

填空

1. 介电体击穿的三种形式：热击穿、电击穿、化学击穿。
2. 介质极化的常见形式：电子式极化、离子式极化、热离子极化、空间电荷极化。
3. 物质磁性的来源：原子中外层电子的轨道磁矩、电子的自旋磁矩、原子核的核磁矩。
4. 强磁体和弱磁体的概念：具有很大磁化率的铁磁体和亚铁磁体一般被称为强磁体；磁化率很小的顺磁体、抗磁体和反铁磁体一般被称为弱磁体。
5. 材料热稳定性的定义：材料承受温度的急剧变化而不被破坏的能力。
6. 从量子观点出发，辐射包括：自发辐射、受激辐射、受激吸收跃迁
7. 固体的激光工作物质包括晶体和玻璃两大类，其中人工晶体占绝大多数。
8. 对于纯金属材料，其主要导热机制为电子导热；陶瓷材料的导热机制主要为声子导热，高温时有光子导热；高分子材料的导热机制是声子导热。（见解答题 9）

名词解释

极化：介质内部正负电荷中心分离的现象。

磁导率：磁性材料传导和通过磁力线的能力。

磁化率：单位磁场强度可引起的材料的磁化强度。

磁偶极子：相互接近的一对磁极。

磁化强度：材料在外磁场中被磁化的程度。

磁畴：磁体由不同磁偶极矩取向的小区域组成的每一区域。

磁晶的各向异性：在晶体的不同的取向与外磁场平行时，磁化的难易不同。

磁滞现象：退磁过程中的磁化强度 M 和磁感应强度 B 的变化总是落后于磁场强度 H 的变化。

磁畴迁移：静磁能降低，磁畴向易磁化方向分畴。

热导率：在单位温度梯度下，单位时间内通过单位截面积的热量。

热膨胀：物体的体积或长度随温度的升高而增大的现象。

热应力：由于材料热膨胀或收缩引起的内应力。

稳态导热：传热过程中，材料在传热方向上各处的温度是恒定的，与时间无关。

热扩散系数：材料在温度变化时，内部各部分温度趋于均匀的能力。

热传导：材料中的热量自动从热端传向冷端的现象。

弹性形变：外力去除后不能完全消失的那部分形变。

应力：单位截面上所受到的力。

弹性模量：金属弹性变形时外力与应变的比例因子。

塑性形变：外力去除后不能完全消失的那部分形变。

应变：材料受力时内部各质点间的相对位移。

硬度：材料表面抵抗局部压入变形或刻划破裂的能力。

疲劳：材料在低于屈服应力的变动载荷作用下经长时间工作而发生断裂的现象。

断裂韧性：如果构件上的应力增大，或裂纹逐渐扩展，则裂纹尖端应力场强度因子 K_I 增大，当其增大到某一临界值时，裂纹将产生突然的失稳扩展，使材料发生突然断裂。这一临界值称为临界应力场强度因子，即材料的断裂韧性。

透射：入射光经过折射穿过物体后的出射现象。

散射：光波遇到不均匀结构产生次级波，与主波合成出现干涉现象，使光偏离原来方向。

发光：电子从高能态到低能态的跃迁。

荧光：电子从激发态向低能态跃迁时，伴随有热量向周围传递或辐射过程中所发出的光。

简答题

1. 用能带理论解释金属不透明的原因，并解释金属呈现不同颜色的原因。

(1) 金属中价带与导带重叠，它们之间没有能隙，因此不管入射光子的能量多小，电子都可以吸收它而跃迁到新的能态上去。所以金属能够吸收各种波长，是不透明的（只有金属箔的厚度 $< 0.1 \mu m$ 时才能透过可见光）。

(2) 金属的颜色取决于反射光的波长，金属对不同波长的光的反射能力是不同的，当白光照射金属后，反射光的波长不同于入射光，从而使金属呈现不同的颜色。

2. 影响材料透光性的因素，并说明提高透光性能的方法。

(1) 影响透光性的因素：吸收系数、反射系数、散射系数。

(2) 提高透光性能的方法：提高原材料纯度，减少反射和散射损失；掺加外加剂，降低气孔率；热压烧结和等静压成型，排出气孔；热锻法，使晶粒定向排列。

3. 简述荧光，磷光和热辐射发光的区别。

荧光和磷光都是属于冷光，但是它们的发光机制不同，区别在于材料吸收能量到发光时的延迟时间，延迟时间短的称为荧光，延迟时间长的称为磷光。

热辐射发光不同于荧光和磷光，它是在高温下，材料中的电子被热激发进入激发态，再衰变回较低能级时会放出能量，以波长在可见光范围内的电磁辐射的形式射出，即发出可见光。

4. 色散的定义，如何表征材料的色散及用什么方法克服镜头的色散。

材料对光的折射率随着光的波长的增大而减小，这种现象称为色散。

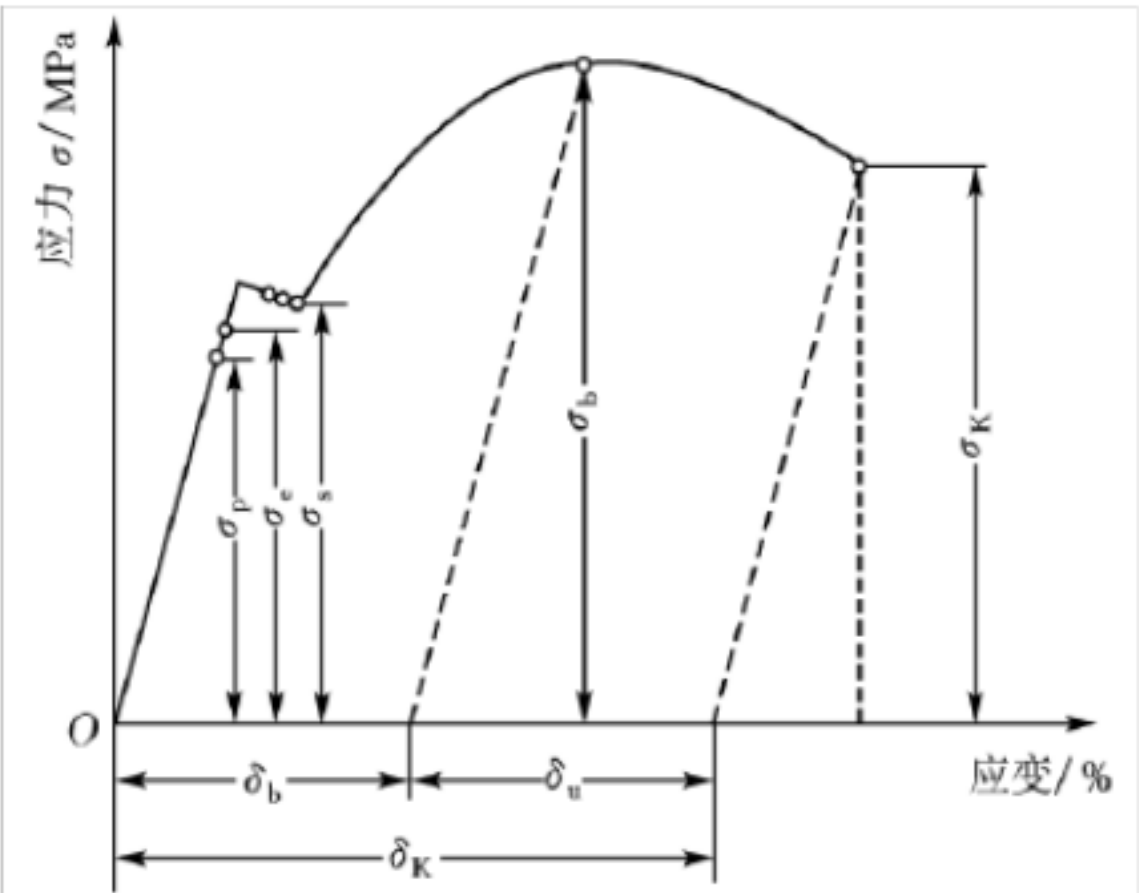
通常是用色散系数 表征色散：
$$= \frac{n_D - 1}{n_D - n_F - n_C}$$
，式中， n_D 、 n_F 、 n_C 分别为以钠的 D 谱线、

—— Luminary

氢的 F 谱线和 C 谱线 (5875? , 4861? , 6563?) 为光源测得的折射率。

克服镜头的色散，用不同牌号的光学玻璃，分别磨成凸、凹透镜组成复合镜头，可消除色差，这种镜头就是消色差镜头。

5. 画出低碳钢的应力 -应变曲线，并描述变形和断裂的过程和机制。



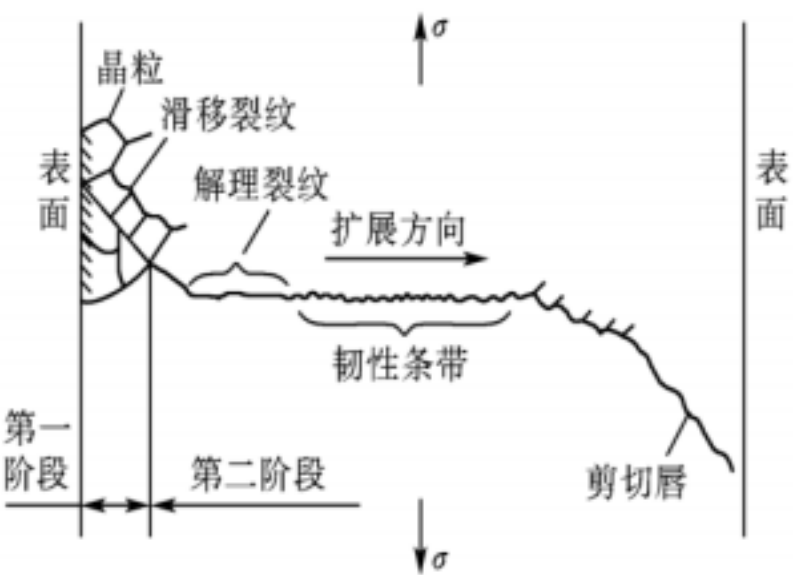
应力较小时为弹性变形阶段，当应力达到弹性极限 σ_b 时，低碳钢开始发生塑性变形，应力继续增大到某一水平后突然降低并保持不变而应变继续增大，这一阶段为屈服阶段，屈服后应力继续增大到某一水平时，低碳钢开始发生颈缩变细，最后导致断裂。

6. 提高金属材料强度的一般方法。

- (1) 加工硬化，通过冷塑性变形提高金属材料屈服强度。
- (2) 细晶强化，通过细化晶粒提高材料的强度。
- (3) 第二相强化，通过在材料中形成第二相来提高材料的强度。

7. 简述材料疲劳裂纹扩展的特征。

疲劳裂纹扩展是一个不连续的过程，可分为两个阶段。第一个阶段是从个别挤出峰处开始，沿最大切应力方向的晶面向内发展，裂纹扩展方向逐渐转向与最大拉应力垂直。第二阶段是裂纹沿垂直于最大拉应力方向扩展的过程，直到未断裂部分不足以承担所加载荷，裂纹开始失稳扩展时为止。疲劳断口上疲劳裂纹扩展第二阶段最显著的微观特征是在电子显微镜下可以观察到疲劳裂纹。



8. 简要推导杜隆 - 珀替定律，并说明意义和使用范围。

根据气体分子的动能 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT$ 将气体中得到的能量按自由度均分的原则扩展到固

体，固体中原子具有三个自由度，其平均动能为 $\frac{3}{2}kT$ ，一个原子平均能量为 $3kT$ ，所以 1mol

固体的能量： $E=3kTN_0=3RT$ ，由此得出固体摩尔热容： $C_{mV} = \frac{E}{T} = 3R = 24.94 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ 即杜隆-珀替定律。

杜隆-珀替定律认为恒压下元素的原子热容是一个与温度无关的常数，所以它可以根据比热推算未知物质的原子量，正确的原子量是发现周期律的依据，所以杜隆-珀替定律起着重要的历史作用。

9. 关于材料的热导有哪几种机制，简述不同材料和温度哪种机制起主导作用。

固体中的导热主要是由晶格振动的格波（声子）和自由电子的振动来实现，高温下还有光子的参与。

金属的主要导热机制为电子导热；陶瓷的导热主要为声子导热，高温时有光子导热；高分子材料在其使用温度下主要导热机制是通过分子与分子碰撞的声子热传导。

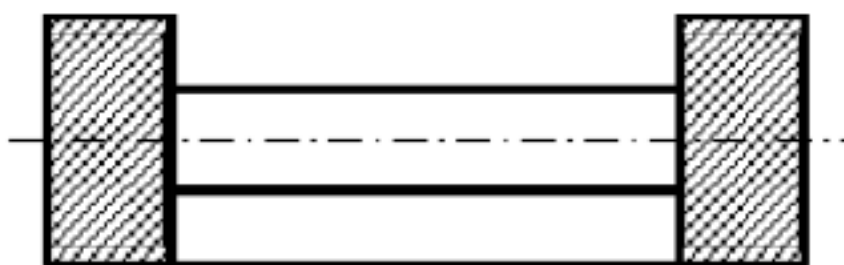
10. 试描述热膨胀与材料的熔点、结合能和热容间的关系。

晶体的结构类型相同时，结合能越大，熔点越高，而热膨胀系数越小。热膨胀与热容二者引起的机理一致，故变化趋势相同。

11. 热应力的概念，简要分析热应力的来源。

热应力指由于材料热膨胀或收缩引起的内应力。

热应力的来源可用如下图所示的两端受束缚的固体杆来给出解释，该图为一均质各向同性固体杆，两端受束缚，受到均匀的加热和冷却，由于不能自由膨胀，产生热应力。



12. 磁化率对材料的分类，这几种材料的特征是怎样的？

根据材料的磁化率，可将材料分为五类：抗磁体、顺磁体、铁磁体、亚铁磁体、反铁磁体。

抗磁体， $\chi < 0$ ， $|\chi|$ 在 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 数量级，在外磁场中形成的磁感应强度与外磁场方向相反；

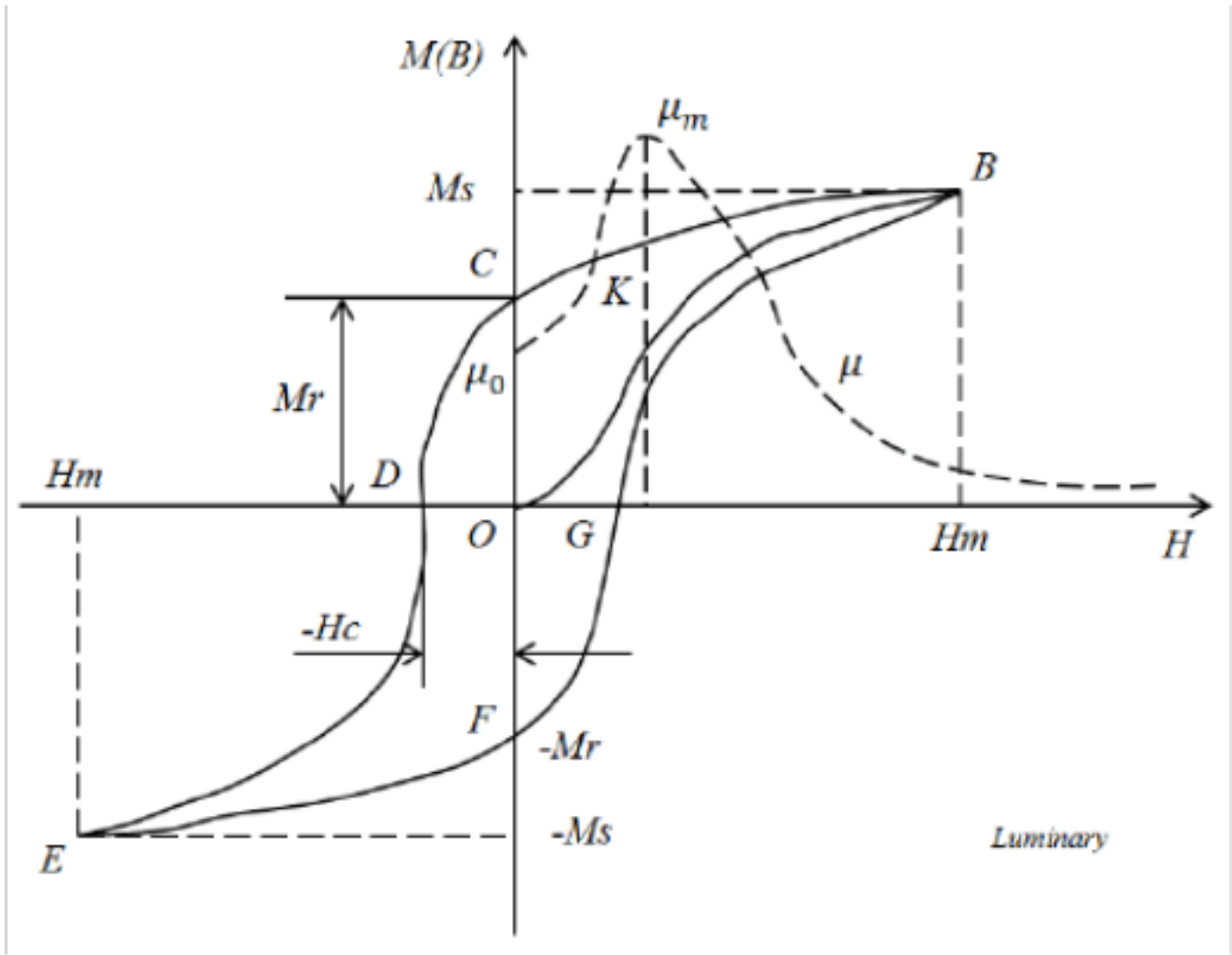
顺磁体， $\chi > 0$ ， $|\chi|$ 在 $10^{-6} \sim 10^{-2}$ 数量级，在外磁场中形成的磁感应强度与外磁场方向相同；

铁磁体， $\chi > 0$ ， $|\chi|$ 可达 10^6 数量级，在外磁场中形成的磁感应强度与外磁场方向相同；

亚铁磁体， $\chi > 0$ ， $|\chi|$ 可达 10 以上，与外磁场呈非线性关系；

反铁磁体， $\chi > 0$ ， $|\chi|$ 在 10^{-3} 数量级，其磁化机理与顺磁体不同。

13.磁滞回线。标出饱和磁化强度、剩余磁化强度，饱和磁感应强度、剩余磁感应强度以及矫顽力的位置。根据磁滞回线将材料如何分类，指出其主要的性能标志。



如图， M_s : 饱和磁化强度； B_s : 饱和磁感应强度； M_r : 剩余磁化强度； B_r : 剩余磁感应强度； H_c : 矫顽力。

根据磁滞回线将材料分为软磁材料和硬磁材料。

软磁材料：磁滞回线瘦小，具有高 μ ，高 M_s ，低 B_r ，低 H_c 。

硬磁材料：磁滞回线肥大，具有高 H_c ，高 B_r 。

14.给出工程应力、工程应变、真实应力、真实应变的定义，画出低碳钢工程应力-应变和真实应力-应变曲线示意图并解释二者之间的差异。

工程应力：单位原始截面积上所受的外力。

工程应变：试样断裂后量伸长量与原始长度的比值。

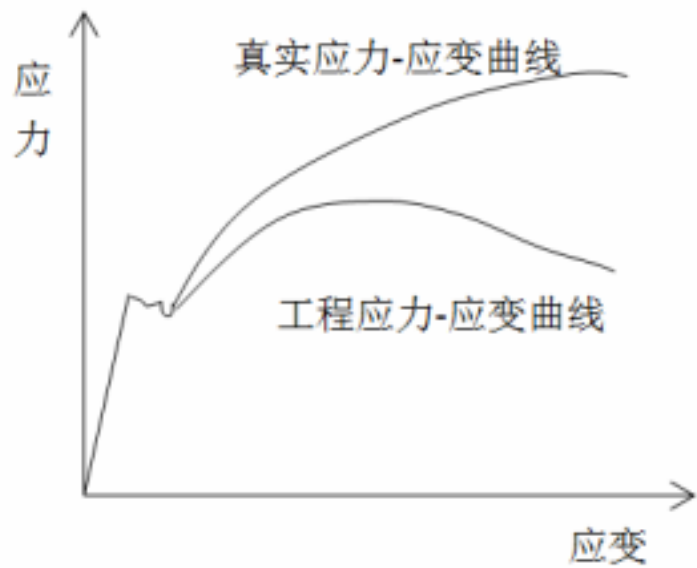
真实应力：单位实际截面积上所受的应力。

真实应变：变形各阶段相对变形率的总和。

低碳钢的工程应力-应变曲线和工程应力-应变曲线：

二者之间的差异：主要差异出现在塑性变形阶段，真

实应力高于工程应力，随应变的增大，两者之差增大，但真实应变小于工程应变。



15.简述反磁性和亚磁性的来源。

16.磁畴分畴的原因及畴壁厚度的影响因素。

17.写出磁致伸缩的定义并举例说明。

18. 简述光与材料的相互作用方式。

计算题：

什么是光的选择性吸收？假设 X 射线源用铝材屏蔽，如果要使 95% X 射线能量不能穿过它，计算铝材最小厚度，已知材料线性吸收系数。

（公式： $I = I_0 e^{-\mu x}$ ， μ 线性吸收系数， x = 铝材厚度）