

---

**VIŠJA STATISTIČNA FIZIKA**  
**Domače naloge in seminarji**

---

*Marko ŽNIDARIČ*

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETE ZA MATEMATIKO IN FIZIKO  
ODDELEK ZA FIZIKO  
2012

## STATISTIČNA FIZIKA, 2. stopnja, 2012/2013

Literatura navedena pri nalogah je:

- R. K. Pathria in P. D. Beale, *Statistical Mechanics*, (Academic Press, 2011).
- M. Le Bellac, F. Mortessagne in G. G. Bartrouni, *Equilibrium and Non-Equilibrium Statistical Thermodynamics*, (Cambridge, 2010).
- W. Greiner, L. Neise in H. Stöcker, *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, (Springer-Verlag 1997).
- K. Huang, *Statistical Mechanics*, (John Wiley& Sons, 1987).
- N. Pottier, *Nonequilibrium Statistical Physics*, (Oxford, 2010).
- M. Plischke in B. Bergersen, *Equilibrium Statistical Physics*, (World Scientific, 1994).

### Seznam nalog in seminarjev

1. Bose-Einsteinova kondenzacija [■] (seminar; 3 teden ali konec) [npr. poglavje 7. v Pathria&Beale, ali Greiner...]
2. Supertekočnost hardcore bozonov [■] (analitično: II.kvantizacija + MFA; 3 teden ali konec) [naloga 5.7.7 v Bellac et.al.]
3. Plazma kvarkov in gluonov [■] (seminar; 3 teden ali konec) [npr. Greiner ali Bellac et.al., pog. 5.7.4]
4. Bele pritlikavke [■] (seminar) degeneriran fermijev plin [Greiner ali 8.5 v Pathria].
5. Fazni prehodi [■] (analitično; 4 teden): Uporabi prehodne matrike in izračunaj fazno vsoto in notranjo energijo v odvisnosti od temperature za 1d Isingov model s spinom 1. [naloga 3.7 v Plischkeju]
6. Fazni prehodi [■] (analitično; 5 teden): Bethejev približek za 2d Isingov model. [poglavje 3.4 v Plischke & Bergersen, "Equilibrium Statistical Physics"]
7. Fazni prehodi [■] (seminar; 6 teden): Landauova teorija v trojni točki; kritični eksponenti. [npr. Huang ali Plischke]

8. Fazni prehodi [■] (analitično; 6 teden): izpelji obliko domenske stene v Isingovem modelu v približku povprečnega polja. [*naloga 4.6.5 v Bellac et.al.*]
9. Fazni prehodi [■] (analitično; 5-7 teden): nizkotemperaturna magnetizacija za feromagnetni izotropni Heisenbergov model. [*naloga 10.6 v Plischkeju*]
10. Linearni odziv [■] (analitično; 5-7 teden): visokotemperaturni razvoj spinske susceptibilnosti izotropnega Heisenbergovega modela v 2d. [*naloga 5.3 (oz. 6.3 v 3. izdaji) v Plischke & Bergersen, "Equilibrium Statistical Physics"*]
11. Linearni odziv [■] (analitično; 5-7 teden): visokotemperaturni razvoj spinske susceptibilnosti izotropnega Heisenbergovega modela na trikotni mreži. [*podobno nalogi 5.3 (oz. 6.3 v 3. izdaji) v Plischke & Bergersen, "Equilibrium Statistical Physics"*]
12. Fazni prehodi [■] (seminar/numerično; 7 teden): primer prehoda tipa Kosterlitz-Thouless. Numerični zgled z modelom XY [*poglavje 5.6 v Plischke&Bergersen in/ali poglavje 7.9.4 v M. Le Bellac, F. Mortesagne & G. G. Bartrouni, "Equilibrium and Non-Equilibrium Statistical Thermodynamics"*]
14. Fazni prehodi [■] (analitično; 7-8 teden): renormalizacijska grupa v realnem prostoru – razvoj do prvega kumulanta za 2d Ising na kvadratni mreži. [*naloga 6.1 v Plischkeju*]
15. Fazni prehodi [■] (analitično; 7-8 teden): renormalizacijska grupa v realnem prostoru – 2d Ising na kvadratni mreži in transformacija Migdal-Kadanoffa. [*naloga 14.5 v Pathria&Beale*]
16. Linearni odziv [■] (analitično; 10 teden): odzivna funkcija za feromagnetni Heisenbergov model pri nizkih temperaturah na kubični mreži. [*poglavje 10.2.3 v Plischkeju*]
17. Linearni odziv [■] (analitično; 10 teden): Poišči zveze med komutatorsko  $\xi_{BA}(t)$ , antikomutatorsko  $S_{BA}(t)$ , navadno  $J_{BA}(t)$  in kanonično  $K_{BA}(t)$  korelacijsko funkcijo. [*Za def. glej npr. Pottier*]
18. Polimeri – korelirana naključna hoja [■] (analitično, lahko tudi numerično; 11-12. teden): [*naloga 8.4 v Plischkeju*]

19. Difuzija [■] (numerično; 11-12. teden): Simuliraj difuzijo na 2D mreži. Na vsakem časovnem koraku, delec z enako verjetnostjo skoči levo, desno, gor ali dol. Preveri ujemanje s teorijo.
20. Langevinova enačba [■] (analitično; 11-12 teden): Reši Langevinovo enačbo in poišči  $v(t)$  in  $x(t)$ . Nato izračunaj  $\langle v(t) \rangle$  in  $\langle \sigma_v^2(t) \rangle$ , ter  $\langle x(t) \rangle$  in  $\langle \sigma_x^2(t) \rangle$  za nekorelirano silo. Obravnavaj limiti  $t \gg 1/\gamma$  in  $t \ll 1/\gamma$ . [npr. 9.4.1 v *Le Bellac et al.* ali 15.3 v *Pathria et al.*]
21. Neravnovesni pojavi [■] (numerično): statistika dela ob neravnovesni spremembi (enakost Jarzynskega) v 2d Isingovem modelu. [članek [arXiv:cond-mat/0509595](https://arxiv.org/abs/cond-mat/0509595)]
22. Neravnovesni pojavi [■] (analitično/numerično): preprosti izključitveni modeli (“exclusion processes”). Numerično I.: simulacija in neravnovesni fazni prehodi v TASEP; Numerično II.: simulacija za TASEP z dvema vrstama delcev (npr. *Sec. 4 v Blythe & Evans, J. Phys. A* **40**, R333 (2007)); Analitično: eksaktna rešitev za neravnovesno stacionarno stanje TASEP v obliki produkta matrik. [TASEP: *Derrida et al., J. Phys. A* **26**, 1493 (1993)]
25. Polimeri [■] (seminar/analitično): seminar: Floryeva teorija [npr. *Plischke*]; analitično: Gaussovski model v potencialu [naloga 8.3 v *Plischkeju*]
27. Perkolacija [■] (seminar) [mnogo *Stat.-Mech. knjig*, npr. *Plischke*]
28. Spinska stekla [■] (seminar) [mnogo *Stat.-Mech. knjig*, npr. *Plischke*]