

University of Anbar
College of Science
Department of Physics



فيزياء الحالة الصلبة **Solid State Physics**

المرحلة الرابعة
الكورس الثاني
صلبة 2

الدكتور قيس عبدالله عباس

Lecture4

1. Brillouin zones. مناطق برليون

If we draw the normal planes which bisect the reciprocal lattice vectors, the regions enclosed between these planes form the various Brillouin zones.

إذا رسمنا المستويات الاعتيادية التي تقسم متجهات الشبكة التبادلية فان المناطق المغلقة بين هذه المستويات تشكل مناطق برليون المختلفة.

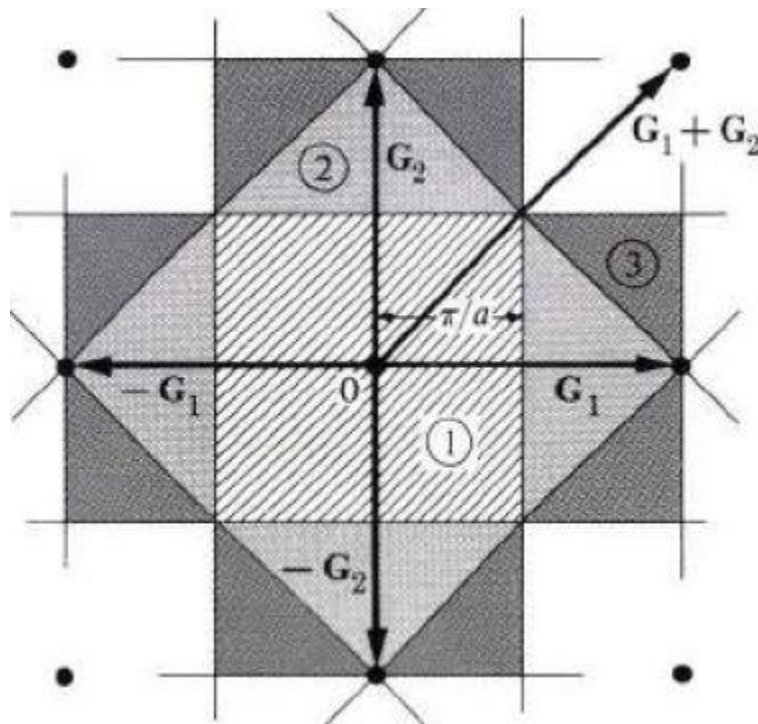


Figure 1

Figure 1 shows that the first three Brillouin zones of the square lattice: First zone (cross-hatched), second zone (shaded) and third zone (screened). Numbers indicate indices of Brillouin zones.

ان الشكل واحد يوضح اول ثلاث مناطق برليون للشبيكة المربعة. المنطقة الاولى (cross-hatched) والمنطقة الثانية (shaded) والمنطقة الثالثة (screened). الارقام الموجودة 1, 2, 3 تمثل تمثل مناطق برليون.

Consider the square lattice whose reciprocal-also a square lattice of edge equal to is shown, in Figure 1, which also shows the reciprocal vectors G_1 , $-G_1$, G_2 , and $-G_2$, etc., as well as the corresponding normal bisectors.

نعتبر وجود شبيكة مربعة الشكل ولها حافة تساوي كما موضح بالشكل ويمثل الشكل ايضا المتجهات المقلوبة للشبيكة G_1 , $-G_1$, G_2 , and $-G_2$ وكذلك المنصفات العمودية التابعة.

The smallest enclosed region centred around the origin (the crosshatched area) is the first Brillouin zone.

ان اصغر منطقة متمركزة حول الاصل تعرف باول منطقة برليون.

The shaded area (composed of four separate half diamond-shaped pieces enclosed between the normal bisectors to G_1 , G_2 , and $G_1 + G_2$, etc.) forms the second zone. Similarly, the screened area (eight parts) forms the third zone.

ان المنطقة المظلمة والتي تمثل اربع انصاف شكل الماس (دايموند) القطعة المغلقة ما بين الانصاف العمودية لكل من G_1 , G_2 , and $G_1 + G_2$ لتشكل منطقة برليون الثانية. وبشكل مشابه يمكن تشكيل المنطقة الثالثة.

1.1 The zone scheme types

- Extended zone scheme

The extended zone scheme in which different bands are drawn in different zones in wavevector space

- Reduced Zone Scheme

The reduced zone scheme in which all bands are drawn in the first Brillouin zone.

- Periodic Zone Scheme

The periodic zone scheme in which every band is drawn in every zone.

أنواع مخطط المنطقة (zone):

- مخطط المنطقة الموسعة (Extended zone scheme)

مخطط المنطقة الموسعة حيث يتم رسم نطاقات مختلفة في مناطق مختلفة في مساحة متجه الموجة.

- مخطط المنطقة المصغرة (Reduced zone scheme)

مخطط المنطقة المصغرة حيث يتم رسم جميع النطاقات في منطقة برليون الأولى.

- مخطط المنطقة الدورية (Periodic zone scheme)

مخطط المنطقة الدورية الذي يتم فيه رسم كل نطاق في كل منطقة (zone).

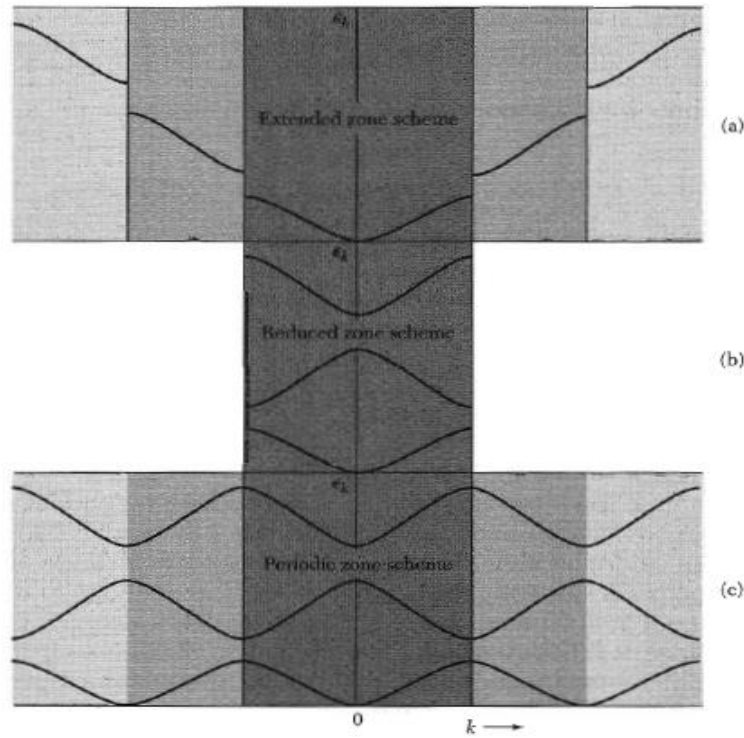


Figure 2

Figure 2 shows that the three energy bands of a linear lattice plotted in (a) the extended (Brillouin), (b) reduced, and (c) periodic zone schemes.

الشكل 2 يمثل حزم الطاقة الثلاثة لشبكة خطية مرسومة في الشكل a يمثل المنطقة الموسعة (Extended Brillouin zone) و b تمثل المنطقة المصغرة (Reduced zone) و c تمثل المنطقة الدورية (Periodic zone).

1.2 Fermi surfaces:

The Fermi surface is the surface of constant energy E_f in k space. The Fermi surface separates the unfilled orbitals from the filled orbitals, at absolute zero (0K). The electrical properties of the metal are determined by the volume and shape of the Fermi surface, because the current is due to changes in the occupancy of states near the Fermi surface. For free electron model Fermi surface is a perfect sphere.

سطوح فيرمي :

ان سطح فيرمي هو سطح لطاقة ثابتة E_f في الفضاء K . وان سطح فيرمي يفصل ما بين المدارات الغير ممتلئة و المدارات الممتلئة عند درجة الحرارة الصفر المطلق. ان الخواص الكهربائية للمعدن تحدد بواسطة الحجم والشكل لسطح فيرمي بسبب كون ان التيار هو نتيجة تغير في احتلال للحالات القريبة من سطح فيرمي. ملاحظة في حالة موديل الالكترون الحر فان سطح فيرمي يكون على شكل كروي متمائل.

References

- 1- Charles Kittel - Introduction to Solid State Physics-Wiley (2005)
- 2- J. S. Blakemore - Solid State Physics-Cambridge University Press (1985)
- 3- M. A. OMAR Elementary-solid-state-physics