[redacted]

ch13.

① $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}$ ② $V_P=\int_P^{\infty}\vec{E}d\vec{l}$

③ $\oint_S \vec{E}d\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_i q_i$(内)

④ $\oint_L \vec{E}d\vec{l}=0$

---

⑤ 点电荷场强公式 $\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$

⑥ 电荷连续分布场强 $\vec{E}=\int\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\hat{r}$

*具体计算：用分量式分别积分.

⑦ $\Phi_E=\int_S \vec{E}d\vec{S}$

⑧ 点电荷电势 $V=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

⑨ 电荷连续分布电势 $V=\int\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r}$

---

⑩ 电势差 $V_a-V_b=\int_a^b\vec{E}d\vec{l}$

⑪ 电场力作功 $W_{ab}=q_0(V_a-V_b)$

⑫ 电势梯度 $\vec{E}=-\nabla V$

ch14.

① 导体静电平衡时，$q_{内}=0$.
表面附近场强 $E_{表面}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

② 电容

- 定义式 $C=\frac{q}{V_1-V_2}$
- 孤立导体球电容 $C=4\pi\varepsilon_0 R$
- 平行板电容器 $C=\frac{\varepsilon_0 S}{d}$
- 球形电容器 $C=4\pi\varepsilon_0\frac{R_A R_B}{R_B-R_A}$
- 圆柱形电容器 $C=\frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln R_B/R_A}$

*电容求法：

设 q (一块板的 q) $\xrightarrow{高斯定律} U$ ↓ $C=\frac{q}{U}$.

- 串联 $\frac{1}{C}=\sum_i\frac{1}{C_i}$
- 并联 $C=\sum_i C_i$

*平行板电容器吸力问题：

$F_电=QE'=Q\cdot\frac{1}{2}E=\frac{\sigma Q}{2\varepsilon_0}$

$=\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$

③ 电介质 自由电荷面密度 $\sigma=D$

- 束缚电荷面密度 $\sigma'=P\cos\theta=P_n$ → 产生的场强 $E=\frac{\sigma'}{\varepsilon_0}$
  通常为1 → 也可能是-1，θ为 $\vec{n}$ 与 $\vec{P}$ 夹角
- 各向同性介质中，电介质极化强度
  $\vec{P}=\varepsilon_0\chi_e\vec{E}=\varepsilon_0(\varepsilon-1)\vec{E}\Rightarrow\vec{P}=\vec{D}-\varepsilon_0\vec{E}$
- 电位移矢量 $\vec{D}=\varepsilon\varepsilon_0\vec{E}$ → 在真空中就是1.
  ↓
  有电介质时的高斯定理：
  $\oint_S\vec{D}d\vec{S}=\sum_i q_{i内,自由}$
- 电介质充满电容器的电容 $C=\varepsilon C_0$

若判断正负：电介质内电场 ⊕ → ⊖

⊕周围 σ是负的，⊖相反

注意说明

分类讨论内外表面

④ 电场的能量

- 电容器能量 $U_e=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}QV$
- 电场能量密度 $u_e=\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon E^2=\frac{1}{2}\vec{D}\vec{E}$
  ↓ 积分
  电场的能量 $U_e=\int_V\frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon E^2\boxed{dV}$ ☆
  通常要经过转换变成 dr.

[redacted]

物2复习

Ch15：毕奥-萨伐尔定律

① $d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\boxed{Id\vec{l}}\times\hat{r}}{r^2}$ → 单位向量

$Id\vec{l}$ ↓ $\vec{v}dq$

*$\hat{r}$：从电流元指向场点.

② 叠加原理

$\begin{cases}\vec{B}=\sum_i\vec{B_i} & \text{—— 离散}\\ \vec{B}=\int_L d\vec{B} & \text{—— 连续}\end{cases}$

③ 高斯定理

$\oint_S\vec{B}\cdot d\vec{S}=0$

④ 安培环路定理

$\oint_L\vec{B}d\vec{l}=\mu_0\sum_{(L内)}\vec{I_i}$

⑤ 洛伦兹力 $\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$

⑥ 安培定律 $\vec{F}=\int_L I d\vec{l}\times\vec{B}$

⑦ 载流线圈的磁矩 $p_m=NIS$

磁力矩 $M=p_m\times\vec{B}$
↓
方向是S的 $\vec{n}$

*典型磁场：

有限长直载流导线 $B=\frac{\mu_0 I}{4\pi r_0}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$

↓ 无限~ $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r_0}$ ↓ 延长线 $B=0$

圆电流圆心处 $B=\frac{\mu_0 I}{2R}$
↓
运动电荷 $B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ → 单位向量

(圆周运动时 $I=\frac{qv}{2\pi r}$)

: $B=\mu_0 nI$
↓
单位长度线圈匝数

: $B=\frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$ → 总匝数

*期中考注意点

① 公式背熟
② 记得写方向($\vec{B}$ 等)
③ 看清已知对象，确保表达式中量已知
④ 下标，做功对象("外力")
⑤ 电场能量是 dV
⑥ 看清求的对象："流入""极化"

ch16.

磁场强度 $\vec{H}=\frac{\vec{B}}{\mu_0}-\vec{M}$

真空磁导率 磁化强度 = 单位体积磁矩；束缚电流密度

在各向同性磁介质中：$B=\mu_0\mu H$ ← 相对磁导率
↓
在真空中，$\vec{B_0}=\mu_0\vec{H}$

*$\vec{H}$ 符合安培环路定律 ⇒ 不带 μ_0

解题：

S1. 前提：磁场分布具有对称性

S2. 安培环路 ⇒ $\vec{H}$

S3. $\vec{B}=\mu_0\mu\vec{H}\Rightarrow\vec{B}$

空芯：$\vec{H}=\frac{\vec{B_0}}{\mu_0}$

*电流密度 $\rho_I=\frac{I}{S}=nev$
↓
电子体密度

ch19.

① $\vec{v}\perp\vec{B}$ $R=\frac{mv}{qB}$，$T=\frac{2\pi m}{qB}$.

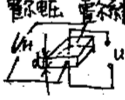
② $\vec{v}$ 与 $\vec{B}$ 成任意夹角 θ.

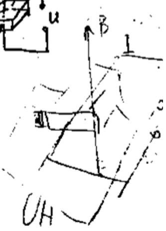
$\begin{cases}半径 R=\frac{mv_\perp}{qB}\\ 螺距 h=\frac{2\pi m v_{\parallel}}{qB}\end{cases}$

③ 霍尔效应：

$U_H=R_H\frac{IB}{d}$ → 导体板厚度

↓ 霍尔电压 ↓ 霍尔系数 $R_H=\frac{1}{nq}$





ch17

① 楞次定律 $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

② 动生电动势. $\varepsilon_{ab} = \int_a^b (\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$ 注意顺序

$\begin{cases} \varepsilon_{ab}>0 \Rightarrow V_a<V_b \\ \varepsilon_{ab}<0 \Rightarrow V_a>V_b. \end{cases}$ (通常是导体且的方向)

③ 感生电动势. $\varepsilon = \oint_L \vec{E}_{旋} d\vec{l} = \frac{d\Phi_B}{dt}$ 方向上满足右手螺旋法则

→圆柱形内外涡旋电场:

$\begin{cases} E_{旋} = -\frac{r}{2}\frac{dB}{dt}, \; r\le R \\ E_{旋} = -\frac{R^2}{2r}\frac{dB}{dt}, \; r\ge R \end{cases}$

④ 自感和互感

自感系数 $L=\frac{\psi}{I}$

自感电动势 $\varepsilon_L = -L\frac{dI}{dt}$

互感系数 $M=\frac{\psi_{21}}{I_1}=\frac{\psi_{12}}{I_2}$

回路1中电流I_1穿过回路2的磁通量

互感电动势 $\varepsilon_{21} = -M\frac{dI_1}{dt}$, $\varepsilon_{12} = M\frac{dI_2}{dt}$

⑤ LR电路

接通时电流 $I=\frac{\varepsilon}{R}(1-e^{-\frac{R}{L}t})$

切断时电流 $I=\frac{\varepsilon}{R}e^{-\frac{R}{L}t}$

⑥ 磁场的能量

能量密度 $u_m = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0\mu} = \frac{1}{2}\mu_0\mu H^2$
$= \frac{1}{2}BH$

能量 $U_m = \int_V u_m dV$

自感为L、通有电流为I的磁场能量:

$U_m = \frac{1}{2}LI^2$

ch18

① 位移电流 $I_D = \frac{d\Phi_D}{dt} = \frac{d(\varepsilon\varepsilon_0\vec{E}\cdot\vec{S})}{dt}$ 方向与$d\vec{E}$相同

位移电流密度 $\vec{j}_D = \frac{d\vec{D}}{dt}$

可与安培环路定律结合使用.

② 麦克斯韦方程

- 电场高斯定理 $\oint_S \vec{D}d\vec{S} = \sum_{(S内)} q_i$
- 磁场高斯定理 $\oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0$
- 法拉第电磁感应定律 $\oint_L \vec{E}d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$
- 普遍安培环路定理 $\oint_L \vec{H}d\vec{l} = I + \frac{d\Phi_D}{dt} = \vec{I}+\vec{I}_D$

③ 电磁波能量 $\vec{S} = \vec{E}\times\vec{H}$

*自感和互感系数的一般解法:

① 设线圈上通有电流I

② 使用安培环路定律解出B

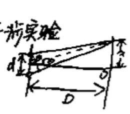
③ 由B解出磁通量ψ, 代入$M=\frac{\psi}{I}$

得自/互感系数

普朗克常数 $h=6.63\times10^{-34}$

ch20.

① 杨氏双缝干涉实验



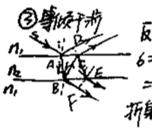
$\delta = \frac{x}{D}d$

$\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$.

② 半波损失: 从光疏→光密反射

反射光相位有π/$\frac{\lambda}{2}$的光程差突变

③ 等倾干涉



反射光干涉.(有半波损)

$\delta = n_2(\overline{AC}+\overline{BC})-n_1\overline{AD}-\frac{\lambda}{2}$
$=2d\sqrt{n_2^2-n_1^2\sin^2 i}-\frac{\lambda}{2}$

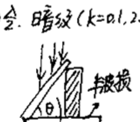
折射光干涉:

$\delta = 2d\sqrt{n_2^2-n_1^2\sin^2 i}$

$\Rightarrow \delta = \begin{cases} k\lambda. \text{ 明纹}(k=1,2,\dots) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}. \text{ 暗纹}(k=0,1,2,\dots) \end{cases}$

④ 等厚干涉

④-1 劈尖干涉.



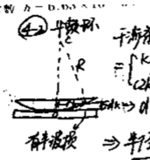
半波损

空气取n=1.

$\delta = 2d+\frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda, \text{明纹}. \; k=1,2\dots \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \text{暗纹}. \; k=0,1,2.. \end{cases}$

一般采用近似 $\theta \approx \tan\theta$
单位为rad

④-2 牛顿环



有半波损

干涉条件: $\delta = 2d+\frac{\lambda}{2}$

$= \begin{cases} k\lambda. \text{ 明环}, k=1,2,\dots \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}. \text{ 暗环}, k=0,1,2\dots \end{cases}$

$\Rightarrow d=\frac{r^2}{2R}$

⇒ 半径为r的圆环:

$r = \begin{cases} \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2}}, \text{明纹}. \; k=1,2,3.. \\ \sqrt{kR\lambda}. \text{ 暗纹}, k=0,1,2.. \end{cases}$

⑤ 迈克尔逊干涉仪

$\begin{cases} M_1\perp M_2, M_1' /\!/ M_2 \Rightarrow \text{圆形等倾干涉条纹} \\ \text{否则, 平行等厚干涉条纹产生} \end{cases}$

干涉条纹移动一条相当于等效空气薄膜厚度改变$\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow \Delta d = \Delta N\cdot\frac{\lambda}{2}$

M_2平移距离　条纹移动数目ΔN

ch21.

① 惠更斯一菲涅尔原理.

光强 = 子波相干叠加

菲涅尔衍射 ⇔ 近场衍射　至少有一个有限

光源与障碍物(衍射孔)与观察屏距离

夫琅禾费衍射 ⇔ 远场衍射　已都是无限远的.

② 单缝的夫琅禾费衍射

中央明纹 — 最宽 — 其他各级明纹宽度的两倍
　　　　 — 最亮 — 两侧明纹强度由内向外减弱

→ 中央主极大 $\begin{cases} \text{半角宽度 } \Delta\theta = \frac{\lambda}{a} \\ \text{线宽度 } \Delta x = 2f\tan\theta = 2f\frac{\lambda}{a} \end{cases}$

单色光垂直入射: (半波带法)

$a\sin\theta = \begin{cases} \pm k\lambda, k=1,2,\dots \text{ 暗纹} \\ \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}, k=1,2,\dots \text{ 明纹} \end{cases}$

光程差

$\sin\theta \approx \tan\theta \approx x/f$.

③ 圆孔衍射及光学仪器.

"爱里斑"区域 $R=\frac{1.22\lambda f}{D}$ ← 圆孔直径

光学仪器最小分辨角 $\delta\theta = 1.22\frac{\lambda}{D}$

分辨本领 $R=\frac{1}{\delta\theta}=\frac{D}{1.22\lambda}$

⇒ 瑞利判据: 分辨极限: 当一个爱里斑中心与另一个爱里斑的第一级暗环重合.

可能要画图得几何关系

④ X射线衍射的布拉格公式

$2d\sin\theta = k\lambda$, $k=1,2,\dots$ ⇒ 代表第几级

垂直照射到缝宽为0

以观测衍射条纹,

1mm, 则凸透镜

, 振动

⑤衍射光栅. 透光与不透光间距之和, d: b 不透光, a 透光

- 主极大: $d\sin\theta = \pm k\lambda$. $(d=a+b)$

  $-\frac{\pi}{2}<\theta<\frac{\pi}{2}$, $\Rightarrow |k_{max}| < \frac{d}{\lambda}$, θ为衍射角. → 考虑缺级, k_{max}及不等号不取等.

  第k级主极大半角宽 $\Delta\theta = \frac{\lambda}{Nd\cos\theta_k}$

- 次极大.

  相邻主极大 ⇒ N-1极小 } N-2个次极大

  相邻极小 ⇒ 一个次极大

- 缺级 $\begin{cases} d\sin\theta = k\lambda \\ a\sin\theta = k'\lambda \end{cases}$ ⇒ k级主极大缺失 $\frac{d}{a}=\frac{k}{k'}$

  ↓ 单缝衍射暗条纹级数, 问a_{min}时取1.

- 分辨本领 $R = \frac{\lambda}{d\lambda} = kN$ ← 总条数; k: 衍射级次; $d\lambda$ → $\frac{\lambda}{kN}$

Ch22.

① 偏振强度 $P = \frac{I_{max}-I_{min}}{I_{max}+I_{min}}$

$\begin{cases} \text{线偏振光} — \text{完全偏振光} \quad P=1 \\ \text{圆偏振光} \\ \text{椭圆偏振光} \end{cases}$ 部分偏振光 $0<P<1$

自然光 $P=0$

② 马吕斯定律 $I = I_0\cos^2\alpha$ ← 入射线偏振光的光振动方向与检偏器的偏振化方向间夹角

I: 从偏振片透射的光强; I_0: 线偏振光光强

对自然光, $I = \frac{I_s}{2}$.

③ 布儒斯特定律

$\tan i_B = \frac{n_2}{n_1}$ ← 出射面 / ← 入射面

i_B: 入射角 ⇒ 起偏振角 / 布儒斯特定律

- 反射光为完全偏振光, 光振动方向垂直于反射面. 折射光仍为部分偏振光

- 折射线与反射线垂直

④ 双折射

光 → 各向异性的透明晶体 折射 → 寻常光(o光) / → 非常光(e光)

光轴 (不产生双折射现象的入射方向)

振动在纸面内 法线 — 光轴 → 主截面; 任一光线 → 主平面

振动垂直于纸面 此面内入射, o光和e光振动方向相互垂直

⑤ 波晶片

光线垂直光轴入射, 两折射光

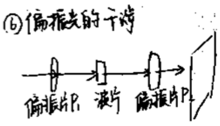
$\Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_e = \frac{2\pi}{\lambda}(n_o - n_e)d$ ← 波晶片厚度

⇒ { 四分之一波片. ($\frac{\lambda}{4}$波片, $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$) / 半波片. ($\frac{\lambda}{2}$波片, $\Delta\varphi = \pi$)

入射半波片:

- 线偏振光 → 振动方向与e/o相同 → 线偏振光
  - → 振动方向与o/e分别成45°角 → 圆偏振光
  - → 其他 → 椭圆偏振光
- 圆偏振光 → 线偏振光
- 椭圆偏振光 → oe振动方向分别与两主轴一致 → 线偏振光
  - 其他 → 椭圆偏振光

⑥ 偏振光的干涉



Ch23.

① 物体单色辐出度 $M_\lambda(T) = \frac{dM(T)}{d\lambda}$ → 电磁波能量

↓ 物体辐出度 $M(T) = \int_0^\infty M_\lambda(T)\,d\lambda$.

② 黑体辐射定律

- 斯特藩-玻耳兹曼定律

  $M_0(T) = \sigma T^4$ ← 热力学温度

  $M_0(T)$: 绝对黑体辐出度; σ: 斯特藩常量, $\sigma = 5.67\times10^{-8} W/m^2\cdot K^4$

- 维恩位移定律

  $\lambda_m T = b$ ← 2.898×10^{-3} △看成绝对黑体

  T: 表面温度; λ_m: 辐射最强的波长

③ 能量子假说

$\varepsilon = h\nu$ ← 频率

ε: 最小能量单元 (能量子)

- 普朗克公式 (绝对黑体单色辐出度的分布公式)

$$M_{\lambda 0}(T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\cdot\frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}}-1}$$

④ 光电效应

- 饱和光电流 ∝ 光强

  频率 ∝ 遏止电压 ∝ 初动能

- 初动能 $\begin{cases} \frac{1}{2}mv_{max}^2 = e|U_a| \\ |U_a| = k\nu - U_0 \end{cases}$

  $\Rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2 = ek\nu - eU_0$ $\boxed{\text{截止电压}}$

- 截止/红限频率 $\nu_0 = \frac{U_0}{k} = \frac{W}{h}$

- 光电效应方程 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + A$ → 逸出功

  $h\nu$: 电子吸收光子获得的能量; $\frac{1}{2}mv^2$: 初动能

④ 波粒二象性

$\begin{cases} E = \varepsilon = h\nu \\ p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (m = \frac{h\nu}{c^2}) \end{cases}$

⑤ 康普顿效应 - 散射线波长改变 △E为反冲电子能量

↓ 除λ_0, 有 $\lambda > \lambda_0$ ↑ 与散射物质无关

$\Delta E = mc^2 - m_0c^2$, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\lambda - \lambda_0 \propto \varphi$ ← 散射角

$\Rightarrow \Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi) = \lambda_c(1-\cos\varphi)$

λ_c: $2.43\times10^{-12}m$, 康普顿波长

ch 25.

① 德布罗意关系式

$\lambda = \frac{h}{mv}\left(= \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}\right)$ → 用于质子、中子、电子等

* 光子的能量就是总能量 $E_{k光} = pc$

② 不确定性原理

- 位置和动量 $(\Delta p_x = m\Delta v_x)$:

  $\Delta x\cdot\Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$

- 能量和时间 $\Delta E\cdot\Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

③ 薛定谔方程.

归一化条件: $\int_{-\infty}^{+\infty}\underline{|\psi(x)|^2}\,dx = 1 \Rightarrow A$.

$|\psi(x)|^2$ → 概率密度函数.

ch24.

① 广义巴耳末公式：$\tilde{\nu}\left(=\frac{1}{\lambda}\right)=R\left(\frac{1}{k^2}-\frac{1}{n^2}\right)$ 巴耳末系中 $k=2$

$R=\frac{4}{B}=1.0974\times10^{7}\,m^{-1}$（里德伯常量）

② 玻尔假设 —
- $E=E(n)$ — 定态假设
- $h\nu=E_n-E_k$ — 跃迁假设
- 角动量 $L=n\hbar$ — 量子化条件

$\hbar=\frac{h}{2\pi}$，约化普朗克常量 $=1.05\times10^{-34}\,J\cdot s$

③ $r_n=n^2a_0$

r_n：电子轨道半径

a_0：电子第一轨道半径，玻尔半径。

④ 氢原子总能量：$E_n=-\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2}\cdot\frac{1}{n}$

基态 $E_1=-13.6eV$

激发态 $E_n=\frac{E_1}{n^2}$ — 能级

$\frac{光子跃迁}{\downarrow}$ 对应能量

$E_n-E_k=\frac{hc}{\lambda}=h\nu$

电离态 $E_\infty=\frac{E_1}{\infty^2}=0$

$E_k=E-(E_\infty-E_1)$

电离发射的光电子动能