

Tesine per il corso “Meccanica Statistica” anno 2013/2014.

Docenti: Prof. Federico Ricci-Tersenghi, Dott. Adriano Barra

Dipartimento di Fisica, Sapienza Università di Roma

Email: Federico.Ricci@Roma1.infn.it

Email: Adriano.Barra@Roma1.infn.it

Il fondatore della termodinamica statistica, Ludwig Boltzmann, si uccise nel 1906.

Il suo lavoro fu sviluppato da Paul Ehrenfest, che a sua volta si suicidò nel 1933.

Questi eventi drammatici si suggeriscono di affrontare lo studio di questo argomento con una certa cautela.

E. Mach

A seguire riportiamo un elenco di possibili tesine per sostenere l'esame, che ricordiamo, può essere espletato anche mediante orale, a discrezione dello studente. L'elenco non vuole essere esaustivo poiché altre proposte sono sempre ben accette (se pertinenti ed adeguatamente motivate). Il colore nero evidenzia un carattere “standard” della tesina, mentre il colore rosso denota una valenza di “ricerca attuale” ed in tal senso la tesina è piu' competitiva. D'altro canto solo gli studenti che hanno chiaro tutti i passaggi logici del corso dovrebbero scegliere le rosse (e sono anche caldamenti invitati a farlo).

La lunghezza delle tesine dovrebbe essere (in media, con varianza non nulla) tra 25 e 30 facciate (non stampare la tesina su una sola facciata, risparmiamo la carta!). L'ideale e' dedicare le prime 10 pagine ad una succinta introduzione storica/logica del problema, la sua formulazione chiara, la sua soluzione (con uno stralcio al metodo usato) ed un'apertura sulle conseguenze che da queste scaturiscono. Le rimanenti 15 pagine dovrebbero contenere i conti piu' in dettaglio e alla fine sarebbe opportuna una succinta bibliografia.

- 1. Equivalenza comportamentale tra magnetizzazione nel Curie-Weiss e sincronizzazione nel Kuramoto.**
- 2. Dal moto Browniano ai motori batterici: Studio di teoria ed esperimenti.**
- 3. La K-SAT e l'X-OR-SAT: Il metodo delle Repliche e quello della Cavità.**
- 4. Il comportamento vetroso della luce: Analisi della dinamica e costruzione del diagramma di fase.**
- 5. Reologia soffice e fratture morbide: i driven trap models.**
- 6. Transizioni di fase in Curie-Weiss e Van der Waals con tecniche di meccanica analitica.**
- 7. Metodi di meccanica statistica nella sociologia quantitativa: Dai quantificatori ai parametri d'ordine.**
- 8. Metodi di meccanica statistica in teoria dei grafi.**

9. **Il principio di massima entropia in immunologia teorica: L'idea di Bialek.**
10. **Tecniche di meccanica statistica in immunologia teorica.**
11. **Il linguaggio strutturato, teoria di Chomsky e legge di Zipf.**
12. **Cibernetica biologica da una prospettiva di meccanica statistica.**
13. **Dall'SK al REM passando per i P-spin: Replica Trick e tecnica di Hamilton-Jacobi.**
14. **Dall'SK al REM passando per i P-spin: evoluzione delle identità di Ghirlanda-Guerra e di Aizenman-Contucci.**
15. **REM, Trap Model e violazioni dell'FDT: Temperature effettive.**
16. **Reti neurali: Dal neurone di Stein alla rete di Hopfield.**
17. **Reti neurali: Confronto tra reti analogiche e reti digitali.**
18. **Meccanica statistica come teoria di campo.**
19. **Il Curie-Weiss risolto mediante trasformata e mediante serie di Fourier.**
20. **Il Curie-Weiss sui grafi di Erdos-Renyi e Small-World.**
21. **Identità di Ghirlanda Guerra e teoria neutrale di Kimura.**
22. **Teoria della catalisi enzimatica à la Monod con metodi di meccanica statistica.**
23. **Entropie di Boltzmann, Gibbs, Shannon, Kolmogorov-Sinai. Analogie, equivalenze e differenze.**
24. **Meccanica statistica e teoria dell'informazione: L'approccio di Gibbs letto da Yanes.**
25. **Il ferromagnetismo mediante tecniche di meccanica relativistica: self-averaging ed invarianti di Noether.**
26. **Cinetica di reazione nel Canonico e nel Grancanonico.**
27. **Meccanica statistica di problemi NP: Repliche e stabilità stocastica per il travelling salesman.**
28. **Costruzione (al calcolatore) di una rete neurale che risolve il travelling salesman.**
29. **Rendimento termico di reti linfocitarie in espansione clonale: La relazione tra linfocitosi ed autoimmunità come vincolo di Carnot.**
30. **Reti neurali che eseguono calcolo parallelo: Analisi del basso e del medio carico: Sinergia tra meccanica statistica e teoria dei grafi.**

31. Reti neurali che eseguono calcolo parallelo nel limite di alto carico: Routes di replica e soluzione replica simmetrica.
32. L'approccio della Gardner (e con lei di Derridà e Zippelius) alle reti neurali completamente asimmetriche.
33. **La Dale law nelle reti neurali e in quelle linfocitarie: Interazioni simmetriche e non.**
34. **Il learning di Pavlov mediante catene di Markov frustrate: Analisi delle correlazioni.**
35. Ergodicità dalla prospettiva di Birkoff e da quella di Khintchin: La chiave di lettura del campo medio.
36. Evoluzione della lineare estensività (all'equilibrio) delle osservabili termodinamiche in regimi fuori dall'equilibrio.
37. Il Metodo Montecarlo. Applicazioni in meccanica statistica.
38. Dinamica molecolare: Dal termostato di Nose-Hoover alle equazioni di Slodd.
39. Dinamica molecolare: Algoritmi symplettici ed espansione di Trotter.
40. Meccanica reversibile e termodinamica irreversibile: Una prospettiva storica.
41. Processi stocastici in meccanica statistica: L'impiego dei random walks nei vetri.
42. **Infettivologia ed epidemiologia: L'approccio dei meccanici statistici.**
43. **Spettro (al calcolatore) di una catena di Markov a molti spin: Il ruolo della frustrazione e della diluizione.**
44. La teoria cinetica: Una prospettiva storia e sviluppi moderni.
45. **Il Curie-Weiss con couplings parzialmente asimmetrici: Analisi naive e speculazioni.**
46. **Learning dinamico: Kernel gaussiani e cinetica chimica.**
47. **Il modulo del Riflesso Condizionato di Pavlov con metodi di meccanica statistica.**
48. Vetri di spin: Una prospettiva storica.
49. Distribuzioni stabili in meccanica statistica: Da Gauss a Levy.
50. Il maximum entropy principle nel flocking: L'approccio di Chimera.
51. **L'amplificatore operazionale da una prospettiva di meccanica statistica: A case study.**
52. **Il flip-flop da una prospettiva di meccanica statistica: A case study.**
53. **Le porte logiche mediante elettronica: Analisi meccanico statistica.**