大物 II (下) 公式 by gMr

恒定磁场

毕萨定理

- $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\,d\vec{l} \times \vec{e_r}}{r^2}$

  真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N \cdot A^{-2}$

常见电流形式

- **导线**
  - **直导线**
    - $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$
  - **无限长直导线**
    - $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

    若 P 在 I 延长线上则无磁场
- **载流圆线圈**
  - **完整圆环**
    - $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$
  - **一段圆弧**
    - $B = \frac{\mu_0 I}{2R} \cdot \frac{\phi}{2\pi}$
- **螺线管**

  $B = \mu n I$，n 为单位长度线圈匝数

运动电荷

- $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{q\vec{v} \times \vec{e_r}}{r^2}$

磁场的高斯定理

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

> 电流产生的磁感应线既没有起始点，也没有终止点，即磁场线既没有源头，也没有尾闾
>
> 证明磁场是无源场

安培环路定理

- **无磁介质**

  $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_L I_i$

- **有磁介质**

  令 $\vec{H} = \dfrac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{M}$

  $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_L I_i$

  且 $\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H} = \mu \vec{H}$

> 证明磁场是有旋场

洛伦兹力

- $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$
- v **和** B **垂直时**

  $R = \dfrac{mv}{Bq}$

  $T = \dfrac{2\pi m}{Bq}$

安培力

- $d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$
- **磁矩** $\vec{P_m} = IS\vec{e_n}$
- **磁力矩** $\vec{M_m} = \vec{P_m} \times \vec{B}$

电磁感应

磁通量

- $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$
- 全通量 $\Psi = N\Phi$

法拉第电磁感应定律

- $\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\int_S \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$

> 多匝时看做多个电源串联，所以乘 N

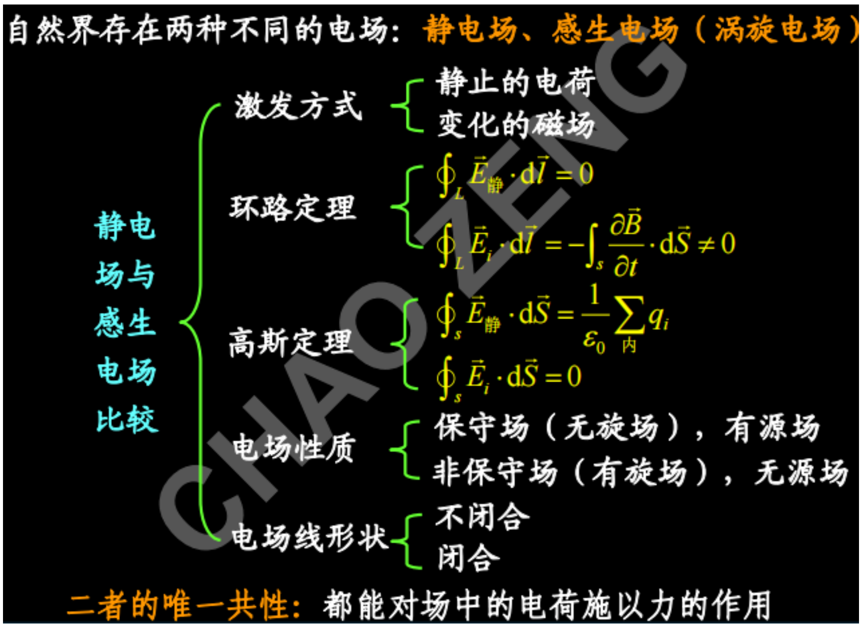
动生电动势

- $\varepsilon=\int_a^b(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$

感生电动势

- **感生电场的环路定理**

  $\varepsilon=\oint_L \vec{E}_i\cdot d\vec{l}=-\frac{d\Phi}{dt}=-\int_S\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}\cdot d\vec{S}$



自感

- $N\Phi=\Psi=LI$， L 为线圈自感系数，单位 H(亨利，$\mathrm{Wb/a}$)
- $\varepsilon=-L\frac{dI}{dt}$

互感

- $\Psi_{21}=MI_1,\Psi_{12}=MI_2$， M 为互感系数，单位 H(亨利，$\mathrm{Wb/a}$)
- $\varepsilon_{21}=-M\frac{dI_1}{dt},\varepsilon_{12}=-M\frac{dI_2}{dt}$

> Ψ_{21} 表示是 1 对 2 的，即后面的对前面的。

电感储能公式

- $W=\frac{1}{2}LI^2$

磁场能量密度

- $w=\frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu}=\frac{1}{2}BH$

麦克斯韦电磁场理论基础

- **位移电流**

  $$I_D = \frac{d\Phi_D}{dt} = \int_S \frac{d\vec{D}}{dt} \cdot d\vec{S}$$

  > $D = \varepsilon E$

- **麦克斯韦方程组**

  $$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{S内} q_f$$

  $$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial\vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

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

  $$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{j}_c + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$$

气体动理论

理想气体

- **状态方程**

  $$pV = \frac{M}{\mu}RT$$

  普适气体常数 $R = 8.31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

  M 为气体质量，μ 为气体摩尔质量，$\frac{M}{\mu}$ 其实就是气体摩尔数

  另一种形式：

  令 $n = \frac{N}{V}, k = \frac{R}{N_A}$

  $$p = nkT$$

  N 为分子总个数，n 为单位体积分子个数

  玻耳兹曼常量 $k = 1.38 \times 10^{-23} J \cdot K^{-1}$

- **压强公式**

  $$p = \frac{1}{3}nm\overline{v^2} = \frac{2}{3}n\overline{\varepsilon_t}$$

  其中 $\overline{\varepsilon_t} = \frac{1}{2}m\overline{v^2}$ 为 **气体平均平动动能**

- **温度的统计意义**

  $$\left.\begin{aligned} p &= \frac{2}{3}n\overline{\varepsilon_t} \\ p &= nkT \end{aligned}\right\} \Longrightarrow \overline{\varepsilon_t} = \frac{3}{2}kT$$

- **标准状态**

  $$T_0 = 273.2K, p_0 = 1.013 \times 10^5 Pa$$

能量按自由度分配的统计规律

- **能量按自由度均分定理**

  在温度为 T 的平衡态下，物质（气体、液体和固体）分子的每一个自由度都具有相同的平均动能，其值为 $\frac{1}{2}kT$

  总自由度为 i 的分子： $\overline{\varepsilon_k}=\frac{i}{2}kT$

  自由度表格：

分子种类	平动自由度 t	转动自由度 r	总自由度 $i=t+r$
单原子分子	3	0	3
刚性双原子分子	3	2	5
刚性三原子以上分子	3	3	6

  注意，任何分子的平均平动动能都是 $\frac{3}{2}kT$

- **理想气体的内能**

  不考虑势能

  $$E=\frac{M}{\mu}\frac{i}{2}RT=\frac{i}{2}pV$$

- **方均根速率**

  $$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

速率分布函数

- **定义**

  在速率 v 附近 **单位速率区间** 内的分子数占总分子数的 **百分比** 称为速率分布函数

  $$f(v)=\frac{dN}{Ndv}$$

  dN/N 表示单个分子速率取值在 $v\sim v+dv$ 区间内的概率
  $f(v)$ 表示单个分子速率取值在速率 v 附近单位速率间隔内的概率

麦克斯韦速率分布函数

- **三种特征速率**

  1. **最概然速率**

     $$v_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

  2. **平均速率**

     $$\bar{v}=\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

3. **方均根速率**

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

玻耳兹曼能量分布律

- **无外力场，动能分布的规律**

  $$f(\varepsilon_k) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}(kT)^{-3/2} \cdot \varepsilon_k^{1/2} \cdot e^{-\frac{\varepsilon_k}{kT}}$$

  式子没 dio 用，玻尔兹曼分布与 **负指数因子** $-\frac{\varepsilon_k}{kT}$ 成正比，按照统计分布，分子总是 **优先占据低能量的状态**，即分子处于低能量状态的概率大。

- **有外力场**
  - **分子数密度按势能分布**

    $$n = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_p}{kT}}$$

  - **分子数密度按高度分布**

    $$n = n_0 \cdot e^{-\frac{mgz}{kT}}$$

  - **等温气压公式**

    $$p = p_0 \cdot e^{-\frac{mgz}{kT}}$$

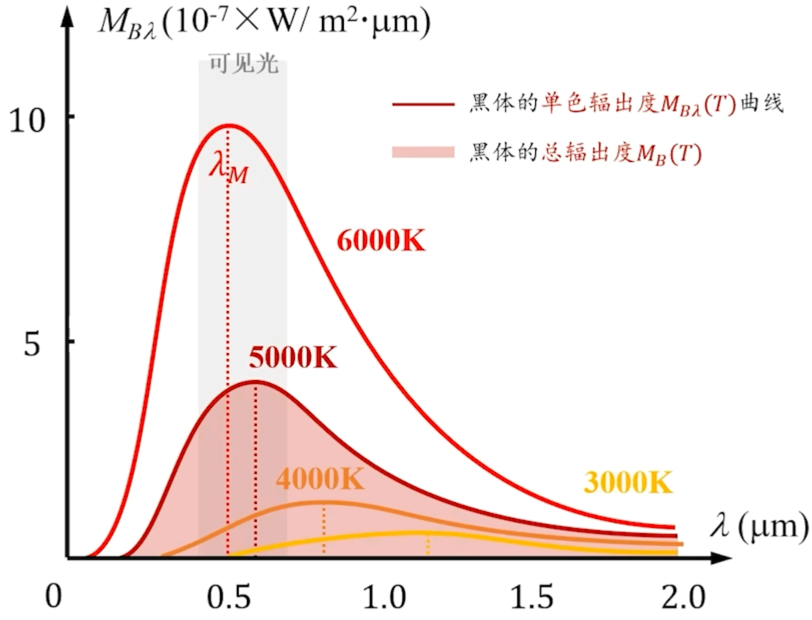
气体分子平均碰撞频率及平均自由程

不知道考不考，待我先做一遍往年题。

疑似不考。那没事了。

量子力学

黑体



- **单色辐出度**

  $M_\lambda(T) = \frac{dM_\lambda}{d\lambda}$

- **辐出度**

  $M_\lambda = \int_0^{+\infty} M_\lambda(T)\, d\lambda$

- **斯特藩-玻耳兹曼定律**

  $M_B(T) = \int_0^{+\infty} M_{B\lambda}(T)\, d\lambda = \sigma T^4$

  其中 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$

- **维恩位移定律**

  $T\lambda_m = b$， λ_m 为峰值波长

  其中 $b = 2.897 \times 10^{-3} m \cdot K$

- **普朗克公式**

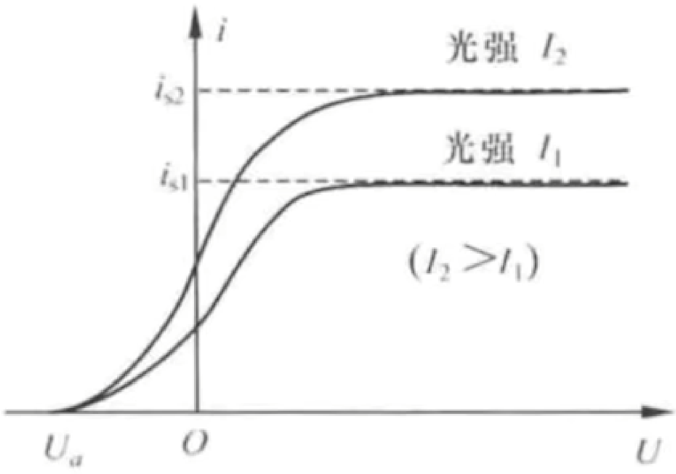
  - **能量量子假设**

    $\varepsilon = h\nu$

    普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$

  具体公式不会，不考，反正完美符合辐出度曲线

光电效应



- **饱和电流** i_S

  $i_S \propto I$， I 为光强

- **遏止电压** U_a

  $$eU_a = \frac{1}{2}mv_m^2$$

  与 **光强** 无关，与光的频率 ν 成线性关系

  $$U_a = K\nu - U_0$$

- **截止频率** ν_0 **（红限频率）**

  $\nu < \nu_0$ 时无光电效应发生

  $$\nu_0 = \frac{U_0}{K}$$

- **瞬时响应**

  光照开始到发射光电子，弛豫时间不超过 $10^{-9}s$

- **光的波粒二象性（爱因斯坦光子理论）**
  - **光子能量**

    $$\varepsilon = h\nu$$

  - **光子质量**

    $$m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

  - **光子动量**

    $$p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

  其中 h 为普朗克常量， c 为光速， ν 为光波频率， λ 为光波波长

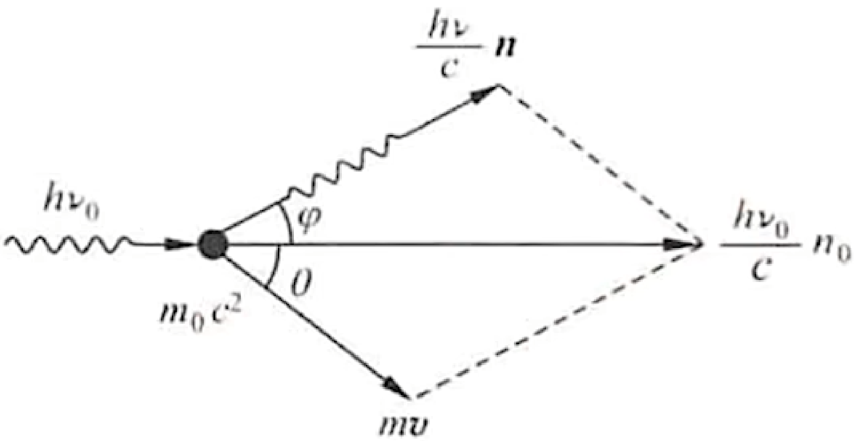
- **光电效应方程**

  $$h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + A$$

  逸出功 $A = h\nu_0$ ，**仅与材料有关**

> 光电效应不遵守动量守恒，遵守能量守恒

康普顿效应



- **康普顿效应**

  X射线经散射物质后发生散射，行进方向改变了 φ ，但:

  1. 散射光线包含波长为 $\lambda, \lambda+\Delta\lambda$ 的两种射线，波长偏移量 $\Delta\lambda$ **与物质无关，与角度 φ 有关**
  2. 不同散射物质只能引起散射线的 **组成差异** ，原子量越大的散射物质，原波长的光线越强，偏移波长的光线越弱

- **康普顿散射公式**

  $$\Delta\lambda=\frac{2h}{m_0c}\sin^2(\frac{\varphi}{2})$$

> 康普顿效应遵守动量守恒和能量守恒

氢原子光谱

- **里德伯公式**

  $$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{m^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

  其中里德伯常量 $R=1.097\times10^{-7}m^{-1}$ ；m 为线系标识；n 为谱线标识， $n>m$

  > 巴耳末系 $m=2$

- **氢原子理论**

  1. **定态假设：**电子只能处于不连续的特定轨道上
  2. **量子化条件：**电子的角动量只能取特定值的整数倍

     $L=mvr=n(\frac{h}{2\pi})$ ，其中 $\hbar=\frac{h}{2\pi}$ 为约化普朗克适量
  3. **频率条件：**电子在定态之间跃迁时才会发射一个光子或吸收一个光子

     $$\nu=\frac{|E_n-E_m|}{h}$$

  - **能量**

    基态能量 $E_1=-13.6eV$

    激发态能量 $E_n=\frac{E_1}{n^2}$

- **半径**

    $r_n = n^2 r_1$

实物粒子的波粒二象性

- **德布罗意波（物质波）**
    - $E = mc^2 = h\nu$
    - $p = mv = \frac{h\nu}{v} = \frac{h}{\lambda}$

海森堡不确定性原理

由于波动性，粒子以一定的概率在空间出现——粒子在任一时刻不具有确定的位置。

- **坐标与动量不确定性**

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

- **能量与时间不确定性**

    $\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

> 不确定量的含义：该量可能的 **上下限** 之差，计算时需要注意

波函数

$$\Psi(\vec{r}, t) = \Psi_0 e^{-\frac{i}{\hbar}(Et - \vec{r} \cdot \vec{p})} = \Psi_0 \exp[-\frac{i}{\hbar}(Et - \vec{r} \cdot \vec{p})]$$

$|\Psi(\vec{r}, t)|^2$ 为概率密度，表示任一时刻 t 在空间某处单位体积内出现粒子的概率

- **波函数应满足的条件**
    1. 单值、有限、连续
    2. 归一化条件

        $\iiint |\Psi(\vec{r}, t)|^2 \, dxdydz = 1$

> 学不会一点，知道概率密度是平方应该就行了吧

薛定谔方程

这真的诗人学的？？？？？？？？？？

但是貌似只考一维无限深势阱

- **一维定态薛定谔方程**

    $\frac{d^2\Psi(x)}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi(x) = 0$

    > 不知道考不考，我选择背一下

- **一维无限深势阱**

  $$U(x)=\begin{cases}0, & 0<x<a\\ +\infty, & x=0 \text{ or } x=a\end{cases}$$

  $$\Psi(x)=\begin{cases}\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{n\pi x}{a}, & 0<x<a\\ 0, & x\le 0 \text{ or } x\ge a\end{cases}$$

  $E_n=n^2\dfrac{h^2}{8ma^2}$ ，$n=1$ 为基态能

氢原子的量子理论

- **能量量子化**

  $E_n=\dfrac{1}{n^2}E_1,(n=1,2,\cdots,n)$ （主量子数）

- **角动量量子化**

  $L=\sqrt{l(l+1)}\hbar,(l=0,1,2,\cdots,n-1)$ （角量子数）

- **角动量空间量子化**

  角动量 $\vec{L}$ 在外磁场方向 Z 的投影

  $L_z=m_l\hbar,(m_l=0,\pm1,\pm2,\cdots,\pm l)$ （磁量子数）

电子的能量主要取决于 **主量子数** n ，**角量子数** l 决定了 电子绕核运动的角动量的大小， **磁量子数** m_l 决定了电子绕核运动的角动量的 z 轴分量

> 根据我观察这边公式不考

电子自旋，四个量子数

- **电子自旋**

  电子除了轨道运动，还存在一种 **自旋运动**

  - **电子自旋角动量大小**

    $S=\sqrt{s(s+1)}\hbar=\dfrac{\sqrt{3}}{2}\hbar,(s=\dfrac{1}{2})$

  - S **在外磁场方向的投影**

    $S_z=m_s\hbar,(m_s=\pm\dfrac{1}{2})$

- **四个量子数**

  1. **主量子数** n

     大体上决定了电子能量

     范围：正整数任选

  2. **角量子数** l

     决定电子的轨道角动量大小，对能量有稍许影响

     范围：0 **到** $n-1$ **任选**

  3. **磁量子数** m_l

决定电子轨道角动量在外磁场方向上的分量

范围：0 **到** l **任选，可正负**

4. **自旋磁量子数** m_s

   决定电子自旋角动量在外磁场上的分量

   范围：$\pm\frac{1}{2}$

> 公式好像也不需要，需要记的只有四个量子数的范围

原子系统的壳层结构

- **泡利不相容原理**

  一个原子中，不能有两个或两个以上的电子处于 **完全相同的量子态** ，即不能具有一组 **完全相同的量子数** (n, l, m_l, m_s)

- **能量最小原则**

  原子处于正常状态时，每个电子都趋向占据可能的 **最低能级**

  - **徐光宪定则**

    能级的高低由 $(n+0.7l)$ 的值来决定

愿 Einstein 和 Tesla 保佑大物高分捏