ΑΣΚΗΣΗ 01

Πραγματοποιήστε προσομοίωση του δισδιάστατου πρότυπου Ising για L=64 για 60 τιμές της θερμοκρασίας με τον αλγόριθμο Wolff. 40 από τις τιμές αυτές θα είναι στην περιοχή της μετάβασης φάσης, ενώ οι υπόλοιπες 20 θα είναι στην περιοχή των υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών αντίστοιχα. Το σφάλμα στις μετρούμενες ποσότητες θα πρέπει να είναι μικρότερο από 5%.

1. Για κάθε τιμή της θερμοκρασίας σχεδιάστε τη χρονοσειρά της απόλυτης τιμής της μαγνήτισης και της ενέργειας και βεβαιωθείτε πως το σύστημα έχει βρεθεί σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.
2. Υπολογίστε τις μέσες τιμές της ενέργειας, απόλυτης τιμής της μαγνήτισης, ειδικής θερμότητας και μαγνητικής επιδεκτικότητας μαζί με τα σφάλματά τους και φτιάξτε τις γραφικές τους παραστάσεις συναρτήσει του β. Τα σφάλματα θα υπολογίζονται με τη μέθοδο jackknife και θα πρέπει να επιλέξετε κατάλληλα τον αριθμό των bins που θα χρησιμοποιήσετε.
3. Υπολογίστε τη μαγνητική επιδεκτικότητα για 4 τιμές της θερμοκρασίας, δύο εκεί που παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές, μία στην περιοχή χαμηλής και μία στην περιοχή υψηλής θερμοκρασίας με τον αλγόριθμο Metropolis και συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά που πήρατε με τον αλγόριθμο Wolff. Για κάθε αλγόριθμο, βεβαιωθείτε πως έχετε κάνει update συγκρίσιμο αριθμό από σπιν, λαμβάνοντας υπόψη το μέσο μέγεθος των clusters για τον αλγόριθμο Wolff και το λόγο αποδοχής (acceptance ratio) για τον αλγόριθμο Metropolis. Τι συμπεραίνετε και γιατί; Βεβαιωθείτε πως το σύστημα έχει βρεθεί σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.
4. Υπολογίστε τη συνάρτηση αυτοσυσχετισμού της μαγνήτισης και τον/τους αντίστοιχο/υς χρόνο/υς αυτοσυσχετισμού για τη θερμοκρασία εκείνη που βρήκατε τη μεγαλύτερη τιμή για την μαγνητική επιδεκτικότητα με τους δύο παραπάνω αλγόριθμους. Θα χρειαστεί να κάνετε προσομοιώσεις για Monte Carlo χρόνους για τουλάχιστον 300-100 τ, οι οποίοι είναι διαφορετικοί για κάθε αλγόριθμο. Τι συμπεραίνετε;

Problem 01

Perform a simulation of the 2D Ising model for L=64 for 60 values of temperature using the Wolff algorithm. 40 of these values will be in the phase transition region, while the remaining 20 will be in the high and low temperature regions, respectively. The error in the measured quantities should be less than 5%.

1. For each value of the temperature, plot the time series of the energy and the absolute value of the magnetization and make sure that the system has reached thermal equilibrium.
2. Calculate the average of the energy, absolute value of the magnetization, specific heat, and magnetic susceptibility along with their error and plot them as a function of β . The errors will be calculated with the jackknife method and you should choose the number of bins you will use appropriately.
3. Calculate the magnetic susceptibility for 4 values of temperature, two where it takes the largest values, one in the low temperature region and one in the high temperature region with the Metropolis algorithm and compare the results with those obtained with the Wolff algorithm. For each algorithm, make sure you have updated a comparable number of spins, taking into account the

average size of the clusters for the Wolff algorithm and the acceptance ratio for the Metropolis algorithm. What do you conclude and why? Make sure that the system has reached thermal equilibrium.

4. Calculate the autocorrelation function of the magnetization and the corresponding autocorrelation time(s) for the temperature at which you found the largest value for the magnetic susceptibility with the two algorithms above. You will need to perform simulations for Monte Carlo time steps for at least 300-100 τ , which are different for each algorithm. What do you conclude?