

大 连 理 工 大 学

姓名: _____

学号: _____

部(院): _____

_____级_____班

课程名称: _____ 半导体物理 _____ 试卷: _____ A _____ 考试形式: _____ 闭卷 _____

授课部 (院): _____ 微电子学院 _____ 考试日期: _____ 2022 年 5 月 23 日 _____ 试卷共 _____ 页

***注意: 总分 100 分**

	一	二	三	四	五						总分
标准分	30	20	30	10	10			/	/	/	100
得 分											

装

订

得	
分	

一、(30 分) 名词解释, 请用文字形式描述以下重要概念:

1. 布拉伐格子。
2. 范德瓦尔斯作用。
3. 声子。
4. 近自由电子近似。
5. 布洛赫定理。
6. 能带。
7. 能态密度。
8. 有效质量。
9. 杂质电离。
10. 费米能级。

注:

- 1、试卷标准分 100 分
- 2、平时成绩不得计入
试卷总分
- 3、大题题头需注明得分
(打印时将以上文字删除)

二、(20 分) 请用文字简要回答以下问题:

得分	
----	--

1. 列举**四种**半导体芯片中常见的**晶体**。

2. 同样由碳元素构成, 为什么钻石是世界上最坚硬的固体, 而石墨却软到可以用做铅笔芯?

3. 晶体的格波中, 什么是声学波和光学波? 一维单原子链模型中存在哪些格波?

4. 实际晶体内部存在恒定电场时, 电子在实空间与 k 空间分别做怎样的运动? 并说明原因。

5. 为什么间接带隙半导体对光的吸收通常远小于直接带隙半导体?

得分	
----	--

三、(30 分) 画图题

1. 画出硅的晶格结构，并从中选择任意一个硅原子，标明所有与它最近邻的原子。

2. 画出一维双原子链的色散关系，并在图中标明声学支与光学支。

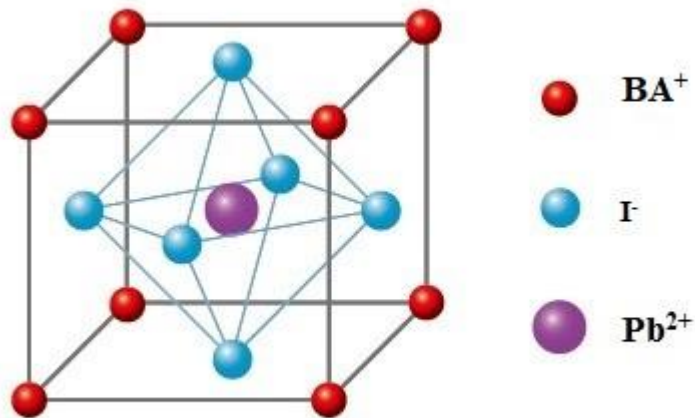
3. 画图解释金属、半导体与绝缘体的区别。

4. 画出 $T = 0\text{ K}$ 时和有限温度下的费米分布函数，以能量 E 为横坐标。

5. 画图解释直接带隙半导体与间接带隙半导体，及其光吸收过程。

6. 画出 n 型半导体、 p 型半导体与本征半导体能带简图，并在图中标明导带、价带、费米能级与杂质能级的位置。

四、(10 分) **苯甲胺碘化铅**是近年来发现的一种新型**二维(2D)单层**卤化物钙钛矿半导体材料，其晶体由如下图所示的立方晶胞在 x - y 平面内无限重复所得，在 z 方向上仅有一个晶胞。其中，苯甲胺离子 (BA^+) 位于立方体的顶角，碘离子 (I^-) 位于立方体的面心，铅离子 (Pb^{2+}) 位于立方体的体心。其禁带宽度约为 $E_g = 3 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$)。



- 1) 在如图所示的**二维**苯甲胺碘化铅晶胞中，分别含有几个苯甲胺离子、碘离子和铅离子？并由此写出**苯甲胺碘化铅**的化学式
- 2) 试写出这种单层二维材料**晶体**的所有对称操作
- 3) 试求甲基胺碘化铅的吸收边 ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$)，答案量级正确即可。

五、（10 分）某种一维晶格的电子能量 E 与波矢 k 间的函数关系可表示为

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left(\frac{5}{8} - \cos ka + \frac{3}{8} \cos 2ka \right)$$

式中 a 是晶格常数， m 是自由电子质量。

试求：

1. 电子速度的表达式；
2. 电子在能量极小处的有效质量。