Véletlen fizikai folyamatok, hetedik házi feladat

Horváth Bendegúz

2018. április 9.

Szimuláció

A szimulációt `python` nyelven valósítottam meg. Először importáltam a szükséges csomagokat, kiírtam a `betaJ` listába a saját βJ változóimat, majd elkészítettem egy Energia függvényt, ami a listaként megadott spinláncból kiszámolja az enerrgiát, J faktor nélkül.

```
%pylab inline
q = 0
betaJ = [0.14, 0.28, 0.56, 1.15]

def E(spins):
    s = 0
    for i in range(1, len(spins)):
        s = s+ spins[i-1]*spins[i]
    E = -s
    return E
```

Ezek után létrehoztam egy `dE` függvényt, ami a ΔE-t számolja ki, majd a `simulationStep` függgvényt, ami egy szimulációs lépésnek felel meg.

```
def dE(s0,s1, s2):
    return 2*s1*(s0+s2)
def simulationStep(s, N, betaJ):
    rand = random.randint(0, N)
    if rand ==0:
        s1 = s[rand]
        s0 = s[N-1]
        s2 = s[rand+1]
    if rand == N-1:
        s1 = s[rand]
        s0 = s[rand-1]
        s2 = s[0]
    else:
        s0 = s[rand-1]
        s1 = s[rand]
        s2 = s[rand+1]
```

```python
if dE(s0, s1, s2) <0:
    s[rand]= -s[rand]
    return s
elif dE(s0, s1, s2) == 0:
    P = random.random()
    if P< 0.5:
        s[rand]= -s[rand]
        return s
    else:
        return s
else:
    P = random.random()
    if P < exp(-betaJ*dE(s0, s1, s2)):
        s[rand] = -s[rand]
        return s
    else:
        return s
```

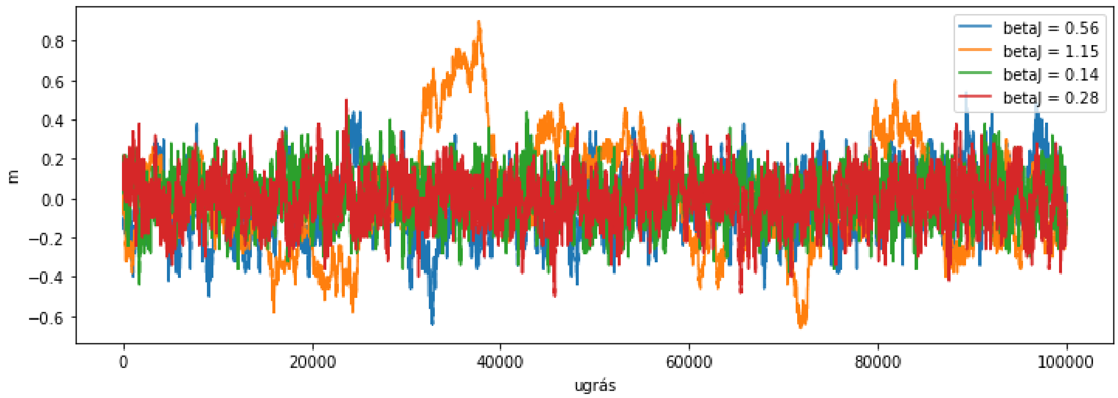
Egy szimuláció során $t = 1000$-ig néztem, így $1000 \cdot 100 = t \cdot N$ lépés volt. Egy βJ-re több mérést is megnéztem. A végeredménynek a mérések átlagát veszem, hibának a mérések szórását. Az eredmények a következőnek adódtak:

mérés	βJ	m	$\langle m \rangle$	σ_m^2
0	0.14	0.3	0.0035	0.01287
1	0.14	0.08	-0.00649	0.0126422
2	0.14	-0.14	0.00288	0.0127007
3	0.14	-0.04	0.0081	0.01132
4	0.14	0.02	0.00566	0.01295
átlag	0.14	0.044 ± 0.0217	$0.00273 \pm (2.460 \cdot 10^{-5})$	$0.0125 \pm (3.62 \cdot 10^{-7})$

mérés	βJ	m	$\langle m \rangle$	σ_m^2
0	0.28	0.34	-0.003	0.0183
1	0.28	-0.02	0.0055	0.0200
2	0.28	0.04	-0.0037	0.01732
3	0.28	0.02	0.0053	0.01608
4	0.28	-0.06	0.00133	0.01585
átlag	0.28	0.095 ± 0.02	$0.0010 \pm (1.53 \cdot 10^{-5})$	$0.0.0175 \pm (2.351 \cdot 10^{-6})$

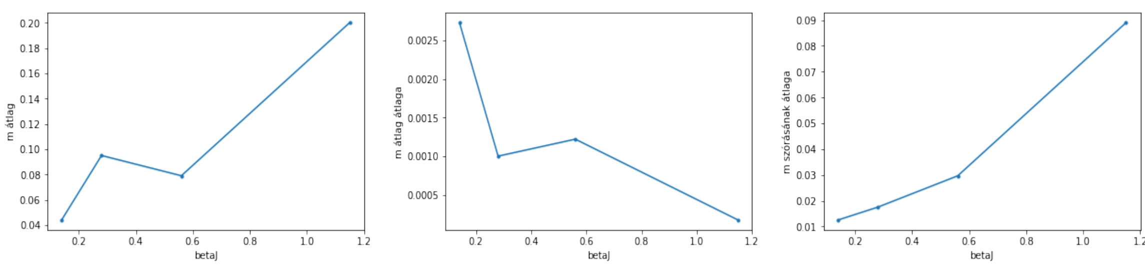
mérés	βJ	m	$\langle m \rangle$	σ_m^2
0	0.56	0.26	0.00393	0.02725
1	0.56	0.16	0.17157	0.02941
2	0.56	0.06	-0.004066	0.03215
3	0.56	-0.02	0.00613	0.02872
4	0.56	0.22	-0.0195	0.030677
átlag	0.56	0.079 ± 0.01	$0.00122 \pm (1.65 \cdot 10^{-3})$	$0.02964 \pm (2.797 \cdot 10^{-6})$

mérés	βJ	m	$\langle m \rangle$	σ_m^2
0	1.15	0.1	-0.07922	0.1089
1	1.15	0.4	0.01964	0.06454
2	1.15	-0.04	-0.1458	0.10169
3	1.15	0.34	-0.005755	0.11115
4	1.15	-0.36	0.15794	0.06074
átlag	1.15	0.2 ± 0.031	$0.000172 \pm (0.01158)$	$0.089 \pm (4.8 \cdot 10^{-4})$



1. ábra. A m értékeinek változása ugrásonként, különböző βJ értékekkel

A 1 ábrán látszik, ami a táblázatadatokban is, hogy a βJ értékének növelésével a szórás nő. Megvizsgálva a többi mennyiséget nem kapunk ilyen egyértelmű össszefüggést.



(a) (b) (c)

2. ábra. (a) m értékének átlagának változása (b) $\langle m \rangle$ átlagának változása,(c) σ_m átlagának változása a βJ értékének függvényében.