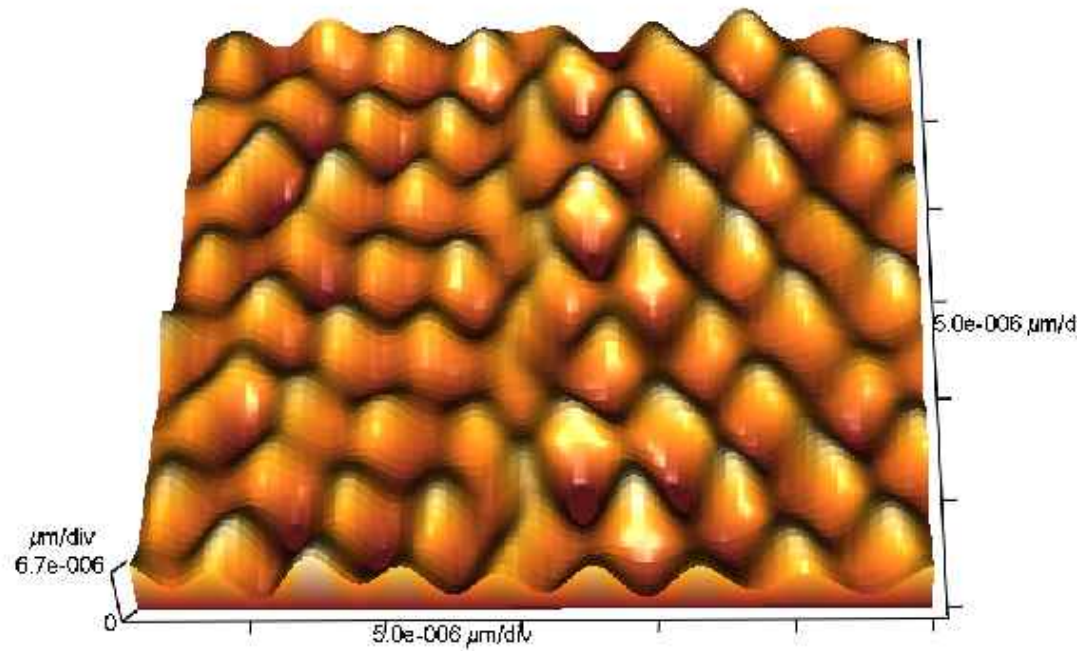


0. Inledning, motivation



Atomresolutionsbild av korngräns på grafityta, tagen i Acceleratorlaboratorier vid Helsingfors universitet

0.1. Terminologi

Hur definieras 'fasta tillståndets fysik' ?

Det är inte helt enkelt, emedan grundbegreppen är inte väl definierade på engelska och därmed inte heller på svenska.

På engelska:

“Solid state physics”

- Har lite gammal klang, som används numera mest för teori och i studier av elektroniska egenskaper hos fasta ämnen.

“Condensed matter physics”

- Utvidgning av det ovanstående: inkluderar sgs. alla studier av material i 'tät' form, dvs. i vätske- eller fast form.

- Vätskor och fasta ämnen är egentligen ganska liknande i många fall, och samma teorier kan i vissa fall användas att beskriva båda.

- Den dominerande termen nuförtiden

“Materials Science”

- Materialvetenskap: i t.ex. USA och Tyskland används denna term för att beskriva materialforskning och -ingenjörskonst, och klassificeras ofta som en självständig vetenskapsgren vid sidan om fysik och kemi.
- Flera stora universitet i USA har institutioner för “Materials Science and Engineering” (typiskt gamla Department of Metallurgy and Mining).

“Materials Physics”

- En hybrid av Condensed Matter Physics och Materials Science, kunde också sägas känneteckna de mer fysikaliskt betonade delarna av Materials Science, i motsats till de kemiska och ingenjöraspekterna. Det finns ingen exakt definierad skillnad mellan “condensed matter physics” och “materials physics”, men oftast kallas mera tillämpade aspekter för materials physics, och vice versa.

s

På svenska:

Solid State Physics \approx Fasta tillståndets fysik eller Faststoffysik

Condensed Matter Physics \approx Kondenserade materiens fysik - används inte speciellt mycket, låter lite underligt

Materials Science = Materialvetenskap

Materials Physics = Materialfysik

På finska

Solid State Physics \approx Kiinteän olomuodon fysiikka

Condensed Matter Physics \approx Tiiviin aineen fysiikka eller Kiinteän olomuodon fysiikka

Materials Science = Materiaalitiede

Materials Physics = Materiaalifysiikka.

Denna kurs kallas fasta tillståndets fysik, därför att grundteorin för nästan alla typer av materialfysik baserar sig på den klassiska fasta tillståndets teorin.

0.2. Lite historia

Forskning kring material började främst med studier av metaller. Metallforskning i nuvarande vetenskaplig mening förekom aktivt redan på 1800-talet, och var givetvis i nära anknytning till gruvdrift.

Först på mitten av 1900-talet började grundforskning kring andra typer av material bli allmännare, då nya former av halvledare och keramiska material började tillverkas.

Och ännu litet senare, sedan kanske 1970-talet, började även material av organiskt ursprung komma med i bilden. I dag är forskning kring denna “mjuka (kondenserade) materia” extremt populär...

Sedan 1980-talet kom också nanomaterial in i bilden.

En viktig milstolpe nåddes år 1973 då “Materials Research Society” grundades i USA. Efter det har motsvarande societeter grundats i alla delar av världen; den europeiska EMRS grundades 1983. Dessa societeter strävar efter en interdisciplinär syn på materialvetenskap som kombinerar fysiker, kemister, biologer och ingenjör för att nå både grundforsknings- och teknologisk framgång.

De är enligt min personliga erfarenhet trots sin relativt unga ålder mycket vitala societeter som lyckats tämligen väl i att nå sina mål. Deras största årliga möten (MRS fall meeting i Boston,

spring meeting i San Fransisco och EMRS Spring meeting i Strasbourg) har varje år ungefär 5000 deltagare i USA och 3000 i Europa.

Dagens materialfysik har också en länk till kärnfysik, som bara delvis är vetenskaplig. Ett relativt stort antal av de nu aktiva materialfysikerna har börjat sin karriär som kärnfysiker, men sedan flyttat över till materialfysik.

Detta kan ske tämligen naturligt i.o.m. att flera kärnfysikaliska effekter kan utnyttjas i mätningar i materialfysik.

0.3. Denna kurs

Denna kurs behandlar fysikaliska grunder för hårda fasta ämnens mekaniska, elektriska och magnetiska egenskaper.

((WWW-sidan kursplan.html))

Notera att första 1/3 av kursen avviker avsevärt från kursboken, men efter det börjar materialet följa den närmare.

Mjuka material behandlas egentligen inte. Men denna kurs innehåll är viktig också för dem, då teorin om deras funktion till stor del baserar sig på den klassiska teorin för hårda material.

0.4. Motivation

Var i samhället kan man ha glädje av kunskaperna från denna kurs ?

Världen

Materialvetenskap är en enorm bransch både teknologiskt och inom forskning.

- T.ex. all halvledartillverkning (Intel, AMD, mm) grundar sig idag helt på forskning från de senaste 10-20 åren
- Detta är en enorm marknad, ung. 300 miljarder dollar/år!
- Mera traditionella industrier som metallindustri, flygplanstillverkning mm.

Finsk industri

- Outokumpu, Luvata jämte spin-off-firmor: mycket hög nivåns tillverkning av rostfritt stål, kopparbaserade metallegeringar och supraledande kablar
- Okmetic: tillverkar en-kristallina kiselskivor för halvledarindustrin

Exempel på mindre firmor:

- SavCor coatings: högteknologiska ytbeläggningar
 - Micronas (el. dyl.): halvledare
 - ASM microchemistry: tunna filmer
 - Planar: flata skärmar
-

Finsk forskning

- VTT: mycket, bl.a. nanoteknologi, speciella metaller, hållfasthetslära mm.
 - Aalto: mycket, bl.a. halvledar-grundforskning och - tillverkning
 - Uni, kemin: utveckling av displayer för Planar, yt-tillväxt.
 - Uni, fysikum: Acceleratorlaboratoriet: jonstrålsbaserad materialforskning, materialvetenskap. Röntgenlabbet: materialforskning med röntgen-metoder.
 - Dessutom forskning åtminstone i Tammerfors, Åbo, Uleåborg, Joensuu, Kuopio
-

I allmänhet är materialvetenskap en växande bransch både inom forskning och industri.

I Finland har den varit lite svagt representerad på grundforskningsnivå, men har växt starkt under de senaste 20 åren.

0.5. Hur stor del är detta av all fysik?

- En enkel analys av kategorierna i den mest ansedda vetenskapliga publikationsdatabasen Web of Science (för alla publikationer utgivna år 2015) visar att “condensed matter physics” är en av de tre största grenarna i fysik och bland de 50 största av alla vetenskapsgrenar:

Alla kategorier i Web of Science

Web of Science Categories (by record count)

<input type="checkbox"/> ENGINEERING ELECTRICAL ELECTRONIC (199,663)	<input type="checkbox"/> HISTORY (34,735)	<input type="checkbox"/> POLITICAL SCIENCE (20,700)
<input type="checkbox"/> MATERIALS SCIENCE MULTIDISCIPLINARY (103,797)	<input type="checkbox"/> AUTOMATION CONTROL SYSTEMS (34,715)	<input type="checkbox"/> ECOLOGY (20,177)
<input type="checkbox"/> ONCOLOGY (85,500)	<input type="checkbox"/> GASTROENTEROLOGY HEPATOLOGY (33,481)	<input type="checkbox"/> POLYMER SCIENCE (20,159)
<input type="checkbox"/> PHYSICS APPLIED (81,120)	<input type="checkbox"/> HEMATOLOGY (32,332)	<input type="checkbox"/> OPHTHALMOLOGY (19,942)
<input type="checkbox"/> CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY (73,188)	<input checked="" type="checkbox"/> PHYSICS CONDENSED MATTER (32,298)	<input type="checkbox"/> BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS (19,513)
<input type="checkbox"/> CHEMISTRY MULTIDISCIPLINARY (73,188)	<input type="checkbox"/> MATHEMATICS (31,499)	<input type="checkbox"/> PHYSICS ATOMIC MOLECULAR CHEMICAL (18,843)
<input type="checkbox"/> BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY (73,171)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY (31,079)	<input type="checkbox"/> INFECTIOUS DISEASES (18,683)
<input type="checkbox"/> MULTIDISCIPLINARY SCIENCES (68,333)	<input type="checkbox"/> GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY (30,941)	<input type="checkbox"/> HUMANITIES MULTIDISCIPLINARY (18,602)
<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE THEORY METHODS (67,948)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY PHYSICAL (63,540)	<input type="checkbox"/> METALLURGY METALLURGICAL ENGINEERING (18,502)
<input type="checkbox"/> NEUROSCIENCES (61,174)	<input type="checkbox"/> PLANT SCIENCES (29,679)	<input type="checkbox"/> VETERINARY SCIENCES (18,291)
<input type="checkbox"/> SURGERY (59,956)	<input type="checkbox"/> ENDOCRINOLOGY METABOLISM (29,357)	<input type="checkbox"/> PATHOLOGY (18,260)
<input type="checkbox"/> MEDICINE GENERAL INTERNAL (55,806)	<input type="checkbox"/> GENETICS HEREDITY (28,567)	<input type="checkbox"/> RELIGION (17,899)
<input type="checkbox"/> PHARMACOLOGY PHARMACY (55,267)	<input type="checkbox"/> PHYSICS MULTIDISCIPLINARY (28,510)	<input type="checkbox"/> WATER RESOURCES (17,763)
<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE INFORMATION SYSTEMS (54,728)	<input type="checkbox"/> FOOD SCIENCE TECHNOLOGY (27,193)	<input type="checkbox"/> DERMATOLOGY (17,614)
<input type="checkbox"/> ENVIRONMENTAL SCIENCES (52,305)	<input type="checkbox"/> PEDIATRICS (26,922)	<input type="checkbox"/> HEALTH CARE SCIENCES SERVICES (17,245)
<input type="checkbox"/> CLINICAL NEUROLOGY (51,737)	<input type="checkbox"/> RESPIRATORY SYSTEM (25,891)	<input type="checkbox"/> BUSINESS (16,907)
<input type="checkbox"/> OPTICS (51,631)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY ANALYTICAL (25,451)	<input type="checkbox"/> CRITICAL CARE MEDICINE (16,749)
<input type="checkbox"/> ENERGY FUELS (50,522)	<input type="checkbox"/> OBSTETRICS GYNECOLOGY (25,179)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY MEDICINAL (16,719)
<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE (49,515)	<input type="checkbox"/> MICROBIOLOGY (24,106)	<input type="checkbox"/> TRANSPLANTATION (16,555)
<input type="checkbox"/> TELECOMMUNICATIONS (48,193)	<input type="checkbox"/> UROLOGY NEPHROLOGY (23,712)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING ENVIRONMENTAL (16,157)
<input type="checkbox"/> CELL BIOLOGY (45,955)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE SOFTWARE ENGINEERING (23,626)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY APPLIED (15,925)
<input type="checkbox"/> CARDIAC CARDIOVASCULAR SYSTEMS (45,171)	<input type="checkbox"/> ASTRONOMY ASTROPHYSICS (23,538)	<input type="checkbox"/> ROBOTICS (15,819)
<input type="checkbox"/> PUBLIC ENVIRONMENTAL OCCUPATIONAL HEALTH (41,878)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING CIVIL (23,451)	<input type="checkbox"/> ELECTROCHEMISTRY (15,758)
<input type="checkbox"/> NANOSCIENCE NANOTECHNOLOGY (41,422)	<input type="checkbox"/> SOCIAL SCIENCES INTERDISCIPLINARY (23,158)	<input type="checkbox"/> NUTRITION DIETETICS (15,714)
<input type="checkbox"/> IMMUNOLOGY (39,309)	<input type="checkbox"/> PERIPHERAL VASCULAR DISEASE (22,893)	<input type="checkbox"/> OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE (15,705)
<input type="checkbox"/> EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH (38,235)	<input type="checkbox"/> MECHANICS (22,460)	<input type="checkbox"/> ZOOLOGY (15,515)
<input type="checkbox"/> MEDICINE RESEARCH EXPERIMENTAL (38,167)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE HARDWARE ARCHITECTURE (22,356)	<input type="checkbox"/> THERMODYNAMICS (15,297)
<input type="checkbox"/> ENGINEERING CHEMICAL (37,851)	<input type="checkbox"/> INSTRUMENTS INSTRUMENTATION (21,888)	<input type="checkbox"/> TOXICOLOGY (15,158)
<input type="checkbox"/> BIOTECHNOLOGY APPLIED MICROBIOLOGY (37,443)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY ORGANIC (21,846)	<input type="checkbox"/> PSYCHOLOGY MULTIDISCIPLINARY (15,059)
<input type="checkbox"/> ENGINEERING MECHANICAL (36,291)	<input type="checkbox"/> MANAGEMENT (21,292)	<input type="checkbox"/> PHILOSOPHY (14,964)
<input type="checkbox"/> PSYCHIATRY (35,808)	<input type="checkbox"/> BIOPHYSICS (21,169)	<input type="checkbox"/> PHYSIOLOGY (14,605)
<input type="checkbox"/> RADIOLOGY NUCLEAR MEDICINE MEDICAL IMAGING (35,781)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING BIOMEDICAL (20,788)	<input type="checkbox"/> METEOROLOGY ATMOSPHERIC SCIENCES (14,322)
<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS (35,582)	<input type="checkbox"/> BIOLOGY (20,777)	
<input type="checkbox"/> ECONOMICS (34,748)		

Kategorier inom huvudkategorin Physics

Web of Science Categories (by record count)

<input type="checkbox"/> PHYSICS APPLIED (81,120)	<input type="checkbox"/> SPECTROSCOPY (2,203)	<input type="checkbox"/> IMAGING SCIENCE PHOTOGRAPHIC (267)
<input type="checkbox"/> MATERIALS SCIENCE MULTIDISCIPLINARY (23,930)	<input type="checkbox"/> POLYMER SCIENCE (1,927)	<input type="checkbox"/> STATISTICS PROBABILITY (218)
<input type="checkbox"/> PHYSICS CONDENSED MATTER (32,298)	<input type="checkbox"/> THERMODYNAMICS (1,844)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING CHEMICAL (218)
<input type="checkbox"/> PHYSICS MULTIDISCIPLINARY (28,510)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS (1,408)	<input type="checkbox"/> MICROSCOPY (158)
<input type="checkbox"/> ENGINEERING ELECTRICAL ELECTRONIC (24,700)	<input type="checkbox"/> MATHEMATICS INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS (1,268)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE HARDWARE ARCHITECTURE (142)
<input type="checkbox"/> CHEMISTRY PHYSICAL (23,318)	<input type="checkbox"/> CRYSTALLOGRAPHY (754)	<input type="checkbox"/> MATERIALS SCIENCE CHARACTERIZATION TESTING (125)
<input type="checkbox"/> PHYSICS ATOMIC MOLECULAR CHEMICAL (18,843)	<input type="checkbox"/> TELECOMMUNICATIONS (732)	<input type="checkbox"/> HISTORY PHILOSOPHY OF SCIENCE (112)
<input type="checkbox"/> OPTICS (18,835)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE THEORY METHODS (686)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING MANUFACTURING (97)
<input type="checkbox"/> NANOSCIENCE NANOTECHNOLOGY (18,683)	<input type="checkbox"/> CONSTRUCTION BUILDING TECHNOLOGY (578)	<input type="checkbox"/> EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH (92)
<input type="checkbox"/> PHYSICS PARTICLES FIELDS (13,973)	<input type="checkbox"/> BIOPHYSICS (536)	<input type="checkbox"/> ECONOMICS (72)
<input type="checkbox"/> PHYSICS MATHEMATICAL (11,398)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY (506)	<input type="checkbox"/> METEOROLOGY ATMOSPHERIC SCIENCES (68)
<input type="checkbox"/> PHYSICS FLUIDS PLASMAS (10,526)	<input type="checkbox"/> EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES (467)	<input type="checkbox"/> AUTOMATION CONTROL SYSTEMS (63)
<input type="checkbox"/> PHYSICS MULTIDISCIPLINARY (8,678)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING MECHANICAL (445)	<input type="checkbox"/> GEOCHEMISTRY GEOPHYSICS (53)
<input type="checkbox"/> PHYSICS NUCLEAR (8,647)	<input type="checkbox"/> ELECTROCHEMISTRY (407)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING AEROSPACE (46)
<input type="checkbox"/> INSTRUMENTS INSTRUMENTATION (6,625)	<input type="checkbox"/> BIOCHEMICAL RESEARCH METHODS (388)	<input type="checkbox"/> MATHEMATICAL COMPUTATIONAL BIOLOGY (42)
<input type="checkbox"/> ASTRONOMY ASTROPHYSICS (6,584)	<input type="checkbox"/> MATHEMATICS (380)	<input type="checkbox"/> DENTISTRY ORAL SURGERY MEDICINE DENTISTRY (37)
<input type="checkbox"/> MECHANICS (5,572)	<input type="checkbox"/> ACOUSTICS (361)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY APPLIED (14)
<input type="checkbox"/> MATERIALS SCIENCE COATINGS FILMS (5,055)	<input type="checkbox"/> RADIOLOGY NUCLEAR MEDICINE MEDICAL IMAGING (353)	<input type="checkbox"/> COMPUTER SCIENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE (12)
<input type="checkbox"/> MATHEMATICS APPLIED (4,206)	<input type="checkbox"/> CHEMISTRY INORGANIC NUCLEAR (322)	<input type="checkbox"/> SOCIAL SCIENCES INTERDISCIPLINARY (8)
<input type="checkbox"/> ENERGY FUELS (3,659)	<input type="checkbox"/> ENGINEERING BIOMEDICAL (308)	<input type="checkbox"/> ENVIRONMENTAL SCIENCES (8)
<input type="checkbox"/> NUCLEAR SCIENCE TECHNOLOGY (2,633)	<input type="checkbox"/> METALLURGY METALLURGICAL ENGINEERING (275)	<input type="checkbox"/> ANTHROPOLOGY (8)

0.6. Kursen som del av undervisningsprogrammet

- Kursen är nu (våren 2017) en del av både läroämnena i fysik och teoretisk fysik, och i fortsättningen efter Stora Hjulet-reformen en central kurs i magistersprogrammet för materialforskning (MATRES) och en valbar kurs i magistersprogrammet för teoretiska och beräkningsmetoder.



Kurssamband (inom Gumläcks kampus)

