

§ 1 磁学基础知识

- 1.1 磁性、磁场和基本磁学量
- 1.2 原子磁矩
- 1.3 宏观物质的磁性
- 1.4 磁性体的热力学基础

(计算题)

1. 基本磁学量 $H, B, M, J, \mu, \chi, \mu_0$

$$B = \mu_0 H + J = \mu_0 (H + M), \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} \quad \text{SI制}$$

$$B = H + 4\pi M \quad \text{Gauss制。相互换算}$$

2. 电子的轨道角动量和轨道磁矩，自旋角动量和自旋磁矩；原子磁矩；朗德因子；确定自由原子（离子）磁矩的洪德法则。
3. 物质宏观磁性的分类；如何从磁化率数值及其和温度关系上来区分物质磁性的类别？
4. 强磁性物质的基本磁性质；磁化曲线和磁滞回线； M_S, M_r, H_C, μ
磁化状态下磁体中的静磁能：外磁场作用能 E_H 和退磁能 E_d ，退磁场。

5. 强磁物质中的热力学量必须考虑磁化功的影响:

$$dU = TdS + \mu_0 HdM - pdV$$

$$dF = -SdT + \mu_0 HdM - pdV$$

$$dG = -SdT - \mu_0 MdH - pdV$$

$$Z = \sum_n g_n e^{-\frac{\epsilon_n}{k_B T}}$$

$$G = -k_B T \ln z$$

$$M = k_B T \frac{\partial}{\mu_0 \partial H} (\ln Z)$$

附表 主要磁学量在两种单位制中的换算关系

| 磁学量 | 符号 | SI | | CGS | | 由 SI 单位 换算成 CGS 单位时的 相乘因数 |
|------------------|---------|-------|------------------|------|------|------------------------------------|
| | | 单位名称 | 单位符号 | 单位名称 | 单位符号 | |
| 磁场强度 | H | 安培/米 | A/m | 奥斯特 | Oe | $4\pi \times 10^{-3}$ |
| 磁感应强度 (磁通量密度) | B | 特斯拉 | T | 高斯 | Gs | 10^4 |
| 磁化强度 | M | 安培/米 | A/m | 高斯 | Gs | 10^{-3} |
| 磁极化强度 | J | 特斯拉 | T | 高斯 | Gs | 10^4 |
| 磁极强度 | m | 韦伯 | Wb | 电磁单位 | | $10^8/4\pi$ |
| 磁通量 | Φ | 韦伯 | Wb | 麦克斯韦 | Mx | 10^8 |
| 磁偶极矩 | j_m | 韦伯·米 | Wb·m | 电磁单位 | | $10^{10}/4\pi$ |
| 磁矩 | μ | 安培平方米 | A·m ² | 电磁单位 | | 10^3 |
| 磁化率(相对) | χ | | | | | $1/4\pi$ |
| 磁导率(相对) | μ | | | | | 1 |
| 真空磁导率 | μ_0 | 亨利/米 | H/m | | | $10^7/4\pi$ |

§ 2 抗磁性和顺磁性

2.1 正常抗磁性的经典解释

2.2 正常顺磁性的半经典解释

2.3 原子磁性的量子理论

2.4 金属中传导电子的磁性

1. 五种弱磁性的起因？它们磁化率温度关系的各自特征。
2. 郎之万顺磁理论的处理方法及其主要结论。
3. 晶场效应和轨道冻结及对原子磁距的影响。
4. 非铁磁性物质、特别是金属磁性的判别：离子磁性和传导电子磁性的综合考虑。
5. 传导电子的磁性理论（当作自由电子）

§ 3 自发磁化理论

- 3.1 铁磁性的分子场理论
- 3.2 Heisenberg 直接交换作用模型
- 3.3 自旋波理论
- 3.4 金属铁磁性的能带模型（巡游电子模型）
- 3.5 反铁磁性的分子场理论
- 3.6 亚铁磁性的分子场理论
- 3.7 间接交换作用模型
- 3.8 稀土金属的自发磁化模型：RKKY理论

（概念为主）

1. Weiss 分子场理论的处理方法；居里温度和居里-外斯定律的推导。
2. 直接交换作用和间接交换作用；海森伯交换作用的理论基础及其表示方法；几种间接交换作用类型的物理图像和主要结论。
3. Neel 定域分子场理论对反铁磁性和亚铁磁性的理论解释及处理方法。
4. 自旋波的物理图像及其主要结论；Bloch定律。

5. 强磁性物质平均原子（分子）磁距的计算值及与实验比较。
6. 使用能带模型解释铁磁性的主要论据、物理图像、成功与不足。Stoner判据的物理意义。
7. 何谓局域磁矩模型和巡游电子模型；如何看待他们各自的成功与不足。
8. 尖晶石结构中存在着A-A, B-B, A-B晶位离子间的间接交换作用，其结构特点决定了强弱差异；**计算不同成分尖晶石铁氧体分子磁距的预期值。**
9. P、Q、N型亚铁磁。何谓抵消点现象？和居里点的磁性表现有何异同？
10. RKKY作用的物理图像，非共线结构、螺旋结构的一般特点。

§ 4 磁畴结构

- 4.1 影响磁畴结构的相关能量
- 4.2 畴壁结构及其特性
- 4.3 磁畴结构
- 4.4 磁畴的观测

(计算题)

1. 铁磁体内各种相互作用能量的表达式及利用能量确定平衡态的方法。

原子磁距不完全平行时，交换能的增加。

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta E_{ex} \cong AS^2 \sum_{i<j} \phi_{ij}^2 \\ F_{ex} = \frac{\Delta E_{ex}}{a^3} \approx \frac{zAS^2}{a} \left[(\nabla \alpha_x)^2 + (\nabla \alpha_y)^2 + (\nabla \alpha_z)^2 \right] \end{array} \right.$$

磁晶各向异性能

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{立方晶系: } F_k = K_0 + \underline{K_1(\alpha_1^2 \alpha_2^2 + \alpha_2^2 \alpha_3^2 + \alpha_1^2 \alpha_3^2)} + K_2(\alpha_1^2 \alpha_2^2 \alpha_3^2) \\ \text{六方晶系: } F_k = K_0 + \underline{K_1 \sin^2 \theta} + K_2 \sin^4 \theta + K_3 \sin^6 \theta + K_3 \sin^6 \theta \cos 6\varphi \end{array} \right.$$

外磁场能: $F_H = -\mu_0 M \cdot H \cos \theta$

旋转椭球退磁能: $F_d = \frac{1}{2} \mu_0 N \cdot M^2$

半无限大片状畴: $F_d = 0.8525 \times 10^{-7} M_s^2 d$

2. 立方晶系、六方晶系磁晶各向异性的特征。磁晶各向异性等效场

$$H_K = \frac{1}{\mu_0 M_s \sin \theta} \left(\frac{\partial F_K}{\partial \theta} \right)_{\theta \rightarrow 0}$$

3. 布洛赫 (Bloch) 型畴壁和奈尔 (Neel) 型畴壁的各自特点。

4. 180° Bloch 壁 畴壁厚度和畴壁能的估算。

5. 片形磁畴和封闭磁畴磁畴的能量和宽度估算。

6. 单畴粒子临界尺寸的估算。

以课件和习题为主要复习内容!