

새로운 물리량을 찾아서

Search for New Physical Quantities

한명준 (물리학과)

정량화 가능한
새로운 물리량

새로운 직관과 개념
새로운 틀과 언어

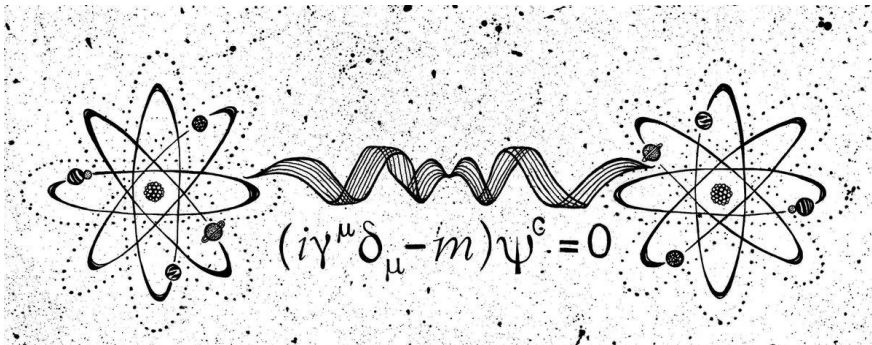
오래된 난제와 새로운
문제 해결에 기여



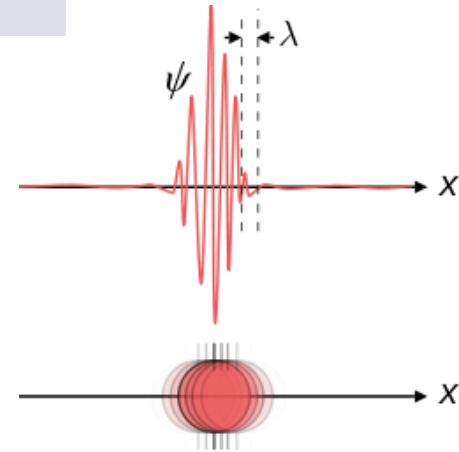
$$\frac{\partial}{\partial a} \ln f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{\xi_1 - a}{\sigma}\right)$$
$$\int_{\mathbb{R}_+} T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M\left(T(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln l(\xi, \theta)\right)$$
$$\int_{\mathbb{R}_+} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln l(x, \theta)\right) \cdot f(x, \theta) dx = \int_{\mathbb{R}_+} T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \frac{f(x, \theta)}{f(x, \theta)}\right) f(x, \theta) dx$$
$$\frac{\partial}{\partial \theta} \int_{\mathbb{R}_+} T(x) f(x, \theta) dx = \int_{\mathbb{R}_+} \frac{\partial}{\partial \theta} T(x) f(x, \theta) dx$$

현대 물리학의 발전

✓ 새로운 개념, 패러다임, 동역학 체계



$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$



✓ Charge-transfer insulator (1985)

$$E_{\text{gap}} = \Delta + 2\delta^n - \delta^{n-1} - \delta^{n+1}$$

✓ TKNN (or Chern) number (1982)

$$\iint_{\text{BZ}} \mathcal{F} d\vec{k} = 2\pi C$$



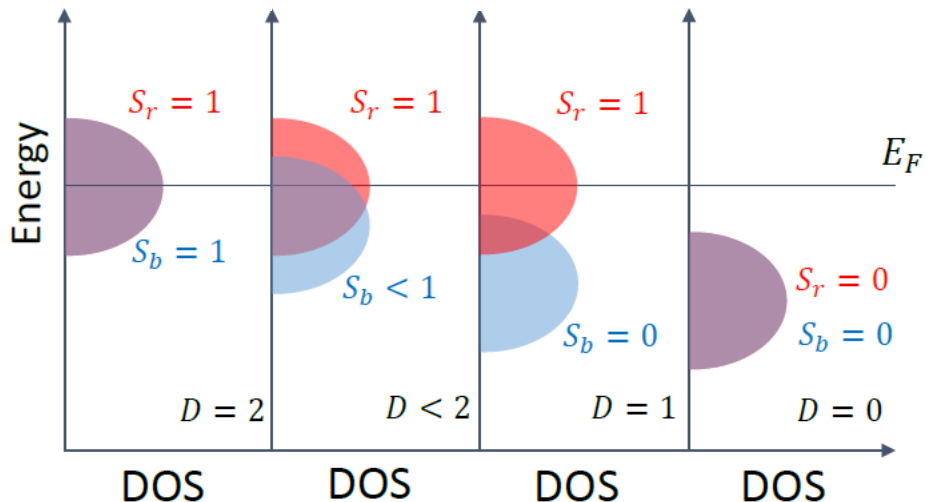
Short-Term Proposal (1)

유효 축퇴 (Effective Degeneracy)

- 다-오비탈 (multi-orbital) 강상관 전자계 (strongly correlated electron systems) 에서의 도체-부도체 상전이 현상 이해
- 일반적인 축퇴 (degeneracy)에 엔트로피 개념 도입 → 상전이에 영향을 미치는 요인들에 가중치 (페르미 준위 상태밀도, 겹침 정도 등)

$$D = \sum_{\alpha} S(n_{\alpha})$$

$$S(n_{\alpha}) = -n_{\alpha} \log_2 n_{\alpha} - (1 - n_{\alpha}) \log_2 (1 - n_{\alpha})$$

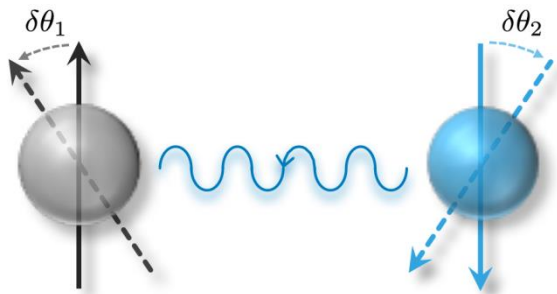


Short-Term Proposal (2)

오비탈 하이젠베르크 행렬 (Orbital Heisenberg Matrix)

- 숫자 J (Heisenberg constant) 에서 행렬 J로
- 오비탈-별 상호작용과 모멘텀 공간 선형응답
- 대표적 난제인 고온 초전도 현상 이해 등에 기여

$$H = -\frac{1}{2} \sum_{ij} J_{ij} \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$$



$$\begin{pmatrix} d_{z^2} & d_{x^2-y^2} & d_{xy} & d_{xz} & d_{yz} \\ 0.10 & -1.59 & 0.00 & -0.05 & 0.00 \\ -1.59 & 1.65 & 0.00 & -2.48 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & -0.76 & 0.00 & -1.83 \\ -0.05 & -2.48 & 0.00 & -1.20 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & -1.83 & 0.00 & 1.13 \end{pmatrix} \begin{matrix} d_{z^2} \\ d_{x^2-y^2} \\ d_{xy} \\ d_{xz} \\ d_{yz} \end{matrix}$$

Long-Term Perspective

중장기 전망

- 양자역학 방적식으로 표현된 가상공간에서의 물성 시뮬레이션
- 가상의 자극에 대한 반응을 유도 **and/or** 실공간 반응의 원인을 시뮬레이션 공간 내의 인자 (parameter)로 소급하여 표현
- 가상 공간에서의 인과관계 구성요소를 물리학적 개념으로 재해석
→ 정량화된 새로운 개념과 통찰을 도출



연구의 특징과 의미

- 일반적인 방식/과제로 진행이 어려움
- 핫 이슈가 될 수 없으며 상업화와 직접 관련이 없음
- 특성상 가장 근본적인 종류의 연구