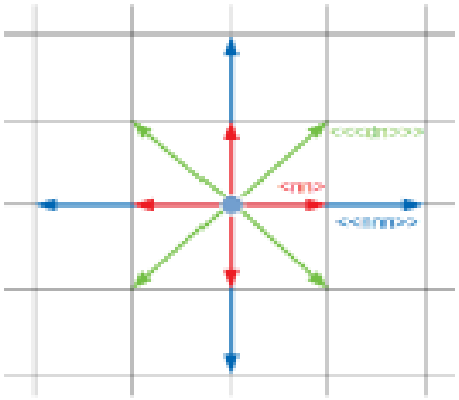
خواص مغناطیسی مواد این تشامل یک آرایه N بعدی از مکان هایی است که به عنوان مثال مولکول ها را نشان می دهد. ممان مغناطیسی (اسپین) هر سایت تنها در دو جهت بالا و پایین فرض می شود و هیچ جهت دیگری مجاز نیست. بنابراین، هر اسپین در سیستم می‌تواند یکی از دو مقدار ممکن را داشته باشد، که برای راحتی آن را $s_i = \pm 1$ می‌گیریم. انرژی کل سیستم از تعامل جفت اسپین ها به دست می آید و به صورت زیر است:

$$E = -J_1 \sum_{<ij>} s_i s_j - J_2 \sum_{<<ij>>} s_i s_j - J_3 \sum_{<<<ij>>>} s_i s_j$$

که در آن مطابق تشکل $< ij >$ جمع روی نزدیکترین همسایگی ها، $<< ij >>$ جمع روی همسایگی های دوم و $<<< ij >>>$ جمع روی همسایگی های سوم اسپین i ام می باشد. J_1، J_2 و J_3 به عنوان ثابت های تعامل اسپین شناخته می شود که ما آن ها را مثبت فرض می کنیم.

$$\frac{J_1}{k} = 1 , \frac{J_2}{k} = 0.5 , \frac{J_3}{k} = 0.2$$

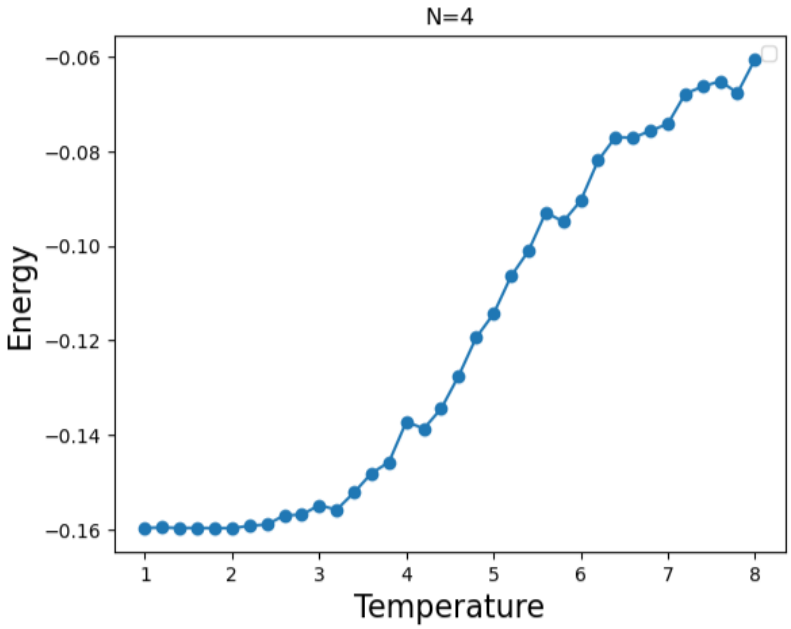
همچنین توجه داشته باشید که علامت منفی در سمت راست باعث می شود، حالت اسپین های موازی پایدارتر از اسپین های مختلف العلامت باشند.

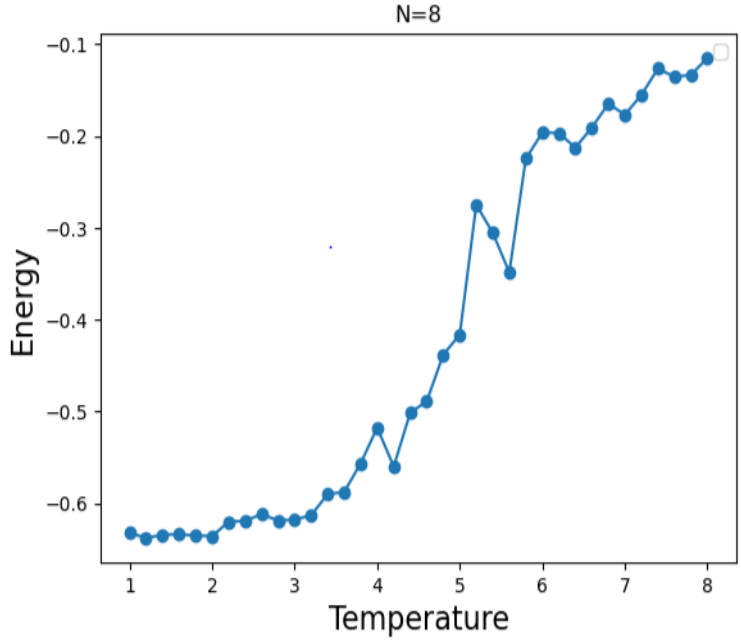


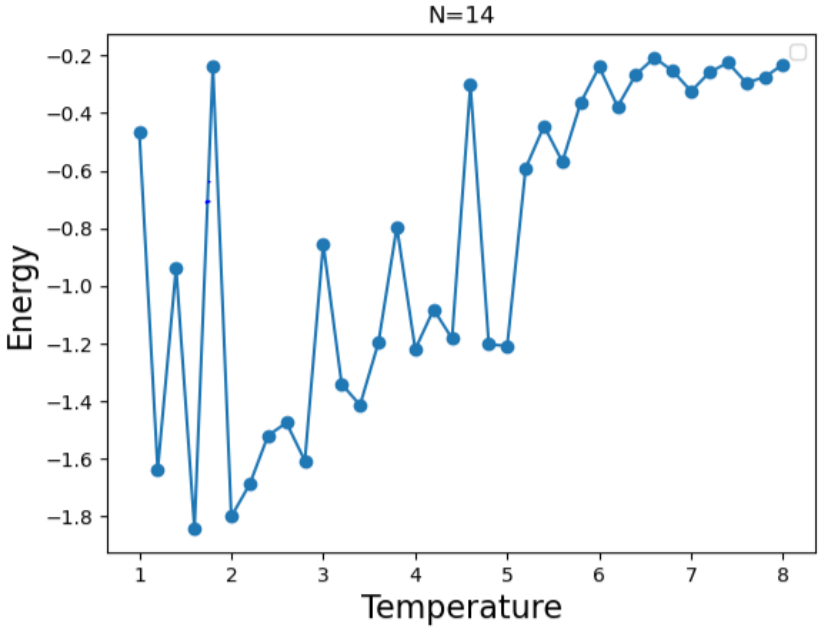
برنامه ای مبتنی بر شبیه سازی مونت کارلو بنویسید تا مدل **Ising** دو بعدی را با شرط مرزی تناوبی حل کند.

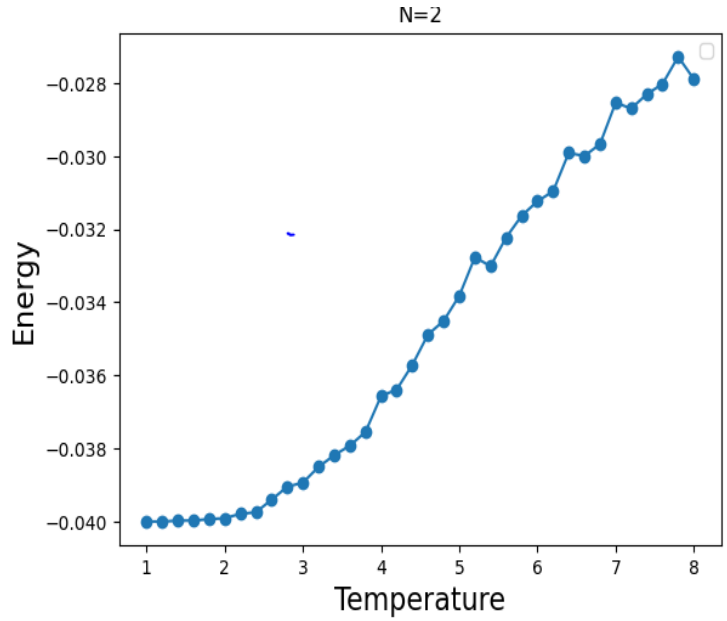
مغناطش و انرژی کل را برای سیستم با دماهای مختلف به دست آورید. میانگین گیری های زمانی و انسامبلی را در محاسبه مغناطش و انرژی بررسی کنید.
نقش اندازه سیستم(تعداد اسپین های سیستم) در مغناطش و انرژی بدست آورید.
با تغییر ثابت های تعامل نقش محاسبه همسایگی های دوم و سوم در این شبیه سازی ها محاسبه کنید.

for J1=1 , J2=0.5 , J3=0.2



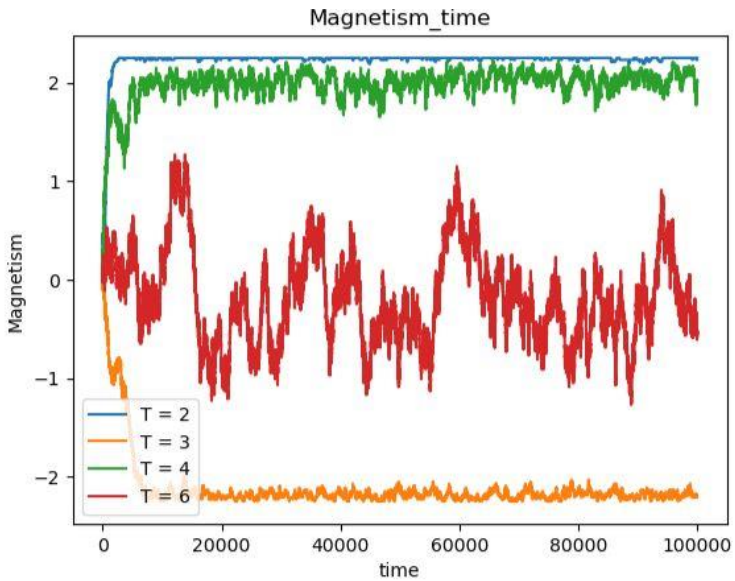




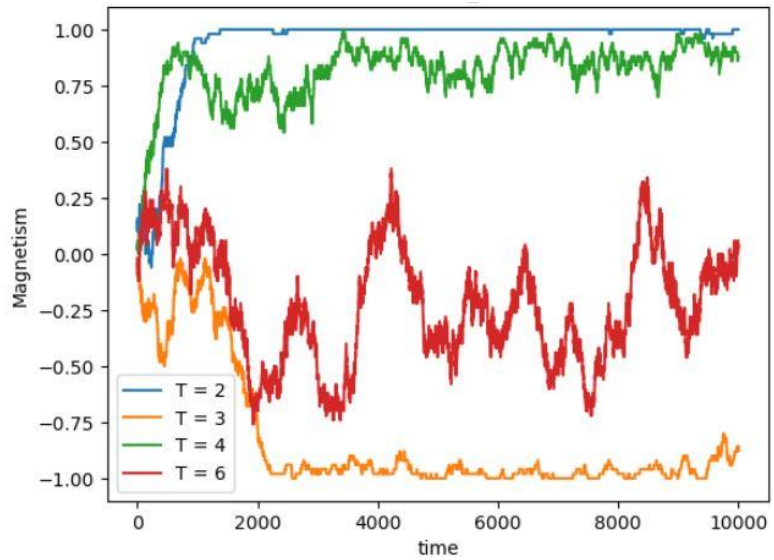


for J1=1 , J2=0.5 , J3=0.2

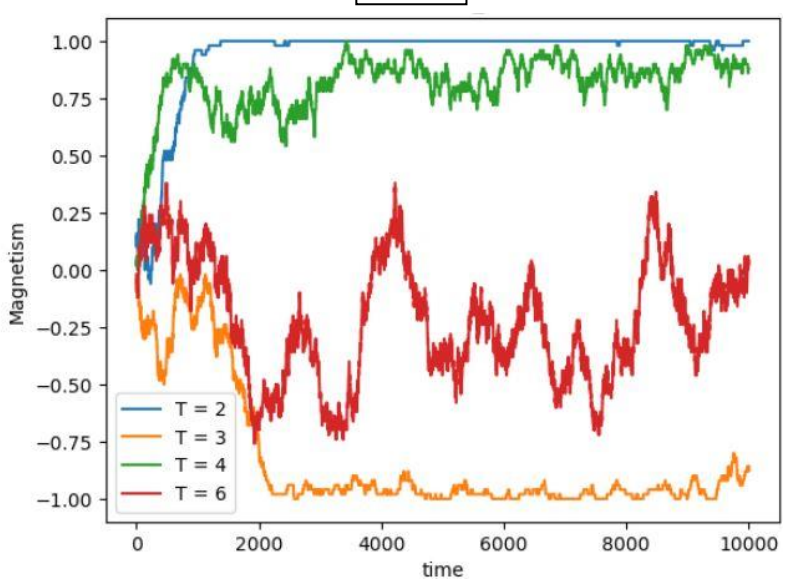
N=10



N=15

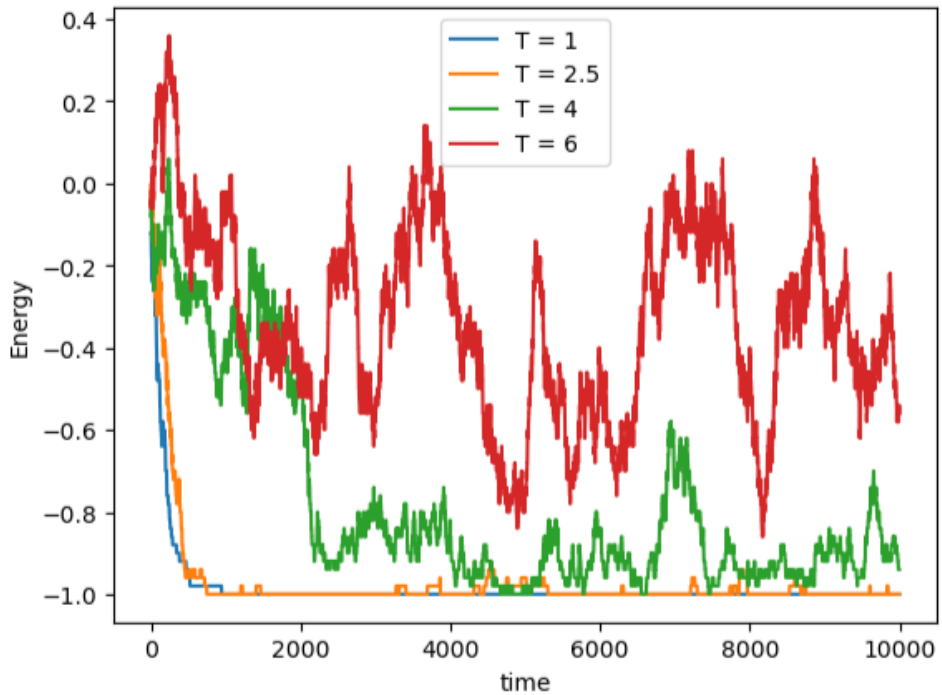


N=20

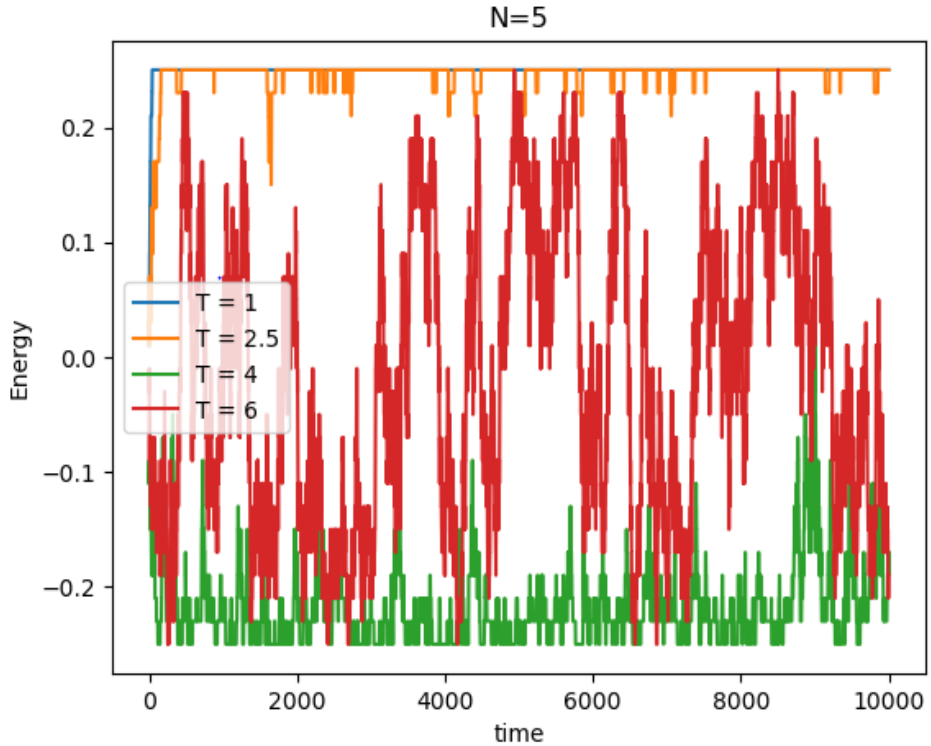


for J1=1 , J2=0.5 , J3=0.2

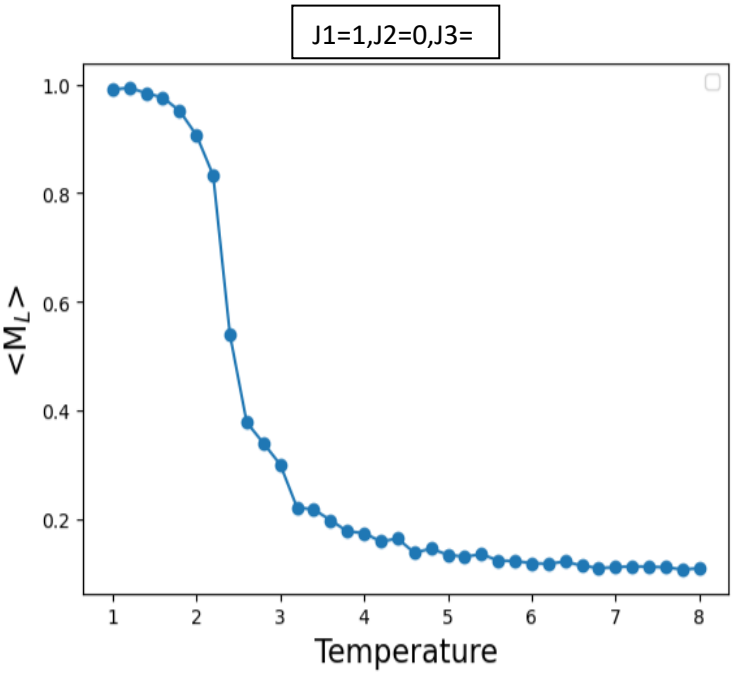
N=10

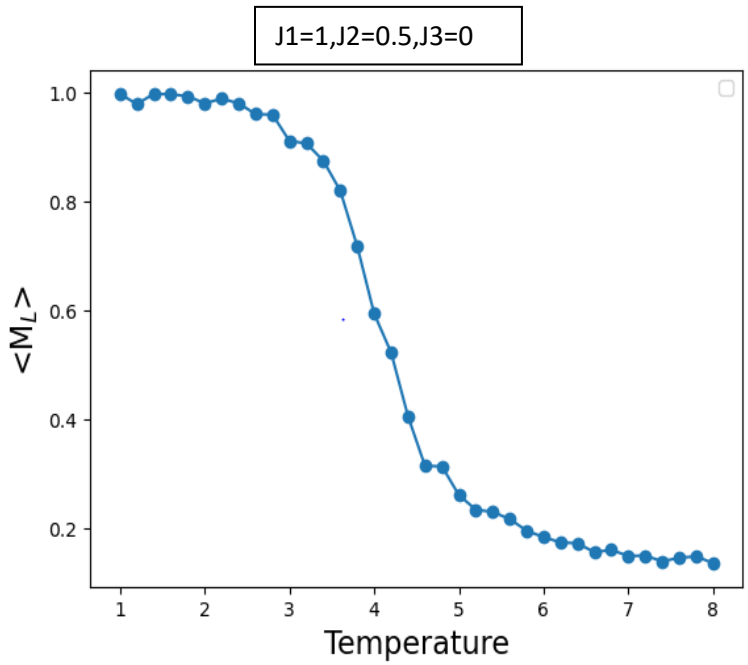


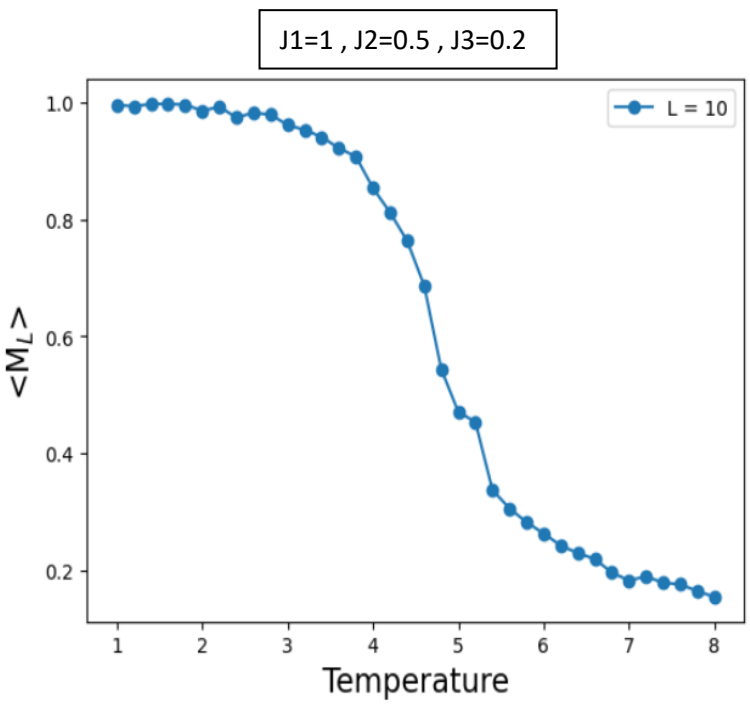
N=5



for time=100000 and N=10:

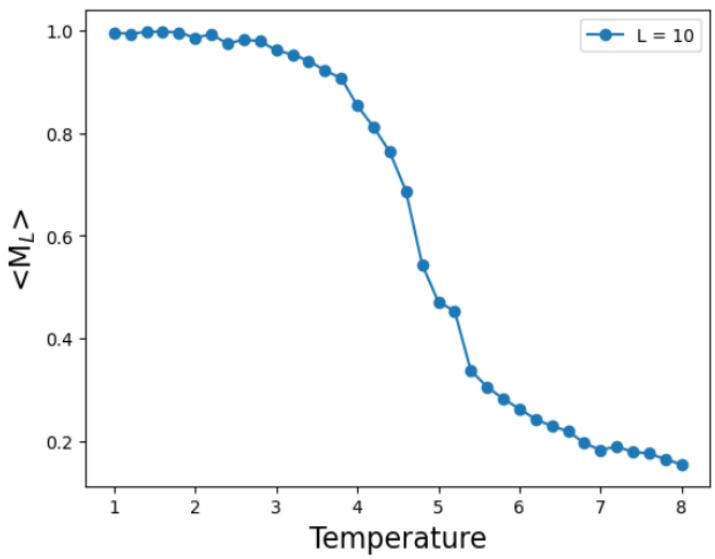




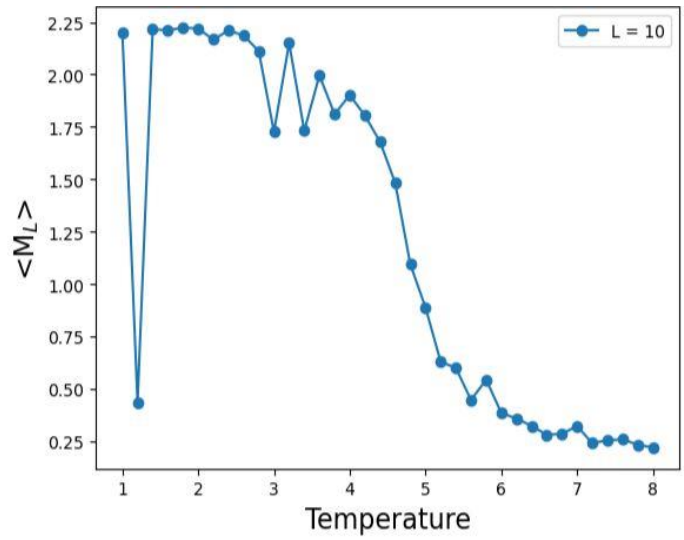


for time=100000 and J1=1 , J2=0.5 , J3=0.2

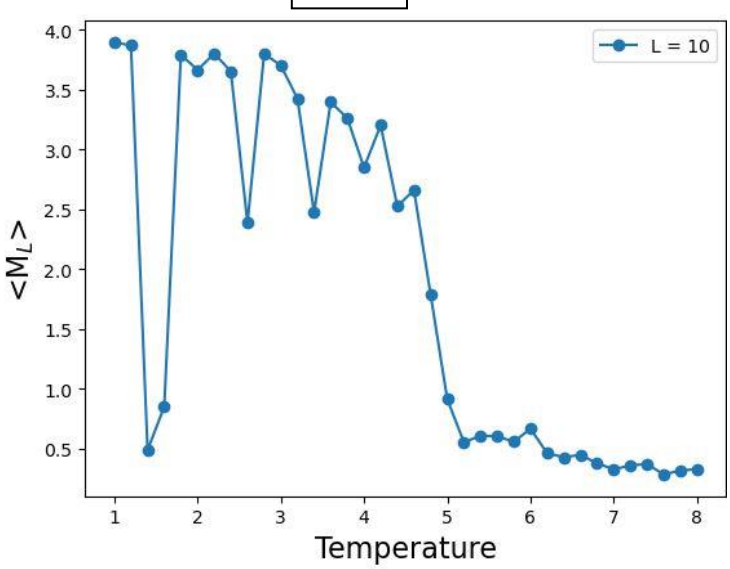
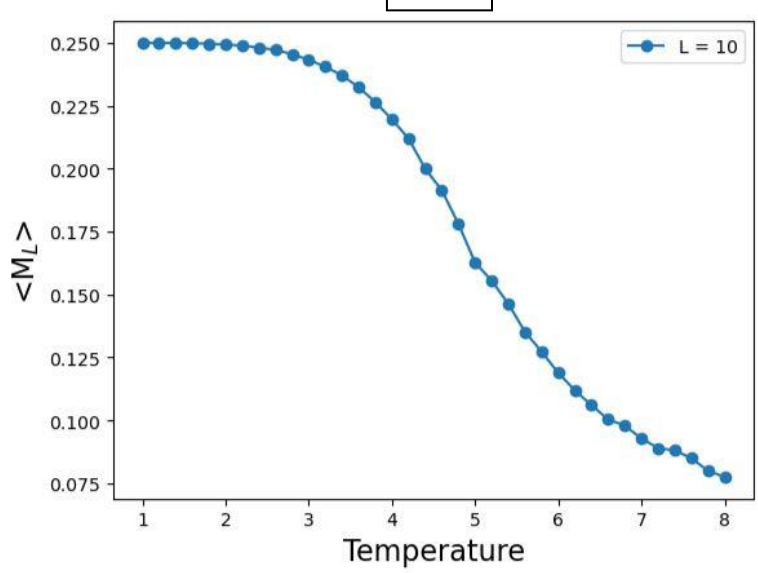
N=10



N=15



N=20



N=5