

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

I. Thông tin

Họ và tên của nghiên cứu sinh: **TRẦN NGỌC BÍCH**

Tên luận án: **Tính chất truyền dẫn quang-từ và tính chất nhiệt của các bán dẫn họ dichalcogenides kim loại chuyển tiếp**

Ngành: Vật lý lý thuyết và vật lý toán

Mã số: 9 44 01 03

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Huỳnh Vĩnh Phúc
2. PGS.TS. Lê Đình

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, Việt Nam

II. Những đóng góp mới của luận án

Luận án nghiên cứu về tính chất truyền dẫn quang-từ và tính chất nhiệt của các bán dẫn họ dichalcogenides kim loại chuyển tiếp (TMDC) khi có mặt từ trường vuông góc với mặt phẳng của lớp vật liệu. Các kết quả chính của luận án cho thấy rằng:

1. Hệ số hấp thụ quang-từ và độ rộng vạch phổ đối với quá trình hấp thụ một và hai photon đều phụ thuộc mạnh vào từ trường, các thông số của vật liệu, cơ chế tương tác electron-phonon và loại phonon.

2. Vị trí của đỉnh hấp thụ quang học được xác định một cách tường minh và được phân chia ra hai vùng có tần số khác nhau: Đối với quá trình dịch chuyển nội vùng, vị trí đỉnh hấp thụ không phụ thuộc vào chỉ số mức Landau và nằm ở vùng vi sóng đến vùng hồng ngoại gần; trong khi đó đối với quá trình dịch chuyển liên vùng, vị trí đỉnh hấp thụ phụ thuộc vào chỉ số mức Landau và nằm ở vùng hồng ngoại gần đến vùng khả kiến. Vị trí đỉnh hấp thụ của cả hai quá trình dịch chuyển đều phụ thuộc mạnh vào định hướng spin, tương tác spin-quỹ đạo, điện trường ngoài và trường Zeeman.

3. Khi có mặt từ trường ngoài, tốc độ mất mát năng lượng của electron dao động với biên độ tăng theo từ trường, phụ thuộc mạnh vào loại vật liệu, cơ chế tương tác và mật độ electron. Ở vùng nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ Bloch-Grüneisen (T_{BG}), tốc độ mất mát năng lượng của electron tăng nhanh theo nhiệt độ theo quy luật hàm số mũ, khi $T > T_{BG}$, tốc độ mất mát năng lượng tiếp tục tăng theo nhiệt độ nhưng với mức độ giảm dần.

4. Công suất nhiệt-từ gây ra bởi hiệu ứng phonon-kéo (phonon-drag) dao động với biên độ tăng theo từ trường, phụ thuộc mạnh vào loại vật liệu, cơ chế tương tác và mật độ electron. Luận án đã có phát hiện mới về số mũ trong quy luật mô tả sự phụ thuộc của công suất nhiệt-từ vào nhiệt độ: Số mũ không phải là những hằng số như trong trường hợp không có từ trường mà dao động xung quanh các giá trị 3 và 5 khi không xét và có xét đến hiệu ứng chắn.

5. Luận án đã phát triển và góp phần hoàn thiện lý thuyết về phương pháp phương trình ma trận mật độ áp dụng cho hệ đơn lớp hai chiều: Đưa ra được công thức cải tiến cho độ cảm quang tuyến tính và phi tuyến bậc 3. Từ đó áp dụng để thu được hệ số hấp thụ quang-từ và độ thay đổi chiết suất tuyến tính và phi tuyến trong các vật liệu TMDC đơn lớp.

Huế, ngày 25 tháng 06 năm 2022

Tập thể hướng dẫn khoa học

Nghiên cứu sinh

PGS. TS. Lê Đình

PGS. TS. Huỳnh Vĩnh Phúc

Trần Ngọc Bích

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Independence – Freedom – Happiness

THE NEW CONTRIBUTIONS OF THE THESIS

I. Information

Full name of PhD student: **TRAN NGOC BICH**

Title of the thesis: **Magneto-optical transport and thermal properties of semiconductor transition metal dichalcogenides**

Major: Theoretical Physics and Mathematical Physics

Code: 9 44 01 03

Supervisors: 1. Assoc. Prof. Dr. Huynh Vinh Phuc
2. Assoc. Prof. Dr. Le Dinh

Training institution: University of Education, Hue University

II. The new contributions of the thesis

In this thesis, we have studied the magneto-optical transport and thermal properties of semiconductor transition metal dichalcogenides in the presence of a perpendicular magnetic field. The new results of the thesis can be described as follows:

1. The magneto-optical absorption coefficients and full-width at half-maximum in the case of one- and two-photon absorptions are strongly dependent on the magnetic field, material parameters, electron-phonon interaction mechanism, and phonon type.

2. The position of the optical absorption peak is determined explicitly and is divided into two different frequency regions: For the intra-band transition process, the absorption peak position does not depend on the Landau level index and is located from the microwave to the near-infrared region; whereas for the inter-band transition, the absorption peak position depends on the Landau level index and lies from the near-infrared to the visible region. These absorption peak positions strongly depend on spin orientation, spin-orbit interaction, external electric field, and Zeeman field.

3. In the presence of an external magnetic field, the energy loss rate of electrons oscillates with increasing amplitude with the increase of the magnetic field, strongly dependent on the materials, interaction mechanism, and electron density. When the temperature is lower than the Bloch-Grüneisen (T_{BG}) temperature, the electron's energy loss rate increases exponentially with temperature. When $T > T_{BG}$, the energy loss rate continues to increase with the increase of temperature but at a decreasing pace.

4. The phonon-drag thermopower oscillates with amplitude increasing with the magnetic field, strongly dependent on the materials, the interaction mechanism, and the electron density. The thesis has discovered new exponents in the law describing the dependence of heat-magnetic power on temperature: The exponents are not constants as in the case of no magnetic field but oscillate around the values 3 and 5 in the case of without and with the screening effect.

5. The thesis has developed and contributed to improving the theory of compact density matrix method applied to two-dimensional monolayer system: Developed an improved formula for linear and third-order nonlinear susceptibilities. Then they have been applied to obtain the linear and nonlinear magneto-optical absorption coefficients and the refractive index changes in monolayer TMDC materials.

Hue, June 25, 2022

Supervisors

PhD student



Assoc. Prof. Dr. Le Dinh

Assoc. Prof. Dr. Huynh Vinh Phuc

Tran Ngoc Bich