



# Klassisk rörelse runt syntetiska magnetiska monopoler

Kandidatarbete 15 hp

---

Ola Carlsson

Handledare: Erik Sjöqvist

Ämnesgranskare: Patrik Thunström

Institutionen för fysik och astronomi, Avdelningen för Materialteori

3 juni 2022



# Magnetiska monopoler

---

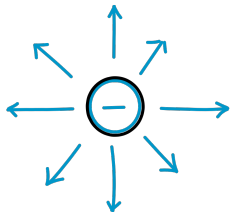
Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

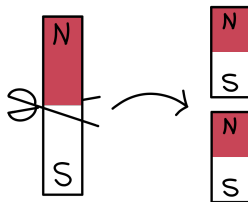
Resultat

Vidare arbete

- Magnetism liknar elektricitet, men är inte samma sak.
- Ren magnetisk laddning finns inte



(a) Elektricitet



(b) Magnetism



# Magnetiska monopoler

---

Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- Magnetism liknar elektricitet, men är inte samma sak.
- Ren magnetisk laddning finns inte.
- Sådan laddning vore "magnetiska monopoler".
- "Riktiga" magnetiska monopoler finns ej, men monopolbeteende finns i naturen.
- Ett (obskyrt) exempel är "syntetiska" monopoler som dyker upp vid QM-approximationer.



# Syntetiska magnetiska monopoler

---

Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- I vissa scenarion alstras ett "syntetiskt fält" i parameterutrymmet av monopoler.
- Det syntetiska fältet är *inte* ett vanligt magnetfält, men det beter sig väldigt mycket som ett.
- Det här projektet har modellerat ett system som uppvisar syntetiska monopoler, för att undersöka mer precist hur de påverkar världen.



# Hanteln

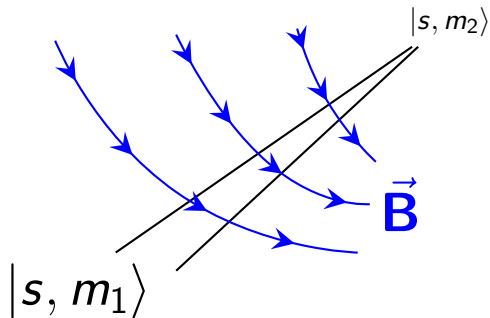
Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- Två massor som sitter fast på fixt avstånd från varandra liknar en hantel.
- Var ände på hanteln är en dipol, har spin.
- Spin är som en stavmagnet som kan rotera, fast på kvantmekaniskt vis.
- Hanteln blir då en slags komplicerad magnet, som påverkas av yttre magnetfält.





# Hanteln genom ett magnetfält

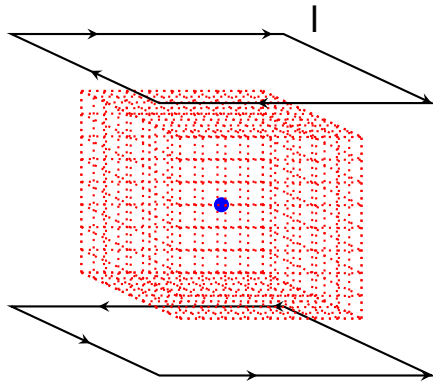
Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- Exakt hur rör sig hanteln genom ett yttre magnetfält från säg två spolar?
- Många komplicerande omständigheter, men Born-Oppenheimer-approximationen löser problemet.
- Med B-O dyker de syntetiska fälten och monopolorna upp.
- Rörelseekvationer hittades och systemet simulerades m.h.a. skript.





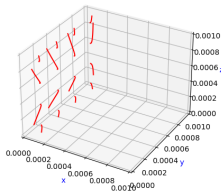
# Simulationer

Kort om  
monopoler

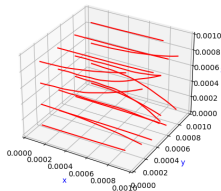
Ett intressant  
system

Resultat

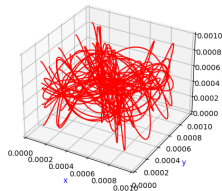
Vidare arbete



(c)  $n = 0$



(d)  $n = 1$



(e)  $n = 2$

- Banor för olika s.k. egentillstånd ovan. Den höga energin längst till höger är mest intressant.





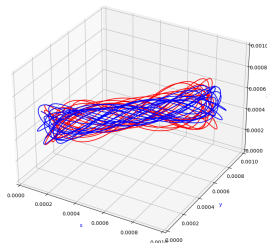
# Simulationer

Kort om  
monopoler

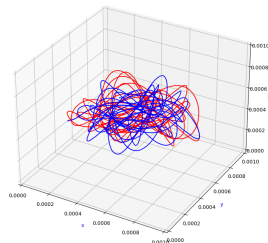
Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete



(f) "Stor" massa



(g) "Liten", men rimlig, massa

- Banor för olika hantel-massor ovan. Med syntetiska fält i rött, utan syntetiska fält i blått.



# Sammanfattning

---

Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- Modell och skript färdigställt för vidare undersökning.
- Märkbar påverkan från syntetiska magnetiska monopoler på systemet hittades för låga men inte orimligt låga massor.
- Systemets massa härleddes som den främsta faktorn för att förstärka syntetiska effekter.



# Vidare arbete

---

Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete

- Kan vi se att det är just monopoler i kulisserna?
- Prestanda i koden begränsar, optimera eller kör på bättre hårdvara (UPPMAX).
- Kan ett experiment som realiserar modellen konstrueras? Massuppskattingen utesluter inte något vätgasliknande.



UPPSALA  
UNIVERSITET

# Frågor?

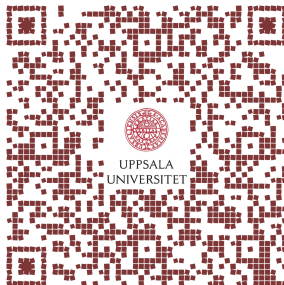
---

Kort om  
monopoler

Ett intressant  
system

Resultat

Vidare arbete



---

Presentationsmall av *Frederic Haziza*,  
[http://www.it.uu.se/katalog/daz/uppsala\\_beamer](http://www.it.uu.se/katalog/daz/uppsala_beamer)