大 学

考试时间 **120** 分钟

试　　题

题号	一	二	三（1-2）	三（3-4）	总分
分数					

1.考试形式：闭卷 ；2.本试卷共三大题，满分 100 分；

一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 正方形的两对角处，各置电荷 Q，其余两角处各置电荷 q，若 Q 所受合力为零，则 Q 与 q 关系为(　　)

A、$Q=-2\sqrt{2}q$　　B、$Q=2\sqrt{2}q$　　C、$Q=-2q$　　D、$Q=2q$

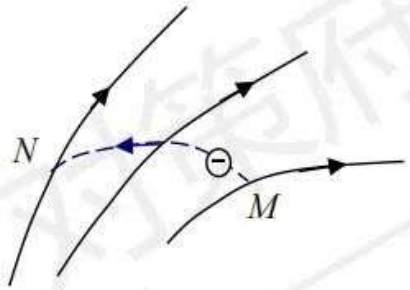
2. 静电场的电场线分布情况如图所示，一负电荷从 *M* 点移到 *N* 点，(　　)

A、电场强度 $E_M > E_N$，电场力做正功

B、电势 $U_M < U_N$，电场力做负功

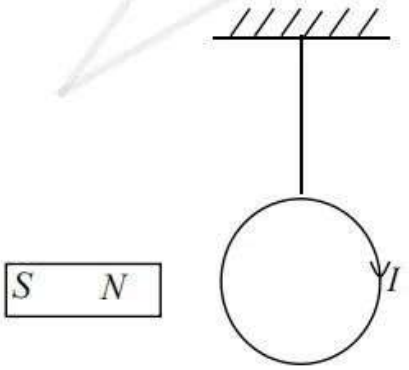
C、电势能 $W_M < W_N$，电场力做负功

D、负电荷电势能减少，电场力做正功



3. 把轻的导线圈用线挂在磁铁 N 极附近，磁铁的轴线穿过线圈中心，且与线圈在同一平面内，当线圈内通以如图所示方向的电流时，线圈将(　　)

A、不发生转动，只离开磁铁
B、发生转动，同时靠近磁铁
C、发生转动，同时离开磁铁
D、不发生转动，只靠近磁铁



4. 一平板空气电容器的两极板都是半径为 r 的圆形导体板，在充电时，板间电场强度的变化率为 $\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$，若略去边缘效应，则两极板间的位移电流为(　　)

A、$\frac{r^2}{4\varepsilon_0}\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$　　B、$\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$　　C、$2\pi r\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$　　D、$\varepsilon_0\pi r^2\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}t}$

5. 一无限长直导线的横截面各处的电流密度均相等，总电流为I，则每单位长度导线内所贮藏的磁场能量为(　　)

A、$\mu_0 I^2/(4\pi)$　B、$\mu_0 I^2/(16\pi)$　C、$\mu_0 I^2/(8\pi^2)$　D、$\mu_0 I^2/(8\pi)$；

6. 用频率为ν的单色光照射某种金属时,逸出光电子的最大动能为E_k；若改用频率为2ν的单色光照射此种金属时,则逸出光电子的最大动能为(　　)：

A、$2E_k$　B、$2h\nu - E_k$　C、$h\nu - E_k$　D、$h\nu + E_k$

7. 要使处于基态的氢原子受激发射后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态发射的各谱线组成的谱线系)的最长波长的谱线，至少应该向基态氢原子提供的能量是(　　)

A、$1.5eV$　B、$3.4eV$　C、$10.2eV$　D、$13.6eV$

8. 如果两个质量不同的粒子,其德布罗意波长相同,则这两种粒子的(　　)

A、动量相同　B、能量相同　C、速度相同　D、动能相同

9. 氢原子中处于$2p$状态的电子,描述其量子态的四个量子数为(n,l,m_l,m_s)可以是(　　)

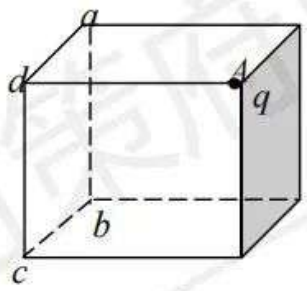
A、(2,2, 1, –1/2)　B、(2,0,0, 1/2)　C、(2,1,–1, –1/2)　D、(2,0,1, 1/2)

10. 一立方体的静止质量和体积分别为m_0和V_0.今设此立方体沿其一棱长的方向以接近光速的速率v运动，则其密度将是(　　)（c表示真空中光速）

A、$\frac{m_0}{V_0}$　B、$\frac{m_0}{V_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$　C、$\frac{m_0}{V_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}$　D、$\frac{m_0}{V_0\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^2}$

二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

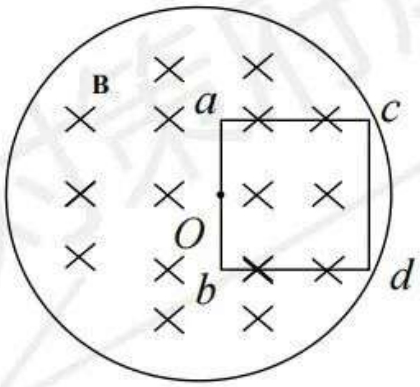
1. 一个带电量为q的点电荷位于立方体的A角上，如图所示，则通过侧面$abcd$的电场强度通量等于_____。



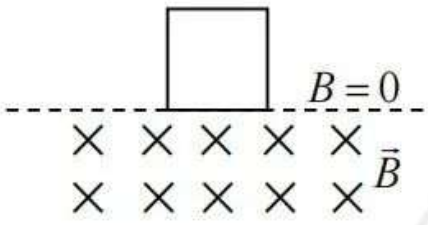
2. 一半径为R的均匀带电球面，带电量为Q．若规定该球面上的电势值为零，则无限远处的电势将等于_____。

3. 两个电容器 1 和 2，串联以后接上电动势恒定的电源充电。在电源保持连接的情况下，若把电介质充入电容器 2 中，则电容器 1 上的电势差_____。电容器 1 极板上的电量_____。（选填：增大、减小、不变）

4. 在圆形区域内有一均匀磁场$\vec{B}$，且$\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}>0$。边长为*d*的正方形金属框置于磁场中，框平面与圆柱形轴线垂直，轴线通过金属框*ab*的中点*O*，则电动势大小$\varepsilon_{ac}=$_____；$\varepsilon_{dc}=$_____；$\varepsilon_{abdca}=$_____。



5. 一边长为a的正方形线圈,在$t=0$时正好从如图所示的均匀磁场的区域上方由静止开始下落,设磁场的磁感强度为$\vec{B}$,线圈的自感为L,质量为m,电阻可忽略。设重力加速度为*g*，则线圈的上边进入磁场前,线圈的速率关于时间*t*的函数是_____。



[提示：利用回路方程$Bav+\left(-L\frac{di}{dt}\right)=iR$,其中$R=0$，与线圈的运动学方程联立求解，并结合初始时刻速度和加速度的大小待定系数]

6. K' 系相对于 K 系沿着 x 轴正方向匀速运动，一刚性尺静止于 K' 系中与 x' 轴成 30° 角，今在 K 系中观察到该尺与 x 轴成 45° 角，则 K' 系相对于 K 系运动的速度为 _____。（C 表示真空中光速）

7. 根据玻尔氢原子理论，氢原子中的电子在 $n=4$ 的轨道上的动能与在基态的轨道上的动能之比为 _____。

8. 在康普顿效应实验中，若散射光的波长是入射光的波长的 1.2 倍，则散射光光子的能量 ε 与反冲电子的动能 E_k 之比 ε / E_k 为 _____。

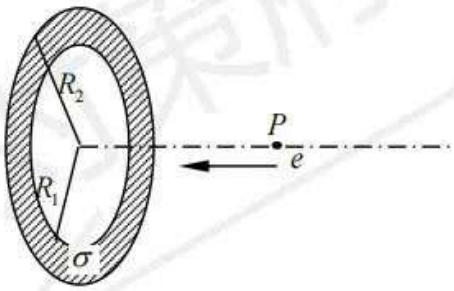
9. 假设粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：$\psi(x)=\frac{1}{\sqrt{a}}\cdot\cos\frac{3\pi x}{2a}$（$-a\le x\le a$）那么粒子出现在区间 $\left[-\frac{a}{6},\frac{a}{6}\right]$ 的几率为_____。

10. 主量子数 n=4 的电子壳层上最多可能有的电子的数目是_____个。

装 订 线
任课教师：
装 订 线
学号：
装 订 线
姓名：
装 订 线
班级：

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

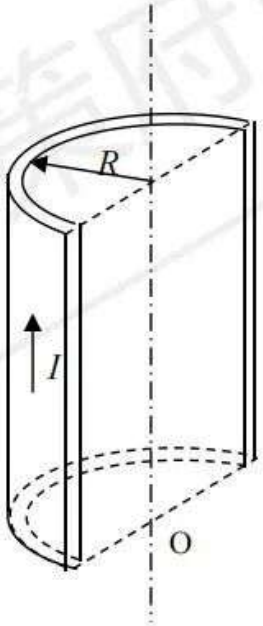
1. 一均匀带电的平面圆环，内外半径分别为 R_1 和 R_2，电荷面密度为 σ。一质子被加速器加速后，从距离圆心 O 为 L 处的 P 点沿圆环轴线射向圆心 O。若质子到达点 O 时的速度恰好为零，试求质子位于 P 点时的动能（已知质子的电量为 e，忽略质子重力，空气阻力等）。



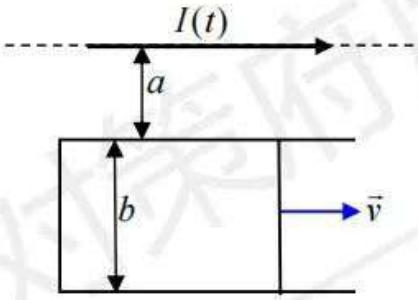
2. 一半径为 R 的无限长半圆柱形金属薄片，其上沿轴线方向均匀分布着电流强度为 I 的电流。试求：

(1) 该半圆柱形金属薄片在轴线上任一点处的磁感应强度；

(2) 若在轴线上放一电流强度为 I，与金属薄片电流方向相反的无限长载流直导线，求直导线上单位长度受到的安培力。



3. 一长直导线通有时变电流 $I(t)=I_0e^{-\lambda t}$，一带滑动边的矩形导线框与长直导线平行共面，相距 a。矩形线框的滑动边与长直导线垂直,它的长度为 b,并且以匀速 $\vec{v}$ 滑动.若忽略线框中的自感电动势，开始时滑动边与对边重合,试求任意时刻 t 矩形线框内的感应电动势 ε_i



4. 宇宙飞船相对地球以 0.8C（C 表示真空中光速）匀速直线飞行。宇宙飞船上的宇航员测得经过了 $3\times10^{-7}s$（飞船上的钟）一束光脉冲从船尾传到船头，试求

（1）飞船的固有长度；

（2）地球上的观察者测得的飞船的长度；

（3）地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔。

2022 秋 大物（2）期末参考答案

一． 选择题 ADBDB DCACC

二． 填空题 （第 3 题只对一个空 2 分，对两个空 3 分，第 4 题每空 1 分，其余每空 3 分）

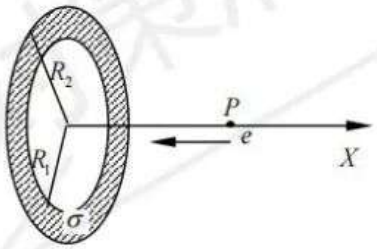
1. $\frac{q}{24\varepsilon_0}$ 2. $-\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$ 3. 增大，增大

4. $\frac{1}{4}\frac{dB}{dt}d^2$，$\frac{1}{2}\frac{dB}{dt}d^2$，$\frac{dB}{dt}d^2$ 5. $\frac{\sqrt{Lm}}{Ba}g\sin\left(\frac{Bat}{\sqrt{Lm}}\right)$

6. $\frac{\sqrt{6}}{3}C$ 7. $\frac{1}{16}$ 8. 5 9. $\frac{1}{6}+\frac{1}{3\pi}$ 10. 32

三．计算题

1. 可将圆环视为有许多同心圆所组成，选取一半径为 r，宽为 $\mathrm{d}r$ 的带电圆环，其上带电量为



$$\mathrm{d}q = \sigma \cdot 2\pi r\mathrm{d}r$$

该小圆环上的电荷在 P 点产生的电势为

$$\mathrm{d}V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\mathrm{d}q}{\sqrt{r^2+L^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{r\mathrm{d}r}{\sqrt{r^2+L^2}}$$

由电势叠加原理，整个圆环上的电荷在点产生的电势为

$$V_P = \int \mathrm{d}V_P = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\int_{R_1}^{R_2}\frac{r\mathrm{d}r}{\sqrt{r^2+L^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{L^2+R_2^2}-\sqrt{L^2+R_1^2}\right)$$

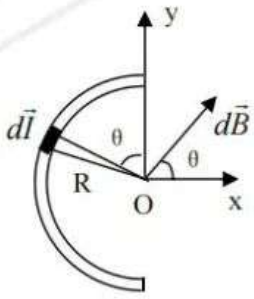
圆环中心 O 处（即 $L=0$）的电势为 $V_O = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(R_2-R_1)$

质子在 P 点所具有的动能恰好等于由 P 点向 O 运动的过程中，克服电场力所作的功。因此

$$E_k = e(V_O - V_P) = \frac{\sigma e}{2\varepsilon_0}\left(R_2 - R_1 - \sqrt{L^2+R_2^2} + \sqrt{L^2+R_1^2}\right).$$

2. ①看俯视图，将半圆柱形通电金属薄片分割为无穷多个平行于轴线的无限长直载流导线。每个直导线所载电流

$$\mathrm{d}I = \frac{I}{\pi R}\mathrm{d}l \qquad \text{其中} \qquad \mathrm{d}l = R\mathrm{d}\theta$$



该直导线在 O 点产生的磁场为

$$\mathrm{d}B = \frac{\mu_0\mathrm{d}I}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\mathrm{d}\theta$$

由对称性分析可知，各长直载流导线在 O 点磁场的迭加只有 y 方向分量不为零，x 方向的分量均相互抵消。

所以 $B=\int dB\sin\theta=\int_0^{\pi}\frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R}\sin\theta d\theta=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$ 方向沿 Y 轴正向

②载流直导线与半圆柱形金属薄片电流反向，单位长度直导线受到的排斥力为

$$\frac{\mathrm{d}\vec{F}}{\mathrm{d}l}=\frac{I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}}{\mathrm{d}l}=\frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}\vec{i}$$ 方向沿 X 轴正向

3. 规定顺时针方向为正方向，让 0^+ 时刻矢量 B 和 ds 方向一致。在 t 时刻滑动边到了 vt 处，此时距长导线为 x 处的面积元 ds,宽为 dx，高为 vt。先求任意时刻的磁通量

$$\Phi(t)=\int B\cdot ds=\int_a^{a+b}\frac{\mu_0 I(t)}{2\pi x}\cdot vt\cdot dx=\frac{\mu_0 I(t)vt}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}=\frac{\mu_0 I_0 e^{-\lambda t}vt}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$

由法拉第电磁感应定律

$$\varepsilon_i=-\frac{d\Phi(t)}{dt}=-\frac{\mu_0 I_0 v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}e^{-\lambda t}(1-\lambda t)$$

分情况讨论：

当 $1-\lambda t>0$ 时，$\varepsilon_i<0$，逆时针

当 $1-\lambda t>0$ 时，$\varepsilon_i>0$，顺时针

4. 设飞船为 S 撇系，地球为 S 系

（1）由光速不变原理，飞船原长

$$l_0=C\cdot\Delta t'=\Delta x'=3\times10^{-7}\times3\times10^{8}=90m$$

（2）由缩尺效应，地面观察者测得飞船长度

$$l=l_0\sqrt{1-\frac{u^2}{C^2}}=90\times0.6=54\ m$$

（3）利用洛伦兹变换，地面观察者测得的空间间隔

$$\Delta x=\frac{\Delta x'+u\Delta t'}{\sqrt{1-\frac{u^2}{C^2}}}=\frac{90+0.8C\times\frac{90}{C}}{0.6}=\frac{162}{0.6}=270m$$

装 订 线 任课教师：_____ 装 订 线 学号：_____ 装 订 线 姓名：_____ 装 订 线 班级：_____ 装 订 线

西 安 电 子 科 技 大 学

考试时间 120 分钟

试　　题

题号	一	二	三（1-2）	三（3-4）	总分
分数					

1. 考试形式：闭卷 ；2. 本试卷共三大题，满分 100 分；

一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 真空中两块互相平行的无限大均匀带电平板，其中一块的面电荷密度为$+\sigma$，另一块的面电荷密度为$+2\sigma$，两板间的距离为d，两板间的电位差为(　　)

A、0　　B、$\frac{3\sigma}{2\varepsilon_{\circ}}d$　　C、$\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}d$　　D、$\frac{\sigma}{2\varepsilon_{\circ}}d$

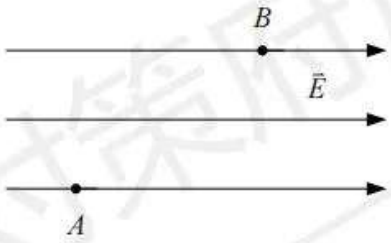
2. 在匀强电场中，将一负电荷从A移到B，则：(　　)

A、电场力作正功，负电荷的电势能减少

B、电场力作正功，负电荷的电势能增加

C、电场力作负功，负电荷的电势能减少

D、电场力作负功，负电荷的电势能增加



3. 直径为2.0*cm*的线圈，匝数为300，线圈内通过10*mA*的电流，同时放在0.05*T*的恒定磁场中，那么磁场作用于该线圈的最大力矩为(　　)$N \cdot m$

A、4.7×10^{-8}　　B、4.7×10^{-5}　　C、4.7×10^{-4}　　D、4.7×10^{-2}

4. 将形状相同的铜环和木环静止放置，通过两环面的磁通量随时间的变化率相等，则(　　)

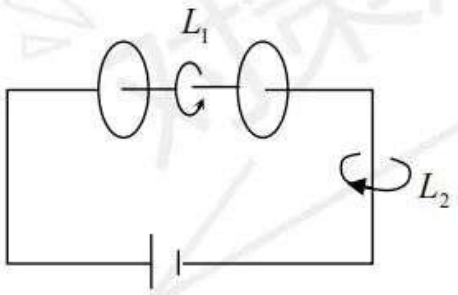
A、铜环中有感应电动势，木环中无感应电动势

B、铜环中感应电动势大，木环中感应电动势小

C、铜环中感应电动势小，木环中感应电动势大

D、两环中感应电动势相等

5. 如图，平板电容器（忽略边缘效应）充电时，沿环路 L_1、L_2 磁场强度 $\vec{H}$ 的环流中，必有(　　)



A、$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l} > \int_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}$

B、$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l} = \int_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}$

C、$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l} < \int_{L_2}\vec{H}\cdot d\vec{l}$

D、$\oint_{L_1}\vec{H}\cdot d\vec{l} = 0$

6. 一光子以速度c运动，一人以$0.9c$的速度去追，此人观察到的光子速度为(　　)

A、$0.1c$　　B、c　　C、$\sqrt{0.19}c$　　D、$0.9c$

7. 用绿光照射一光电管，发生了光电效应，欲使光电子从阴极溢出的最大初动能增加，下列做法可取的是(　　)

A、改用红光照射　　B、增大绿光的强度

C、增大光电管上的加速电压　　D、改用紫光照射

8. 在康普顿散射中，若散射光子与原来入射光子方向成θ角，当(　　)时,散射光子的频率减少最多。

A、$\theta = 0^{\circ}$　　B、$\theta = \pi/2$　　C、$\theta = \pi$　　D、$\theta = \pi/4$

9. 氢原子中处于$3d$量子态的电子，其量子态的四个量子数（n, l, m_l, m_s）可能取的值为(　　)

A、（3，2，1，$-\frac{1}{2}$）　　B、（3，3，1，$\frac{1}{2}$）

C、（3，1，1，$\frac{1}{2}$）　　D、（3，0，1，$\frac{1}{2}$）

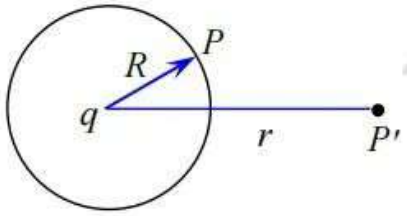
10．波函数在空间各点的振幅同时增大D倍，则粒子在空间的分布几率将(　　)

A、增大D^2倍　　B、增大$2D$倍　　C、增大D倍　　D、不变

二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

1. ***A***、***B***为两导体大平板，面积均为***S***，正对平行放置。***A***板带电荷+Q_1，***B***板带电荷+Q_2，如果使***B***板接地，则***AB***间电场强度的大小***E***为_____。

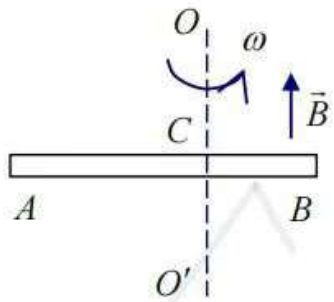
2. 在点电荷q的电场中，选取以q为中心、R为半径的球面上一点P处作电势零点，则与点电荷q距离为r的P'点的电势为_____。



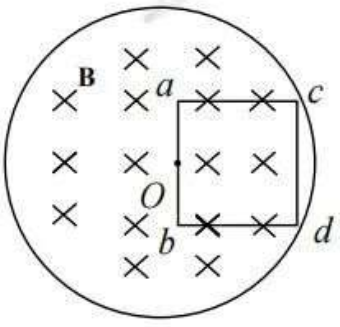
第2题图

3. 一个无限长通电螺线管由表面绝缘的导线在铁棒上密绕而成，每厘米绕10匝．当导线中的电流I为$2.0A$时，测得铁棒内的磁感应强度的大小B为$1.0T$，则可求得铁棒内的相对磁导率μ_r为_____。（答案可以用含μ_0的式子表示）

4. 如图，长为***L***的导体棒AB在均匀磁场B中绕通过C点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴OO'转动（角速度$\vec{\omega}$与$\vec{B}$同方向），BC的长度为棒长的$1/3$．则点***A***与点***B***之间的电势差U_{AB}是_____。



第4题图



第5题图

5. 在圆柱形区域内有一均匀磁场$\vec{B}$，且$\frac{dB}{dt}>0$。一边长为l的正方形金属框置于磁场中，位置如图所示，框平面与圆柱形轴线垂直，且轴线通过金属框ab的中点***O***，则

电动势大小 $\varepsilon_{ab}=$_____；$\varepsilon_{dc}=$_____；$\varepsilon_{abdca}=$_____。

6. 观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动的米尺的长度为 0.5*m*。则此米尺以速率 $v=$_____接近观察者。（用真空中光速 c 表示）

7. 在康普顿散射中，如果设反冲电子的速度为光速的60%，则因散射使电子获得的能量是其静止能量的_____倍。

8. 根据玻尔氢原子理论，巴耳末线系中谱线中最小波长与最大波长之比为_____。

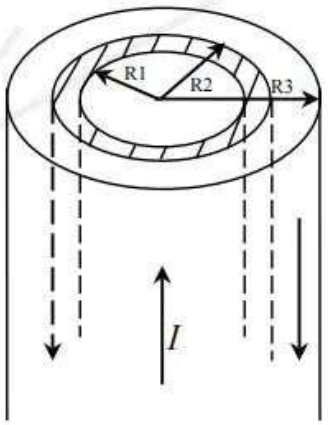
9. 若*a*粒子（电量为 $2e$）在磁感应强度大小为 B 的均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动，则*a*粒子的德布罗意波长是_____。

10. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：$\psi(x)=\frac{1}{\sqrt{a}}\cdot\cos\frac{3\pi x}{2a}$（$-a\leqslant x\leqslant a$）那么粒子在 $x=5a/6$ 处出现的几率密度为_____。

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 半径为 R 的均匀带电圆盘，面电荷密度 σ。试求穿过圆盘中心 O 的轴线上距 O 为 x 处的 P 点的电场强度 $\vec{E}$。

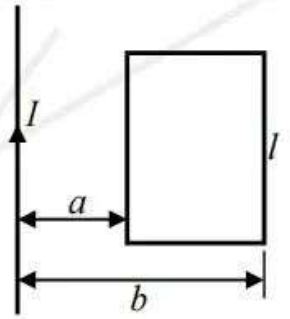
2. 共轴长电缆由两个柱形导体（相对磁导率为 1）组成，内导体半径 R_1。外导体的内径为 R_2，外径为 R_3。两导体之间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质，两导体内的电流 I 等值反向，且均匀分布在横截面上，试求



（1）$R_2 < r < R_3$ 区域的磁感应强度大小

（2）$R_1 < r < R_2$ 区域的磁场能量密度

3. 一无限长直导线通有电流 $I = I_0 e^{-3t}$，一矩形线圈与其共面放置，其长边与导线平行。（1）求矩形线圈中感应电动势的大小及感应电流的方向；（2）若只有矩形线圈通过电流 $I = I_0 e^{-3t}$，长直导线中无电流，求长直导线中的感应电动势的大小。



4. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为4s，相对甲做匀速直线运动的乙测得时间间隔为5s，求乙测得的两件事的空间间隔（c 表示真空中光速）。

2021 秋 大物（2）期末参考答案

一．选择题　　DDBDC　　BDCAD

二．填空题　（第 5 题每空 1 分，其余每题 3 分）

1. $\frac{Q_1}{\varepsilon_0 S}$　　2. $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$　　3. $\frac{1}{2000\mu_0}$

4. $\frac{1}{6}B\omega L^2$　　5. 0，$\frac{1}{2}\frac{dB}{dt}l^2$，$\frac{dB}{dt}l^2$　　6. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$　　7. $\frac{1}{4}$

8. $\frac{5}{9}$　　9. $\frac{h}{2BeR}$　　10. $\frac{1}{2a}$

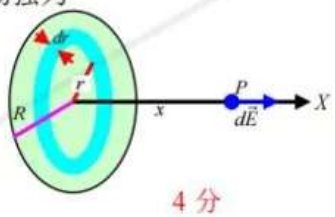
三．计算题

1. 带电薄圆盘可看作由许多同心的带电细圆环组成的。对于半径为 r 宽度为 dr 的细圆环，

其电荷量为 $dq=2\pi r dr\cdot\sigma$，在轴线上 P 点产生的电场强度为　2 分

$$dE_x=\frac{dq\cdot x}{4\pi\varepsilon_0(x^2+r^2)^{3/2}}=\frac{2\pi r dr\cdot\sigma\cdot x}{4\pi\varepsilon_0(x^2+r^2)^{3/2}}=\frac{\sigma\cdot x}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{rdr}{(x^2+r^2)^{3/2}}$$　3 分

由于半径不同的各细圆环在 P 点产生的电场的方向相同，所以 P 点的总场强为



$$E_x=\int_Q dE_x=\frac{\sigma x}{2\varepsilon_0}\int_0^R\frac{rdr}{(x^2+r^2)^{3/2}}=\frac{\sigma x}{4\varepsilon_0}\int_0^R\frac{d(x^2+r^2)}{(x^2+r^2)^{3/2}}$$

$$=\frac{\sigma x}{4\varepsilon_0}\times(-2)\left[\frac{1}{\sqrt{x^2+r^2}}\right]_0^R=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}\right]$$　4 分

方向如图沿 X 轴正向　1 分

dq 出来给 2 分，dEx 出来给 3 分，dEx 的积分对了给 4 分，电场方向给 1 分，积分计算错误且有正确公式酌情给分

2.（1）　由安培环路定理

$$H\cdot 2\pi r=I-I\frac{\pi\left(r^2-R_2^2\right)}{\pi\left(R_3^2-R_2^2\right)}=I\frac{R_3^2-r^2}{R_3^2-R_2^2}\Rightarrow H=\frac{I}{2\pi r}\frac{\left(R_3^2-r^2\right)}{\left(R_3^2-R_2^2\right)}$$　3 分

$$B=\mu H=\mu_0 H=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\frac{\left(R_3^2-r^2\right)}{\left(R_3^2-R_2^2\right)}$$　2 分

（2）　$$H\cdot 2\pi r=I\Rightarrow H=\frac{I}{2\pi r}$$　2 分

$$w_m=\frac{1}{2}\mu H^2=\frac{\mu I^2}{8\pi^2 r^2}$$　3 分

第（1）问 H 出来 3 分，B 出来 5 分，第二问 H 出来 2 分，磁能密度出来 5 分，每个踩分点对应的式子的结果如果不对，写出该式子中正确的公式可以酌情给分

3.（1）取顺时针为正方向，在距长直导线 x 处取一个细条 $ds = ldx$，则

$$\phi_m = \int_a^b Bds = \int_a^b \frac{\mu_0 I}{2\pi x} ldx = \frac{\mu_0 Il}{2\pi} \ln\frac{b}{a} = \frac{\mu_0 I_0 e^{-3t} l}{2\pi} \ln\frac{b}{a}$$ 3 分

$$\varepsilon_i = -\frac{d\phi_m}{dt} = \frac{3\mu_0 I_0 e^{-3t} l}{2\pi} \ln\frac{b}{a} > 0$$ 2 分

感应电流的方向与电动势相同，也是顺时针 1 分

（2）把长直导线记为 1，把矩形线圈记为 2，则 1 上的互感电动势

$\varepsilon_{12} = -M_{12}\frac{dI_2}{dt}$，而 $M_{12} = M = M_{21}$，由第一问可知 $M_{21} = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\frac{b}{a}$ 2 分

则，$\varepsilon_{12} = -\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\frac{b}{a} \cdot \frac{dI_2}{dt} = \frac{3\mu_0 I_0 e^{-3t} l}{2\pi} \ln\frac{b}{a}$ 2分

每个踩分点对应的式子的结果如果不对，写出该式子中正确的公式可以酌情给分

4. $t_2 - t_1 = 4, t_2' - t_1' = 5, x_2 = x_1$

4分

利用 $t' = \frac{t - \frac{ux}{c^2}}{\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2}}$，则 $t_2' - t_1' = \frac{t_2 - t_1 - \frac{u}{c^2}(x_2 - x_1)}{\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2}} \Rightarrow 5 = \frac{4}{\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2}} \Rightarrow u = \frac{3}{5}c$

利用 $x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2}}$ 则 $x_2' - x_1' = \frac{x_2 - x_1 - u(t_2 - t_1)}{\sqrt{1-\left(\frac{u}{c}\right)^2}} = \frac{0 - \frac{3}{5}c \times 4}{\frac{4}{5}} = -3c$ 5 分

空间间隔为 *3c* 1 分

算出 u 得 4 分，算出-3c 得 9 分。如果都没算出来，但是有正确的洛伦兹变换的公式，每个公式得 3 分

装 订 线
任课教师：
装 订 线
学号：
装 订 线
姓名：
装 订 线
班级：

西 安 电 子 科 技 大 学

考试时间 120 分钟

试　　题

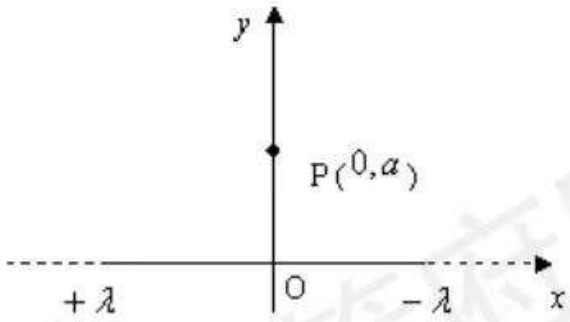
题号	一	二	三（1，2）	三（3，4）	总分
分数					

1. 考试形式：闭卷； 2. 本试卷共三大题，满分 100 分；

3. 考试日期：2021 年　月　日；（答题内容请写在装订线外）

一、选择题（10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1、图中所示为一沿 x 轴放置的“无限长”分段均匀带电直线，电荷线密度分别为 $+\lambda$（$x<0$ 处）和 $-\lambda$（$x>0$ 处），则 Oxy 坐标平面上 P 点 $(0,\ a)$ 处的场强 $\vec{E}$ 为



(A) $\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 a}\vec{i}$　　(B) $\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}\vec{i}$

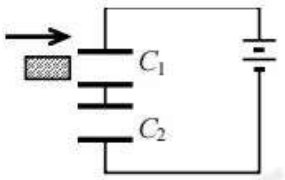
(C) $\dfrac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 a}(\vec{i}+\vec{j})$　　(D) 0　　[　　]

2、设有一个带正电的导体球壳．当球壳内充满一种各向同性均匀电介质、球壳外是真空时，球壳外一点的场强大小和电势用 E_1，U_1 表示；而球壳内、外均为真空时，壳外一点的场强大小和电势用 E_2，U_2 表示，则两种情况下壳外同一点处的场强大小和电势大小的关系为

(A) $E_1=E_2$，$U_1=U_2$．　　(B) $E_1=E_2$，$U_1>U_2$．

(C) $E_1>E_2$，$U_1>U_2$．　　(D) $E_1<E_2$，$U_1<U_2$．　　[　　]

3、两个完全相同的电容器 C_1 和 C_2，串联后与电源连接．现将一各向同性均匀电介质板插入 C_1 中，如图所示，则



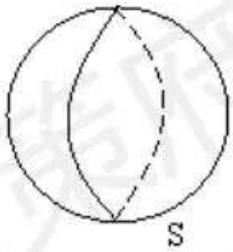
(A) 电容器组总电容减小．

(B) C_1 上的电荷大于 C_2 上的电荷．

(C) C_1 上的电压高于 C_2 上的电压．

(D) 电容器组贮存的总能量增大．　　[　　]

4、如图，球形闭合曲面 S 将条形磁铁的一部分包围在球面内。现将面 S 的半径增大，最后将永磁铁完全包围在球面内，在面 S 增大的过程中，通过它的磁通量的变化为



(A) 逐渐增大

(B) 逐渐减小

(C) 始终为 0

[ ]

5、一电荷为 q 的粒子在均匀磁场中运动，下列哪种说法是正确的？

(A) 只要速度大小相同，粒子所受的洛伦兹力就相同.

(B) 在速度不变的前提下，若电荷 q 变为-q，则粒子受力反向，力的大小不变.

(C) 粒子进入磁场后，其动能和动量都不变.

(D) 洛伦兹力与速度方向垂直，所以带电粒子运动的轨迹必定是圆. [ ]

6、两线圈的自感系数分别为 L_1 和 L_2，它们的互感系数为 M，当两线圈顺接串联时，其等效自感系数为

(A) L_1+L_2 (B) L_1+L_2+M

(C) L_1+L_2+2M (D) L_1+L_2-2M [ ]

7、一火箭的固有长度为 L，相对于地面作匀速直线运动的速度为 v_1，火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为 v_2 的子弹．在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是：(c 表示真空中光速)

(A) $\dfrac{L}{v_1+v_2}$. (B) $\dfrac{L}{v_2}$.

(C) $\dfrac{L}{v_2-v_1}$. (D) $\dfrac{L}{v_1\sqrt{1-(v_1/c)^2}}$. [ ]

8、一高速电子总能量为其静止能量的 k 倍，此时电子的速率为

(A) kc (B) c/k (C) $c\sqrt{1-k^2}/k$ (D) $c\sqrt{k^2-1}/k$ [ ]

9、氢原子中处于 2p 状态的电子，描述其量子态的四个量子数(n，l，m_l，m_s)可能取的值为

(A) (2，2，1，$-\frac{1}{2}$). (B) (2，0，0，$\frac{1}{2}$).

(C) (2，1，-1，$-\frac{1}{2}$). (D) (2，0，1，$\frac{1}{2}$). [ ]

10、将微观粒子的物质波波函数在空间各点的振幅同时增大 D 倍，则粒子在空间的分布几率将

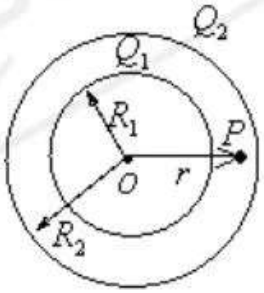
(A) 增大 D^2 倍 (B) 增大 $2D$ 倍 (C) 增大 D 倍 (D) 不变

[ ]

二、填空题（10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1、在“无限大”的均匀带电平板附近，有一点电荷 q，沿电力线方向移动距离 d 时，电场力作的功为 A，由此知平板上的电荷面密度 σ =_____。

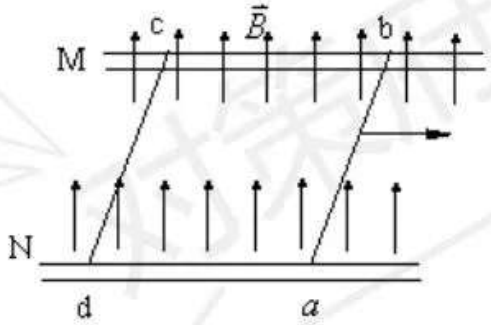
2、两个同心的均匀带电球面，内球面半径为 R_1、带电量 Q_1，外球面半径为 R_2、带电量 Q_2．如图所示，设无穷远处为电势零点，则在两个球面之间、距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为_____。



3、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数为 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_____。

4、在真空中有半径为 R 的一根半圆形细导线，流过的电流为 I，则圆心处磁感应强度的大小为 _____。

5、 M、N 为水平面内两根平行金属导轨，如图，ab 与 cd 为垂直于导轨并可在其上自由滑动的两根直裸导线．外磁场垂直水平面向上．当外力使 ab 向右平移时，cd 将向_____移动。



6、平行板电容器的电容 $C = 20.0\mu F$，两板上电压的变化率为 $dV/dt = 1.50\times10^5 V/s$。则该电容器中的位移电流为_____。

7、宇宙飞船相对于地面以速度 $\boldsymbol{v}$ 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 Δt（飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为_____（c 表示真空中光速）。

8、设电子静止质量为 m_0，将一个电子从静止加速到速率为 $0.6c$（c 为真空中光速），需作功为_____。

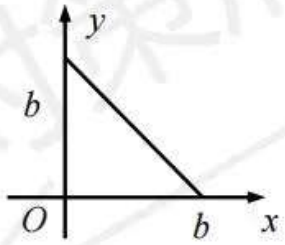
9、用频率为ν的单色光照射某种金属时，逸出光电子的最大动能为E_K；若改用频率为2ν的单色光照射此金属时，则逸出光电子的最大动能为_____。

10、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为$\psi(x)=\frac{1}{\sqrt{a}}\cos\frac{3\pi x}{2a}$，（$-a\le x\le a$），那么粒子在$x=5a/6$处出现的概率密度为_____。

三、计算题（4小题，每小题10分，共40分）

1、一半径为R的带电球体，其电荷体密度为$\rho=A/r$，$r\le R$，A为大于零的常量，试求球体内外场强大小。

2、如图所示，在 xy 平面内有一等腰直角三角形闭合线圈，其直角边长为 b，在线圈包围区域内有磁场，磁感应强度 $\vec{B} = B_0 x^2 y e^{-\alpha t} \vec{k}$，其中 B_0 和 α 都是大于零的常量，$\vec{k}$ 为 z 轴正向单位矢量，其方向垂直纸面向外，求线圈中的感应电动势 ε_i 及其方向。



3、一宇宙飞船相对地球以 $0.6c$ 的速度匀速飞行，一光脉冲从船尾传到船头。飞船上的观察者测得飞船的长度为 $90m$。求地球上观察者测得光脉冲传播的距离和时间。

4、设氢原子中电子绕原子核作匀速圆周运动。由玻尔理论理论推算处于基态（$n=1$）的氢原子中电子的轨道半径和速率（不进行数值计算，结果用电子质量m、电子电量e、真空介电常数ε_0和约化普朗克常数$\hbar$表示）。

一、选择题

AADCB，　CBDCD

二、填空题

1、$\frac{2\varepsilon_0 A}{qd}$　2、$\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r}+\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$　3、$W=W_0/\varepsilon_r$　4、$\frac{\mu_0 I}{4R}$　5、右.

6、3A　7、$c\Delta t$　8、$0.25m_0c^2$　9、$h\nu+E_K$　10、$\frac{1}{2a}$.

三、计算题

1、解：$r<R$，$\Phi=\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=E4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{内} q_i$

$$dV=4\pi r'^2 dr'$$

$$dq=\rho dV=\frac{A}{r'}4\pi r'^2 dr'=4\pi A r' dr'$$

$$\sum q=\int dq=\int_0^r 4\pi A r' dr'=2\pi A r^2$$

$$E4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}2\pi A r^2,\ E=\frac{A}{2\varepsilon_0}$$　5分

$r>R$，$\Phi=\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=E4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{内} q_i$

$$dV=4\pi r'^2 dr'$$

$$dq=\rho dV=\frac{A}{r'}4\pi r'^2 dr'=4\pi A r' dr'$$

$$\sum q=\int dq=\int_0^R 4\pi A r' dr'=2\pi A R^2$$

$$E4\pi r^2=\frac{1}{\varepsilon_0}2\pi A R^2,\ E=\frac{AR^2}{2\varepsilon_0 r^2}$$　5分

2、解：取回路绕行正方向逆时针

$$\Phi_m=\int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}=\int_S B\cos\theta dS=\iint_S B dxdy=\iint_S B_0 x^2 y e^{-\alpha t}dxdy$$　4分

$$=B_0 e^{-\alpha t}\int_0^b dx\cdot x^2\int_0^{b-x} y dy=\frac{1}{2}B_0 e^{-\alpha t}\int_0^b dx\cdot x^2(b-x)^2$$

$$=\frac{1}{2}B_0 e^{-\alpha t}\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{2}+\frac{1}{5}\right)b^5=\frac{1}{60}B_0 e^{-\alpha t}b^5$$

$$\varepsilon_i=-\frac{d\Phi_m}{dt}$$　2分

$$=\frac{1}{60}B_0\alpha e^{-\alpha t}b^5>0$$　2分

方向：逆时针　2分

3、取地球为S系，飞船为S'系，

x轴的正方向沿飞船相对地球速度的方向，$u=0.6c$

“光脉冲从船尾发出”为事件1，“光脉冲到达船头”为事件2

S'：$\Delta x'=L_0$，$\Delta t'=L_0/c$ **2分**

$$S：\Delta x=\frac{\Delta x'+u\Delta t'}{\sqrt{1-u^2/c^2}}=\frac{L_0+uL_0/c}{\sqrt{1-u^2/c^2}}=L_0\sqrt{\frac{1+u/c}{1-u/c}}$$ **2分**

$$=90\sqrt{\frac{1+0.6}{1-0.6}}=180m$$ **2分**

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{c}=\frac{180}{3\times10^8}=6\times10^{-7}(s)$$ **4分**

4、解： $m\frac{\upsilon^2}{r}=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ （1） **3分**

$L=m\upsilon r=\hbar$ （2） **3分**

（1）（2）两式联立得：

$$r=\frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$$ **2分**

$$\upsilon=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\hbar}$$ **2分**