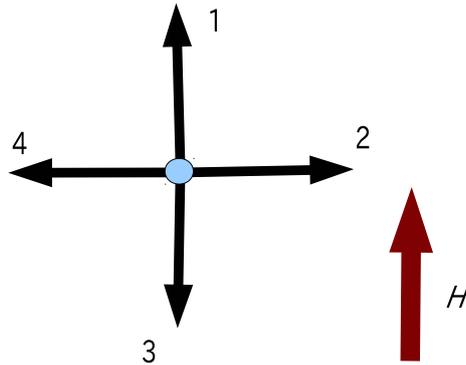


統計物理学レポート問題

福島孝治 (東京大学大学院総合文化研究科)

問題 1 「4 状態問題」:

図のように 4 方向のみを向ける大きさ S の独立な N 個の磁気モーメント \vec{S} が磁場 \vec{H} 中にある系を考える．磁場と磁気モーメントの相互作用エネルギーは $E = -\vec{S} \cdot \vec{H}$ とする．



以下の問いに答えよ．

- (1) 磁場を 状態 1 の方向にかけているとして，内部エネルギーの温度 T 依存性を求め，温度依存性の概略をグラフに示せ．
- (2) そのときの比熱を求め，温度依存性の概略をグラフに示せ．
- (3) エントロピー，自由エネルギーを求めよ．高温極限と低温極限でも振る舞いを説明せよ．
- (4) 全系の全磁気モーメントの期待値の温度依存性を求めよ．
- (5) N 個の磁気モーメントの 4 つの状態の方向はそれぞれ揃っているとする．マクロに磁場をかけるときには，どちらが状態 1 の方向かはわからない．これを外から推定することはできるだろうか？例えば，上の図の磁場の方向を少し傾けたときを考察せよ．

問題 2 「講義について」: 講義に関する感想・意見・要望はないか?この講義に期待していることは何か?

オプション問題 「4 状態問題の相転移」:

上記の問題を拡張する．二次元正方格子に上の磁気モーメントを置く．磁気モーメントの間に相互作用，

$$E = - \sum_{\langle ij \rangle} \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$$

が働いているとする．この模型を平均場近似で扱い，どのような相転移が起こるのかを議論せよ．

レポート提出に際して

ルール：

- A4 レポート用紙で作成し，枚数制限はしないが，裏面は余白として残し，片面にのみ記載されていること．
- レポートの冒頭に氏名と学籍番号，それからレポート作成の時に一緒に悩んだ共同研究者名を明記のこと．
- 締め切りは2週間後．
- 提出先は，16号館 221A 室，あるいは講義終了時に．

レポート問題の返却： 赤を入れて返します．

レポートは共同作業でもいいのかな... よい．普段から友人と議論して，講義で分らなかったことを話をしたりするのは大変有意義なことなので，レポートもその範疇に入ると考える．レポートは試験では無いのだから，何も一人ぼっちで悩むことはない．沢山議論した結果を個人個人でうまくまとめて欲しい¹．

レポートは手紙と同じ と思って，提出する時には自分でよく読み直して，意味が通っているかよく確認して欲しい．他人が読むとすぐに混乱するようなレポートは困る．

「式で表すこと」と「絵で描いてみること」 中学生にもわかるように説明するには絵で描いてみせることが大事で、本当に理解できていると、式など使わずに絵で描けるはず。一方で、だれにも正確に情報を伝えるには数学で記述する必要がある。どちらも、大事だということ。レポート問題でも出てきた結果は一度はグラフや絵に描いてみるともっとよくわかることがある。

¹ただし，他人のレポートを写してしまうことは，紙(資源)の無駄，作成する時間や採点する時間の無駄であり，お互いの不幸しかもたらさないと心得よ．「悩むことなく作成されたレポート」などほとんど何の役にも立たない．