

# 中山大学本科生期末考试

## 考试科目：《固体物理》（A 卷）

学年学期：2015 学年第 2 学期                      姓 名： \_\_\_\_\_  
学 院/系： 理工学院                                  学 号： \_\_\_\_\_  
考试方式： 闭卷                                      年级专业： 13 级 光电信息科学\*  
考试时长： 120 分钟                                班 别： \_\_\_\_\_  
任课老师： 王雪华/喻颖

### 警示

《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

----- 以下为试题区域，共五道大题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答 -----

### 一、名词解释题（共 5 小题，每小题 6 分，共 30 分）

- 1、基元、原胞、布拉格反射；
- 2、晶格振动的 Einstein 模型、Debye 模型；
- 3、声子、声学声子、光学声子；
- 4、布洛赫波、电子有效质量、简约布里渊区；
- 5、导带、空穴、朗道能级。

### 二、判断题（共 18 小题，每小题 1 分，共 18 分）

1. 晶胞是描述晶体结构的最小体积重复单元。
2. 对于一定的布喇菲晶格，基矢的选择是不唯一的，但是对应的倒格子空间是唯一的。
3. 布拉格反射发生在晶体的边界上。
4. 二维蜂房结构分别有声学支格波和光学支格波各 2 支。
5. 即使在绝对零度，价电子与晶格仍有能量交换。
6. 声子的作用过程遵从能量守恒和准动量守恒，但声子数不守恒。
7. 电阻是周期性势场对电子的散射引起的。
8. 电子 Pauli 顺磁有贡献的只是在费米面附近的一小部分电子。
9. 通过研究德·哈斯-范·阿尔芬效应通常用来测量金属的有效质量。
10. 非常低的温度下，短波声子才会被热激发。
11. 最基本的点对称操作只有 8 个，分别是 E, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, i, m, S<sub>4</sub>。
12. 在恒定电场中，电子在 K 空间做匀速圆周运动，在实空间做周期性振荡运动。
13. 能带中电子运动的半经典模型描述没有碰撞时布洛赫电子在外加电场或磁场下的运动。
14. 对于能带顶部的电子，其有效质量  $m^*$  小于零。
15. 原子间距越小，电子波函数的重叠就越多，所形成的能带就越宽。

16. 声子服从费米-狄拉克统计。  
 17. 热膨胀是由于非简谐效应所致。  
 18. 当光与光学波相互作用时，称为布里渊散射；当光与声学波相互作用时，称为拉曼散射。

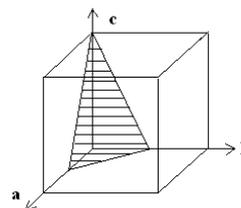
### 三、选择题（共 3 小题，每小题 2 分，共 6 分）

1. 一立方晶系的晶格常数为  $a$ ，如图所示的三角形平面的晶面指数为（ ）

- A. (112); B. (122); C. (221); D. (211); E. (110)

此晶面的晶面间距为（ ）

- A.  $\frac{\sqrt{6}}{6}a$     B.  $3a$     C.  $\frac{\sqrt{2}}{2}a$     D.  $\sqrt{6}a$     E.  $\frac{1}{3}a$



2. 晶格振动格波的总数等于（ ）

- A. 自由度数    B. 振动波矢总数    C. 原胞数    D. 晶胞数    E. 晶体的简并度

3. 黄昆方程是（ ）

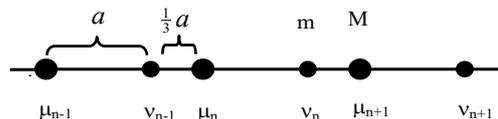
- A.  $\vec{\ddot{W}} = b_{11}\vec{W} + b_{12}\vec{E}$ ;  $\vec{\ddot{P}} = b_{21}\vec{W} + b_{22}\vec{E}$ ;    B.  $\vec{\ddot{W}} = b_{11}\vec{W} + b_{12}\vec{E}$ ;  $\vec{\ddot{P}} = b_{21}\vec{W} + b_{22}\vec{E}$ ;    C.  $\vec{\ddot{W}} = b_{11}\vec{W} + b_{12}\vec{E}$ ;  $\vec{\ddot{P}} = b_{21}\vec{W} + b_{22}\vec{E}$ ;  
 D.  $\vec{\ddot{W}} = b_{11}\vec{W} + b_{12}\vec{E}$ ;  $\vec{\ddot{P}} = b_{21}\vec{W} + b_{22}\vec{E}$ ;    E.  $\vec{\ddot{W}} = b_{11}\vec{W} + b_{12}\vec{E}$ ;  $\vec{\ddot{P}} = b_{21}\vec{W} + b_{22}\vec{E}$

### 四、简答题（共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分）

1. 简单解释晶体为何在  $T=0K$  时仍有较大的平均动能。
2. 简述离子晶体中声学波和光学波的振动物理图象。
3. 简述晶体中电子的布洛赫振荡现象以及实验观测该现象的条件。
4. 以能带理论简单解释绝缘体、半导体、金属以及 Wilson 转变。

### 五、计算题（共 3 小题，每小题 10 分，共 30 分）

1. 用紧束缚法处理简单立方晶格s态电子（每个原子含有一个电子），试导出其能带关系，并求出能带底的有效质量及电子运动的速度。
2. 质量分别为  $M$  和  $m$ （设  $M > m$ ）的两种原子以  $a$  和  $a/3$  相间排成如图所示的一维晶体链，若只考虑近邻原子间的弹性相互作用，设相邻原子间的恢复力系数同为  $\beta$ ，(1)写出每种原子的动力学方程式；(2)写出格波方程式；(3)导出色散关系式。



3. (1) 求一维、二维和三维情形下，自由电子的能态密度。(2) 三维情形下，沿  $Z$  方向加入磁场  $B$  后，解  $k_x, k_y$  平面内的电子的简并度，并进一步求出电子总的能态密度。

