

Elméleti Fizika

Kedd 8:00 Eötvös-terem

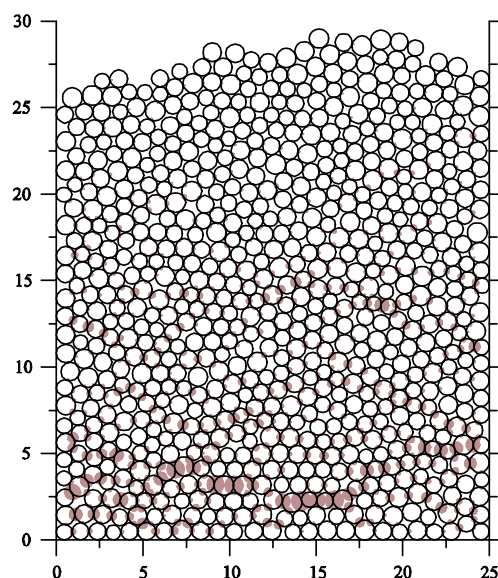
- 1. Bartos Imre (ELTE TTK)**
- 2. Borbély Sándor (BBTE)**
- 3. Kővári Kálmán – László András (ELTE TTK)**
- 4. Péterfalvi Csaba Géza (ELTE TTK)**
- 5. Pozsgai Balázs (ELTE TTK)**
- 6. Vanyó József (ELTE TTK)**

A hidrosztatika kudarcra súrlódásmentes granuláris sokaság leírására

BARTOS IMRE, fizikus szakos hallgató (2003 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezetők: JÁNOSI IMRE, egyetemi docens,
ELTE Komplex rendszerek fizikája tanszék

A granuláris anyagok mechanikai tulajdonságainak megértése számos alkalmazás szempontjából bír jelentőséggel. Az ilyen rendszerek sajátosságait még nem sikerült egy általános elmélet keretein belül összefoglalni, így a kutatás elsősorban különböző jellemzők vizsgálatára, azok értelmezésére korlátozódik. A dolgozat egy ilyen jellemzőnek, a részecskék diszperziójának szerepével foglalkozik az anyag viselkedésében. A vizsgálat kétdimenziós, súrlódásmentes pakolások számítógépes modellezésével történik. Az interpartikuláris ill. részecske-fal erők valószínűség eloszlását mérve az erősen polidiszperz rendszerhez képest a diszperzió csökkentésével az erő átlagértéke körül egyre növekvő valószínűség adódik, amely sok szempontból hasonló a kísérletileg nagy terhelésű rendszereknél tapasztalható eloszlásokhoz. A monodiszperz esethez közeledve a szög szerinti erőeloszlásban kitüntetett irányok jelennek meg, a rendszer fokozatosan eltávolodik a nagy diszperzió mellett meglévő, izotropállapottól. Az erők egy alkalmasan választott függvényével jellemezve az ilyen pakolások nem a hidrosztatikusnak megfelelően viselkednek, az eltérés mértéke erősen függőnek mutatkozik a határoló felület méretétől és alakjától.



1. ábra: egy vizsgált pakolás, a vízszintes irányú erők feltüntetésével.

A hidrogénmolekula kis intenzitású elektromágneses térrel létrehozott fotoionizációja során jelentkező interferenciahatások tanulmányozása

BORBÉLY SÁNDOR, fizika szakos hallgató (2004 ősz)
Babes-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár

Témavezető: NAGY LÁSZLÓ, egyetemi docens,
BBTE Atomfizika, Magfizika és Környezetfizika Tanszék

A fotoionizáció során jelentkező interferenciahatásokra (az ütközési hatáskeresztmetszet periodicitást mutat a fotonok energiájának függvényében) már 1966-ban felfigyeltek tudományos körökben H. D. Cohen és U. Fano közleménye révén. Az utóbbi években e témakörben a kutatások újabb lendületet vettek, köszönhetően annak, hogy töltött részecske által létrehozott ionizáció során is megfigyelték a fent említett interferenciahatásokat.

A tanulmány célja a fotoionizáció minőségi leírása, előtérbe helyezve az interferenciahatásokat, valamint a különböző mértékekben kapott eredmények összehasonlítását. A tanulmány magyarázatot ad a megfigyelt interferenciahatásokra, kiemeli a különböző mértékekben kapott eredmények közötti hasonlóságokat és különbségeket, egyben megpróbál ezen különbségek forrására rávilágítani.

Szoliton-megoldások numerikus keresése klasszikus mezőelméletekben: a Dirac-Maxwell-elmélet

KŐVÁRI KÁLMÁN és LÁSZLÓ ANDRÁS, fizikushallgatók (2003 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezető: HORVÁTH ZALÁN, egyetemi tanár,
ELTE Elméleti Fizika Tanszék

Ebben a dolgozatban a klasszikus, nem nulla tömegparaméterű, Minkowski-téridő fölött megfogalmazott Dirac-Maxwell-elmélet egy véges töltésű szoliton-megoldásának numerikus vizsgálatát és annak eredményeit mutatjuk be. A vizsgált szoliton-megoldás létezése ma már bizonyított, viszont a megoldás részletes vizsgálatát segítő tételek hiányoznak.

Munkánk fő célja az volt, hogy olyan programcsomagot hozzunk létre, amely nem csak e speciális megoldás tanulmányozására alkalmas, hanem kis módosítással hasonló problémák is könnyen, és nagy numerikus pontossággal kezelhetőek legyenek.

A dolgozat egy általános áttekintést ad a Dirac-Maxwell-elméletről és az alkalmazott numerikus módszerek elméletéről, tárgyaljuk az eddig használt numerikus módszerek hibáit. Új tudományos eredménynek egy nagy pontosságú numerikus módszer kifejlesztését és alkalmazását említjük. A dolgozat perifériás témájának jobb érthetőségét a nyers matematika mellett ábrák és magyarázatok segítik.

A Maxwell-egyenletek numerikus megoldási módszereinek összehasonlítása

PÉTERFALVI CSABA GÉZA, fizika szakos hallgató (2004 őszi)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezetők: FARAGÓ ISTVÁN, egyetemi docens,
ELTE TTK, Alkalmazott Analízis Tanszék

HORVÁTH RÓBERT, egyetemi docens,
NYME KTK, Gazdaságmatematika Tanszék

Az elektromágneses hullámok terjedését a Maxwell-egyenletek írják le. Ezek egzakt megoldása csak néhány nagyon speciális esetben lehetséges, legtöbbször numerikus eljárásokat kell alkalmazni. Dolgozatunkban néhány fontos, jelenleg használt numerikus módszert hasonlítottunk össze tesztfeladatokon keresztül. Ezen módszerek az FDTD, az NZCZ, a KFR ill. utóbbinak egy továbbfejlesztett verziója.

Miután egy dimenzióban nem túl életszerű a probléma, háromban pedig túlzottan és feleslegesen bonyolult, különböző kétdimenziós feladatok megoldására koncentráltunk. A szembeállítás fő szempontjai között szerepelt a gyorsaság, a pontosság és a memóriaigény. Összehasonlítási alapként többek között olyan feladatokat választottunk, melyeknek ismert az egzakt megoldása. Ilyen probléma a négyszögletű, visszaverő peremfeltétellel ellátott tartománybeli állóhullámok időbeli fejlődése is. Ezek után egy antennát és egy dielektrikumot is elhelyeztünk a kétdimenziós hullámtérben, mely esetben egy megbízhatóan pontos algoritmus megoldása szolgáltatta az összehasonlítási alapot.

A numerikus eljárásokat megvalósító algoritmusokat nem csak C-re, de a MatLab nyelvére is lefordítottuk, amely ugyan lassabb futást, de látványosabb ábrázolási lehetőségeket kínált. A gyorsaság tekintetében, ez előbbi vettük mérvadónak.

Ismeretes, hogy míg a többi módszer feltétel nélkül, az FDTD csak kicsi időbeli lépéstávolság mellett stabil. Emiatt, a pontosság feláldozása mellett, az NZCZ módszer eredményezi a leggyorsabb megoldást. A mátrix splittingelésen alapuló algoritmusok csak magasabb rendben teljesítenek jól.

Eredményeink segíthetnek az ezen a területen dolgozó kutatóknak a problémákhoz jobban illeszkedő eljárás megválasztásában. Ez döntő fontosságú anyagi szempontból is, hiszen itt a szó szoros értelmében igaz: a gépidő pénz!

A gömbfelület, az euklideszi sík, és a hiperbolikus sík mechanikájának egységes leírása

POZSGAY BALÁZS, fizikus szakos hallgató (2003 ősz)
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezetők: BAJNOK ZOLTÁN, tudományos főmunkatárs,
ELTE Elméleti Fizikai Tanszék

A klasszikus mechanika Lagrange-, illetve Hamilton-formalizmusát a 20. század elején kiváló matematikusok és fizikusok, köztük elsősorban Poincaré, differenciálgeometriai módszereket alkalmazva messzemenően általánosították, a mechanika fogalomköre és tételeinek rendszere tetszőleges geometriájú térre kiterjeszhetővé vált. A különböző sugarú gömbfelületek, az euklideszi sík, illetve a különböző görbületű hiperbolikus síkok a Riemann-sokaságok egy speciális osztályát képezik. A dolgozat célja az említett felületeken értelmezett klasszikus mechanika egységes leírása, amely az irodalomban idáig nem volt fellelhető.

A különböző görbületű felületek azonos módszerrel tárgyalhatóak, mégpedig a görbülettől függő metrikával ellátott háromdimenziós térbe történő beágyazásukon keresztül. A dolgozatban a gömbfelületen mozgó tömegpontok, pörgettyűk klasszikus mechanikájának jól ismert fogalmai és tételei általános formában szerepelnek, így azok a negatív görbületű terekre is alkalmazhatók. Az euklideszi sík, mint speciális homogén felület, illetve a síkmozgás mechanikájának közismert tételei az általános formalizmus egy határeseteként jelennek meg. A szokásos vektoriális szorzás általánosításával a felületek szimmetriái, a szimmetriákhoz tartozó mozgásállandók, továbbá az egymáshoz képest mozgó rendszerek közötti áttérések szabályai is egységesen tárgyalhatók. A felületeken mozgó merev testek mozgását az általánosított Euler-egyenletek határozzák meg, amelyek a szimmetrikus testekre könnyen megoldhatók. A dolgozatban felállított tételek egy érdekes következménye szerint a merev test pályája állandó görbületű, de általában nem egyenes.

Forgás a korlátozott háromtest-problémában

VANYÓ JÓZSEF, matematika-fizika szakos hallgató (2004 tavasz)

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

Témavezető: TÉL TAMÁS, egyetemi tanár,
ELTE, Elméleti Fizika Tanszék

A dolgozatban a korlátozott háromtest-probléma legkisebb tömegű komponensét kiterjedt testnek tekintjük, és ennek forgását vizsgáljuk. A probléma jelentőségét az adja, hogy a Naprendszerben több hasonló hatások alatt mozgó égitest is található, pl.: a Szaturnusz Hyperion nevű holdja, a Mars két holdja és maga a Mars bolygó is, valamint az aszteroidák. Mindegyik esetben lényegében egy vagy több nagyobb tömegű égitest befolyásolja a hozzájuk képest elhanyagolható tömegű égitest forgását.

A dolgozat célja a problémával kapcsolatos dinamikai rendszer sajátosságainak vizsgálata. Ezen kívül célul tűzzük ki, hogy általános megállapításokat tegyünk más dinamikai rendszerek viselkedésével kapcsolatban is. Mivel a kis égitest szabálytalan alakú, a két nagy tömegű test forgatónyomatékkal hat rá. Ennek következtében a forgás kívülről gerjesztett lesz. A kis test tömegközéppontjának pályája meghatározza a gerjesztés minőségét, amely a mozgásnak megfelelően lehet periodikus, kváziperiodikus és kaotikus is. Ez a dinamikai rendszer meglehetősen komplex és még erős egyszerűsítések után is kaotikus. Levezettük a mozgásegyenleteket és elkészítettük a rendszer szimulálásához és vizsgálatához szükséges programcsomagot.

Újdonság a rendszer vizsgálata kváziperiodikus, illetve kaotikus gerjesztés esetén. Ilyen gerjesztések esetén a fázistérben nem található olyan síkmetszet, melyen a dinamika hűen reprezentálható lenne. Első ránézésre minden teljesen rendezetlennek tűnik. Ezen rendezetlenség áthidalására az úgynevezett *cseppmódszert* alkalmaztuk. A cseppmódszer elnevezés a hidrodinamikai sodródás jelenségéből származik. Ezen módszer lényege, hogy a fázistérben általunk kijelölt téglalap alakú térfogatrész – a *"csepp"* - időbeli mozgását, vizsgáljuk. A csepp időbeli változása miatt így határozott fraktálstruktúrával jellemezhető a dinamika. Itt új eredményünk a fraktáldimenzió időbeli változásának leírása. A cseppmódszer előnye tehát, hogy általa az - eddig módszer hiányában nem vizsgált - kváziperiodikus illetve kaotikus gerjesztésnek kitett dinamikai rendszerek is jellemezhetők.

A forgás vizsgálata során megkülönböztettünk síkbeli és térbeli forgást. A síkbeli forgás azt jelenti, hogy a kis égitest forgástengelye a három test mozgássíkjára merőleges és az egyik fő tehetetlenségi tengellyel esik egybe. A térbeli esetben a forgástengelyre nincs megkötés.

Az összehasonlítás kedvéért a síkbeli esetben megvizsgáltuk mi történik, ha a rendszerben sűrűlódás, disszipáció is jelen van. Igen fontos eredmény, hogy a cseppmódszer segítségével, ezen kaotikusan gerjesztett, disszipatív rendszerekben le tudjuk írni a létező és *időben változó kaotikus attraktort*. Igen jelentős, hogy ez minden más fenti tulajdonságú dinamikai rendszer esetén is megtehető, azaz a módszer általánosan is alkalmazható.