

Equacions cinètiques i de difusió en models de física-matemàtica

Resum de la línia de recerca. Les equacions en derivades parcials que apareixen en Teoria Cinètica són models de fenòmens físics a un nivell estadístic basats en descripcions microscòpiques detallades. L'equació de Boltzmann és l'origen dels models per dinàmiques de gasos rarificats i a partir d'ella es pot derivar l'equació de Navier-Stokes per a l'evolució d'un gas tractat com a fluid, a nivell macroscòpic. S'han trobat aplicacions en problemes que involucren una gran quantitat d'individus a partir dels quals, prenent valors mitjans, es vol extreure informació macroscòpica. Per exemple: partícules carregades en semiconductors i plasmes, molècules dins de gasos, grans o gotes dins de gasos granulars, estrelles en astrofísica, cèl·lules endotelials en moviment quimiotàctic, neurones en neurociència, gotes de benzina en motors dièsel, partícules de pols en pol·lució atmosfèrica, etc. Aquesta diversitat d'aplicacions no hauria d'amagar el fet que els mètodes, models i equacions estructurals subjacents emprats a tots aquests problemes coincideixen. En tots aquests models, un estudi acurat de les propietats d'estabilitat, el comportament asimptòtic per temps gran, els mètodes numèrics i les seves simulacions i aplicacions són qüestions rellevants. D'altra banda, la relació entre equacions cinètiques i equacions de difusió no lineal es fa evident quan es contemplen models cinètics homogenis o equacions de tipus Fokker-Planck. Aquests models de difusió no lineal apareixen com a aproximacions naturals de models cinètics en certs límits. La connexió amb problemes de transport òptim s'explora en relació al comportament asimptòtic per temps gran i els patrons variacionals que donen solució a aquests problemes. Aquesta connexió millora la comprensió del comportament asimptòtic per equacions de difusió totalment no lineals per mitjà de la contracció de mètriques de transport lligades a fluxos gradients i mètodes d'entropia i de producció d'entropia.