**电磁学**

**静电场**

**1-1电场强度通量和高斯定理**

1、解：(1) 在球内取半径为*r*、厚为d*r*的薄球壳，该壳内所包含的电荷为

d*q* = *ρ*d*V* = *qr* 4*r*2d*r*/(*R*4) = 4*qr*3d*r/R*4

则球体所带的总电荷为 

(2) 在球内作一半径为*r*1的高斯球面，按高斯定理有

，得  (*r*1≤R)，方向沿半径向外．

在球体外作半径为*r*2的高斯球面，按高斯定理有 

得  (*r*2 >*R*)，方向沿半径向外．

(3) 球内电势：

 

球外电势： 



2、解：通过*x*＝*a*处平面1的电场强度通量

**1 = -*E*1 *S*1= -*b a*3

通过*x* = 2*a*处平面2的电场强度通量

**2 = *E*2 *S*2 = *b a*3

其它平面的电场强度通量都为零．因而通过该高斯面的总电场强度通量为

**=**1+**2 = *b a*3-*b a*3 = *b a*3 =1 N·m2/C

**1-2电势与电势叠加原理**

1、解：设轴线上任意点*P*的坐标为*x*，两带电圆环在*P*点产生的电势分别为：



 ，

由电势叠加原理，*P*点的电势为

*U* = *U*+ + *U*- 

2、解：在任意位置*x*处取长度元d*x*，其上带有电荷d*q*=**0 (*x*－*a*)d*x*



它在*O*点产生的电势 

*O*点总电势 



3、解：球心处总电势应为两个球面电荷分别在球心处产生的电势叠加，即



故得  C/m2

**1-3电势差、电势能、电场力做功**

1、解：设导线上的电荷线密度为**，与导线同轴作单位长度的、半径为*r*的(导线半径*R*1＜*r*＜圆筒半径*R*2＝高斯圆柱面，则按高斯定理有 2*rE* =*λ* / **0

得到 *E* = *λ* / (2**0*r*) (*R*1＜*r*＜*R*2 ＝

方向沿半径指向圆筒．导线与圆筒之间的电势差

，则 。

代入数值，则：(1) 导线表面处 ＝2.54 ×106 V/m

1. 圆筒内表面处 ＝1.70×104 V/m

**稳恒电流的磁场**

**2-1高斯定理**

1、解：(1) 平面法线与*x*轴平行，有  Wb

(2) 平面与*xz*坐标面平行，则其法线与垂直，有 

(3) 与*x*轴夹角为45°的平面，其法线与的夹角为45°或135°故有

 Wb 或  Wb

**2-2毕奥-萨伐定律**

1、解：将导线分成1、2、3、4四部分，各部分在*O*点产生的磁感强度设为*B*1、*B*2、*B*3、*B*4．

根据叠加原理*O*点的磁感强度为： 

∵ 、均为0，故

 方向

 方向 

其中 ，  ，

∴  方向 

**2-3安培环路定律**

1、解：(1) 在环内作半径为*r*的圆形回路, 由安培环路定理得

， 

在*r*处取微小截面d*S* = *b*d*r*, 通过此小截面的磁通量 

穿过截面的磁通量 

1. 同样在环外( *r* < *R*1 和*r* > *R*2 )作圆形回路, 由于，

 ∴ *B* = 0

**电磁感应定律**

**3-1电磁感应定律**

1、解：两个载同向电流的长直导线在如图坐标*x*处所产生的磁场为 

选顺时针方向为线框回路正方向，则



∴ *ε*

2、解：(1) 

(2) 

**3-2动生电动势和感生电动势**

1、解：动生电动势 

为计算简单，可引入一条辅助线*MN*，构成闭合回路*MeNM*, 闭合回路总电动势 





负号表示的方向与*x*轴相反．

 方向*N*→*M* ，



2、解：在距*O*点为*l*处的d *l*线元中的动生电动势为

d*ε*， 。

∴ *ε*



 ，*ε*的方向沿着杆指向上端．

3、解：(1) 

(2) 添加辅助线*ON*，由于整个△*OMN*内感应电动势为零，所以，即可直接由辅助线上的电动势*εON*来代替*OM*、*MN*两段内的电动势．

 ， 。

1. *O*点电势最高．

**波动光学**

**4-1双缝干涉**

1、解：原来， **= *r*2－*r*1= 0

覆盖玻璃后， **＝ ( *r*2 + *n*2*d* – *d*)－(*r*1 + *n*1*d*－*d*) ＝ 5**

∴ (*n*2－*n*1)*d* ＝ 5** →  = 8.0×10-6 m

**4-2薄膜干涉**

1、解：设空气膜最大厚度为*e*，2*e* + **/2 = *k*，*k* = (2*e* + **2)/** = 16.5. ∴ 明纹数为16．

2、解：上下表面反射都有相位突变π，计算光程差时不必考虑附加的半波长. 设膜厚为*e* , *B*处为暗纹，2*ne*＝ ( 2*k*＋1 )**， (*k*＝0，1，2，…)

*A*处为明纹，*B*处第8个暗纹对应上式*k*＝7 ，＝1.5×10-3 mm 。

**4-3惠更斯-菲涅耳原理和单缝衍射**

1、解：(1) 对于第一级暗纹，有*a* sin*ϕ*1≈**。因*ϕ*1很小，故 tg*ϕ*1≈sin*ϕ*1 = ** / *a* 。

故中央明纹宽度 *x*0 = 2*f* tg*ϕ*1=2*f* / *a* = 1.2 cm

(2) 对于第二级暗纹，有 *a* sin*ϕ*2≈2**，*x*2 = *f* tg*ϕ*2≈*f* sin*ϕ*2 =2*f * / *a =* 1.2 cm 。



2、解：1、2两光线的光程差，在如图情况下为



由单缝衍射极小值条件*a*(sin*θ*－sin*ϕ* ) = ± *kλ* （ *k* = 1,2,……）

得 *ϕ* = sin—1( ± *kλ* / *a+*sin*θ* ) *k* = 1,2,……(*k* ≠ 0)

**4-4光栅衍射**

1、解：(1) *a* sin*ϕ* = *k* ， tg*ϕ* = *x* / *f*

当*x*<< *f* 时，, *a x* / *f* = *k* , 取*k*= 1有 *x*= *f l* / *a*= 0.03 m

∴ 中央明纹宽度为 *x*= 2*x*= 0.06m

(2)  ( *a* + *b*) sin *ϕ* →( *a*＋*b*) *x* / (*f *)= 2.5

取*k*′= 2，共有*k*′= 0，±1，±2 等5个主极大

2、解：光栅常数*d=*2×10-6  m

(1) 垂直入射时，设能看到的光谱线的最高级次为*km*，则据光栅方程有 *d*sin*=* *km*

∵ sin**≤１ ∴ *k*m** / *d* ≤1 ， ∴ *km*≤*d* / *=*3.39

∵ *km*为整数, 有*km=*3 。

(2) 斜入射时，设能看到的光谱线的最高级次为，则据斜入射时的光栅方程有

→

∵ sin**＇≤1 ∴  ∴ *=*5.09

∵ 为整数，有 *=*5

3、解： (1)本题视为双缝光栅，第*k*级亮纹条件： *d* sin**=*k*

第*k*级亮条纹位置：*xk* = *f* tg**≈*f* sin**≈*kf* / *d*

相邻两亮纹的间距：*x* = *xk*+1－*xk* = (*k*＋1)*f* / *d*－*kf* / *d* = *f* / *d* =2.4×10-3 m=2.4 mm

(2) 单缝衍射第一暗纹： *a* sin**1 = **

单缝衍射中央亮纹半宽度：*x*0 = *f* tg**1≈*f* sin**1≈*f* / *a* ＝12 mm

∵ *x*0/*x* =5 ∴ 双缝干涉第±5极主级大缺级．

∴ 在单缝衍射中央亮纹范围内，双缝干涉亮纹数目*N* = 9 ，分别为 *k* = 0，±1，±2，±3，±4级亮纹 。或根据*d* / *a* = 5指出双缝干涉缺第±5级主大，同样得该结论．

**4-5马吕斯定律**

1、解：以*P*1、*P*2、*P*3分别表示三个偏振片，*I*1为透过第一个偏振片*P*1的光强，且*I*1 = *I*0 / 2。

设*P*2与*P*1的偏振化方向之间的夹角为**，连续穿过*P*1、*P*2后的光强为*I*2，



设连续穿过三个偏振片后的光强为*I*3，

 

显然，当2**＝90°时, 即**＝ 45°时，*I*3最大．

**4-6布儒斯特定律**

1、解：由题可知*i*1和*i*2应为相应的布儒斯特角，由布儒斯特定律知

tg *i*1= *n*1＝1.33； tg *i*2＝*n*2 / *n*1＝1.57 / 1.333，

由此得 *i*1＝53.12°，*i*2＝48.69°．

由△*ABC*可得 **＋( / 2＋*r*)＋( / 2－*i*2) ＝  ，整理得 **＝*i*2－*r* 。

由布儒斯特定律可知： *r*＝ / 2－*i*1 ，将*r*代入上式得

**＝*i*1＋*i*2－ / 2＝53.12°＋48.69°－90°＝11.8°

**5-1相对论原理**

1、解：(1) 观测站测得飞船船身的长度为 54 m

则 *t*1 = *L*/*v* =2.25×10-7 s

(2) 宇航员测得飞船船身的长度为*L*0，则 *t*2 = *L*0/*v* =3.75×10-7 s

2、解：以地球上的时钟计算： 年

以飞船上的时钟计算：0.20 年

**5-2光电效应和康普顿效应**

1、解：(1) 由  得 5.65×10-7 m = 565 nm

(2) 由 , 

得 1.73×10-7 m = 173 nm

2、解：入射光子的能量为  ，散射光子的能量为 

反冲电子的动能为 1.68×10-16

**5-3德布罗意波**

1、解：  →  7.28×106 m/s

 → 8.78×1013 m/s2

 → = 0.0968 m = 9.68 cm