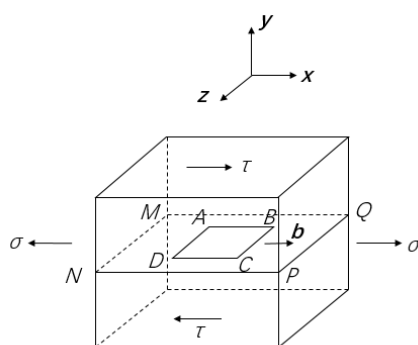


## 材料强度学 第四次作业 2021

- 1, 位错的表征及观察方法有哪些? 请列举至少两种方法并进行简要介绍。
- 2, 请分别考虑当杂质原子体积比基体原子大和小的两种情况下, 杂质原子在刃位错核心处最容易发生置换型偏聚 (替换原有晶格原子) 的区域, 请给出理论解释。
- 3, 已知位错环 $\overline{ABCD}$ 的柏氏矢量为 $\mathbf{b}$ , 外应力为 $\tau$ 和 $\sigma$ , 如下图所示。请回答:
  - (a) 位错环的各边分别是什么位错?
  - (b) 如何局部滑移才能得到这个位错环?
  - (c) 在剪应力 $\tau$ 作用下, 位错环将如何滑移? 请简要说明。(可利用下列判据判断位错滑移方向: 当柏氏矢量为 $\mathbf{b}$ 的位错线 $l$ 沿 $\mathbf{v}$ 方向运动时, 以位错运动面为分界面,  $l \times \mathbf{v}$ 所指向的那部分晶体必沿着 $\mathbf{b}$ 的方向运动)
  - (d) 在拉应力 $\sigma$ 作用下, 位错环是否会发生滑移? 请给出解释。



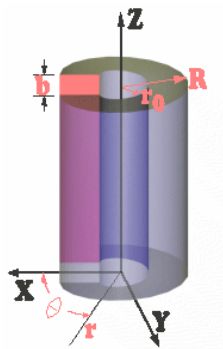
- 4, 将一个很长的厚壁圆筒沿径向平面切开一半, 并让切面两边沿轴向相对滑移距离 $b$ , 然后将切面两边胶合, 形成下图所示的螺位错。已知该螺位错在直角坐标系 $(x, y, z)$ 和柱坐标系 $(r, \theta, z)$ 下分别具有以下两种应力场表达形式:

直角坐标系:  $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = 0, \tau_{xy} = 0, \tau_{xz} = -\frac{\tau_0 b y}{x^2 + y^2}, \tau_{yz} = \frac{\tau_0 b x}{x^2 + y^2}$

柱坐标系:  $\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_z = 0, \tau_{r\theta} = \tau_{rz} = 0, \tau_{\theta z} = \frac{\tau_0 b}{r}$

其中 $\tau_0 = \frac{G}{2\pi}$ 。

柱坐标系下的平衡方程（不计体力）为：

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0 \\ \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + 2 \frac{\tau_{r\theta}}{r} + \frac{\partial \tau_{z\theta}}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{z\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{rz}}{\partial r} + \frac{\tau_{rz}}{r} = 0 \end{cases}$$


- 请验证应力场一和应力场二所表示的螺型位错应力场均满足弹性力学平衡方程。
- 请将柱坐标系下的应力场表达式通过坐标系旋转的方法推导出直角坐标系下的应力场表达式。
- 请对以上两个应力场进行比较并总结归纳螺位错应力场的特点（至少两个）。

5, 如下图所示的两个柏氏矢量为  $\mathbf{b}$  的螺型位错, 其中位错线  $\overline{012345}$  含有扭折, 位错线  $\overline{0'1'2'3'4'5'}$  含有割阶。图上所示的箭头方向为位错线的正方向, 扭折部分和割阶部分都为刃型位错。若图示滑移面为 fcc 的 (111) 面, 请问: (a) 这两根位错线段中 (指割阶和扭折), 哪一根比较容易通过他们自身滑移而去除, 并说明原因。(b) 请使用图中所示的右手定则判定位错线  $\overline{1'2'}$  的多余半原子面方向并分别说明该位错向哪个方向运动时产生空位? 向哪个方向运动时产生间隙? 。

