

Solid State Physics

Phong Chuc Vo

University of Science, VNUHCM

Department of Theoretical Physics

LỜI MỞ ĐẦU

Tạm thời chưa biết viết gì ...

Võ Chúc Phong
2025

MỤC LỤC

1	The Early Days of Solid State.	1
1.1	Periodic (Born–von Karman) Boundary Conditions	1
1.2	Evolution of Heat Capacity Models	2
1.2.1	The law of Dulong - Petit	2
2	...	3
3	...	5
4	...	7

1 THE EARLY DAYS OF SOLID STATE.

1.1 PERIODIC (BORN–VON KARMAN) BOUNDARY CONDITIONS

Xét bài toán tính số electron có thể tồn tại trong một sợi dây đồng với chiều dài L ở một mức năng lượng nhất định. Bài toán này có thể giải theo nhiều cách nhưng trong Solid-state có một cách rất hay là dùng điều kiện biên tuần hoàn, tức là ta biến sợi dây này thành 1 vòng tròn, khi đó electron này sẽ chỉ chạy quanh vòng tròn này. Hàm sóng cho bất kỳ electron trong vòng này là

$$e^{ikr}. \quad (1.1)$$

Hàm sóng này có các giá trị như nhau tại vị trí r và $r + L$, tức là ta đi hết 1 vòng tròn, trong đó giá trị của k là

$$k = \frac{2\pi n}{L}. \quad (1.2)$$

Với chiều dài L đủ lớn thì ta được phép thay tổng bằng một tích phân sau¹

$$\sum_k \rightarrow \frac{L}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} dk. \quad (1.3)$$

Để hiểu phép ánh xạ này một cách đơn giản là giữa các điểm trong không gian k sẽ có khoảng cách là $L/2\pi$ (điều này quyết định mật độ trạng thái trong không gian k) nên ta có thể thay thế tổng rời rạc bằng tích phân liên tục nhân với khoảng cách giữa các điểm đó.

Vu vơ thêm: Tại sao hệ số $L/2\pi$ lại là mật độ trạng thái. Ta có

$$\Delta k = \frac{2\pi}{L}.$$

Khi xét mật độ trạng thái tức là

$$\frac{1}{\Delta k} = \frac{L}{2\pi}.$$

¹Để biết chiều dài đủ lớn thì bạn so sánh chiều dài với kích thước của electron.

Tổng rời rạc theo k ở trên tức là ta đang cộng từng điểm k có trong không gian và mỗi điểm cách nhau một khoảng Δk . Khi đó

$$\sum_k \approx \sum_k \Delta k \times \frac{1}{\Delta k} \rightarrow \frac{L}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} dk.$$

Tất cả những lập luận trên đều là đang xét trong bài toán một chiều, khi mở rộng ra bài toán 3 chiều thì ta thu được

$$\sum_{\mathbf{k}} \rightarrow \left(\frac{L}{2\pi}\right)^3 \int_{-\infty}^{\infty} d\mathbf{k}. \quad (1.4)$$

1.2 EVOLUTION OF HEAT CAPACITY MODELS

1.2.1 The law of Dulong - Petit

Năm 1819, theo định luật Dulong - Petit² thì nhiệt dung được cho bởi

$$C = 3k_b \quad \text{trên mỗi nguyên tử} \quad (1.5)$$

Trong đó k_b là hằng số Boltzmann. Trong xuyên suốt ta sẽ luôn quan tâm đến nhiệt dung C trên mỗi nguyên tử của bất kỳ vật liệu nào, ở đây ta sẽ không phân biệt giữa nhiệt dung đẳng áp C_p và nhiệt dung đẳng tích C_v bởi lẽ giá trị của chúng không chênh lệch nhau quá nhiều. Định luật này mặc dù rất gần với thực tế nhưng có một vài trường hợp thì định luật này không phù hợp.

Bảng 1.1: Nhiệt dung của một vài chất rắn ở nhiệt độ và áp suất phòng

Vật liệu	C/R
Nhôm (Al)	2.91
Chì (Pb)	3.03
Đồng (Cu)	2.94
Vàng (Au)	3.05
Bạc (Ag)	2.99
Kim cương (C)	0.735

Như đã thấy

²Định luật này được đề xuất bởi 2 nhà vật lý người pháp là Pierre Louis Dulong (1785 - 1838) và Alexis Thérèse Petit (1791 - 1820). Cả hai đều không được nhớ đến nhiều vì điều gì khác ngoài định luật này.

2 ...

3 ...

4 ...
