

hối lượng của neutron;  $\rho_n$ ,  $\rho_{n\uparrow}$ ,  $\rho_n$  - các ma trận mật độ spin của neutron, hạt  
tử.

Khi quá trình tính toán tương tự [2] chúng ta thu được công thức tiết diện tán xạ  
này sẽ có kết quả như công thức tiết diện tán xạ của neutron trong tinh thể phân  
tử trong từ trường ngoài không đổi [2] nếu như ta thay số sóng của neutron trong tinh  
thể bằng bài báo [2] bởi

$$K_{\pm}^{\pm}(\omega) = \left[ \frac{2m}{\hbar^2} \left( E_{\pm} \pm \mu H_{eff}(\omega) \pm \mu H_{eff}^{n\uparrow} \mp \frac{\hbar\omega}{2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

hối lượng chuyển động dọc theo trục x của neutron.

Chúng ta thu được là tiết diện tán xạ không đàn hồi của các neutron phân cực trong tinh thể  
đặt trong từ trường ngoài biến thiên phụ thuộc vào tần số của từ trường ngoài  $\omega$   
và làm tương quan của các spin hạt nhân, các hàm tương quan của các spin điện tử.  
Điều này cho phép ta nghiên cứu sâu sắc hơn cấu trúc và tính chất của tinh thể bằng phương  
pháp neutron chậm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ктер. Основы теории магнитного резонанса. Изд. Мир, М. 1981, 488с.

2. Дини Зунг. Вестник ВГУ, сер 1, №3, 6, (1988).

3. Cur and D. L. Mills. Phys. Rev. 26, No. 9, 5175 (1982)

## h Dung - THE INELASTIC SCATTERING OF NEUTRONS BY POLARIZED CRYSTALS, PLACED IN PERIODICAL VARIABLE MAGNETIC FIELD.

In this article the problem of inelastic scattering of neutrons by polarized crystals placed in periodical  
magnetic field is solved.

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

Nhận ngày 20.9.1990

## HẤP THỤ TỪ - QUANG QUA CÁC BƯỚC NHẢY TRONG BÁN DẪN-BÁN TỬ n-Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Se

NGUYỄN VĂN HƯƠNG<sup>1</sup>, MARIAN GRYNBERG<sup>2</sup>  
NGUYỄN QUANG BẦU<sup>1</sup>, NGUYỄN QUỐC ANH<sup>1</sup>

Truyền qua của n-Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Se (x=0,1) được đo bằng thực nghiệm trong vùng phổ xa  
và trong từ trường đến 8T, tại nhiệt độ heli lỏng [1, 2]. Hệ số này tăng ở miền từ  
trường thấp, giảm ở miền trung bình và lại tăng ở miền từ trường cao. Hệ số hấp thụ có cỡ đại  
 $\propto \omega^{-1}$  và tăng theo tần số bức xạ [3].

Thi và các cộng sự [2] đã giải thích sự phụ thuộc của hệ số truyền qua vào từ trường tại  
nhiệt độ thấp bằng cơ chế chuyển đổi trạng thái và tại các từ trường cao bằng hiện tượng  
cyclotron. Trong công trình này chúng tôi tính hệ số hấp thụ photon thông qua các  
điện tử giữa những donor gần nhau trong hợp chất bán dẫn loại n một phần bị tái

hợp. Trong bán dẫn thường cơ chế này đã được nghiên cứu về mặt lý thuyết [4] và đã chứng đúng đắn bằng thực nghiệm [5, 6].

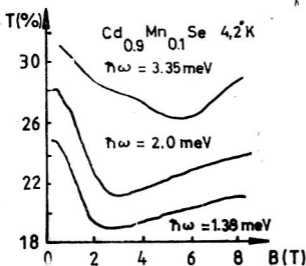
Tốc độ nhảy của điện tử được xác định từ hiệu năng lượng trạng thái cơ bản và thành phần phủ (overiap) của hàm sóng điện tử. Trong các bán dẫn thường hiệu này bắt nguồn từ thế Coulomb của các ion tạp chất tái hợp. Trong bán dẫn-bán từ độ từ hóa ứng với thăng giáng hợp phần thông qua tương tác trao đổi của các điện tử [7] cũng tham gia đóng góp vào hấp thụ. Từ trường ngoài ảnh hưởng tới tốc độ bức xạ từ hóa và sự biến dạng thành phần phủ của hàm sóng (hiệu ứng "pha" và "kích t").

Chúng tôi tính mật độ trạng thái cơ bản của các dono cạn đồng dạng hydro với ion hóa  $E_I$  và mật độ dono  $N_d$  trong từ trường  $B$ , đồng thời áp dụng tích phân phủ [8] hợp khối lượng hiệu dụng đẳng hướng  $m^*$ , cuối cùng thu được biểu thức về hệ số  $\alpha$  các bước nhảy dạng:

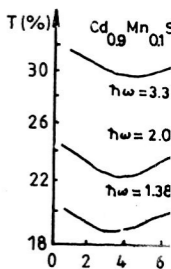
$$\alpha = \frac{16\pi^3 e^2}{3c h \chi^{\frac{1}{2}}} \int_{R_d}^{\infty} \left[ 1 - \frac{7}{60} \left( \frac{a}{\lambda} \right)^4 \left( 1 + \frac{|E_{\perp}|^2}{|E_{\perp}|^2 + |E_{\parallel}|^2} \right) \left( \frac{r}{a} \right)^2 \right] r^4 W^2 p(\Delta) \Delta^{-1} dr,$$

ở đây  $\chi$  là hằng số điện môi,  $a$  - bán kính hiệu dụng Bohr,  $\lambda = (ch/eB)^{1/2}$  - độ d phân thực hiện theo khoảng cách giữa các dono tạo cặp.  $R_d$  là nghiệm lớn nhất của  $p(\Delta) = 0$ , trong đó  $\Delta = [(\hbar\omega)^2 - (2W)^2]^{1/2}$  là hiệu năng lượng giữa các dono,  $\omega$  là tần số năng lượng cộng hưởng [4]:

$$W = 2E_I [(2r/3a) - (a/r)] \exp(-r/a),$$



Hình 1



Hình 2

Hình 1: Kết quả thực nghiệm hệ số truyền qua phụ thuộc vào  $B$  cho các năng lượng khác nhau.

Hình 2: Kết quả tính toán hệ số truyền qua phụ thuộc vào  $B$  cho mẫu  $N_d = 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  cho các photon khác nhau.

và  $E_{||}$  là những thành phần biên độ trường bức xạ so với  $\vec{E}$ . Hàm phân bố  $P(\Delta)$  của  $\Delta$  có

$$F(\Delta) = \frac{N_d^2}{2\sqrt{\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{\Delta^2}{4\sigma^2}\right) \left[ f\left(\sqrt{2}\Theta + \frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma}\right) - f\left(\sqrt{2}\Theta - \frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma}\right) \right],$$

đây

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{y^2}{2}\right) dy$$

được định nghĩa qua  $f(\Theta) = \frac{1}{2} - K$  và  $K$  là tỷ số tái hợp.  $\sigma^2 = z(1-z)(F-3G)^2/8\pi N_0 a^3$ , với  $z$  là số ô đơn vị trong một đơn vị thể tích,  $F = dE_c/dx$  ( $E_c$  - năng lượng đáy vùng dẫn), và  $dA/dx$ ,  $A$  - độ tách năng lượng trao đổi trung bình của các trạng thái đơn, phụ thuộc vào  $z$  và thành phần.

Đối với  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$  ta chọn các tham số như đối với CdS:  $\chi = 9,4$ ;  $m^* = 0,13m_0$ ;  $N_0 = 10^{22}\text{cm}^{-3}$ . Ta giả thiết  $F=1,5\text{eV}$  [9] và  $A$  được chọn như trong [1]. Hình 1 trình bày kết quả thực nghiệm lấy từ công trình [2]. Hình 2 trình bày các kết quả tính toán, tại đây chúng tôi chuyển từ hệ số hấp thụ sang hệ số truyền qua để dễ so sánh với thực nghiệm. Cấp đại lượng, phụ thuộc vào tần số và vào từ trường của hệ số này thể hiện được những đặc trưng của các công thực nghiệm

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- M. Dobrowolska et al Phys. Rev. Lett. **49**, 845 (1982).  
 T. Ichiguchi et al Phys. Rev. Lett. **50**, 612 (1983).  
 V. Goldman, H. D. Drew. Bull. Am. Phys. Soc. **37**, 361 (1988).  
 J. Blinowski, J. Mycielski. Phys. Rev. A **136**, 266 (1964), A **140**, 1024 (1968).  
 R. C. Milward, L. T. Neuringer. Phys. Rev. Lett. **15**, 644 (1965).  
 A. I. Demeshima et al Fiz. Tech. Poluprov. **4**, 428 (1970).  
 B. L. Gelmont et al Fiz. Tech. Poluprov. **8**, 2377 (1974).  
 Nguyen Van Huong. Acta Phys. Polonica **33**, 635 (1968).  
 P. Wisniewski, M. Nawrocki. Phys. Stat. Sol (b), **117**, K43 (1983).

## Nguyen Van Huong et al - HOPPING MAGNETOABSORPTION IN SEMIMAGNETIC SEMICONDUCTOR n-Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Se

Hopping absorption in far infrared is calculated for a semimagnetic semiconductor taking into account magnetic field effects on the donor wavefunction and density of states. The results are compared with experimental finding for n-Cd<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>Se.

1. Bộ môn VLLT- ĐHTH Hà Nội
2. Khoa Vật lý - ĐHTH Vaccava

Nhận ngày 27.3.1990