

## תרמודינמיקה סטטיסטית

### תרגיל מס' 6: צבר גרנד-קנוני

1. נתון משטח המכיל  $M$  אתרי ספיחה. המשטח נמצא בטמפרטורה  $T$  ובמגע עם גז (או תמיסה) של חלקיקים בעלי פוטנציאל כימי  $\mu$ . כל אתר ספיחה יכול להימצא באחד משני מצבים: או ריק או מאוכלס בחלקיק אחד. אם הוא מאוכלס אזי לחלקיק יש אנרגיית ספיחה  $(-\varepsilon)$ .
- א. חשבו את האכלוס הממוצע של אתר ספיחה יחיד (מתוך התפלגות גיבס).
- ב. חשבו את האנרגיה הממוצעת של אתר ספיחה יחיד (כנ"ל).
- ג. חשבו את פונקציית החלוקה הגרנד-קנונית של המשטח,  $\Xi(T, M, \mu)$ .
- ד. חשבו את הפוטנציאל הגרנד-קנוני,  $\Omega(T, M, \mu)$ .
- ה. חשבו את המספר הממוצע של חלקיקים ספוחים,  $N(T, M, \mu)$ . ממנו כתבו את דרגת הספיחה,  $\Theta(T, \mu) = N/M$ , כלומר, את אחוז האתרים התפוסים ע"י חלקיקים. השוו לאכלוס הממוצע מסעיף א'.
- ו. חשבו את האנטרופיה,  $S(T, M, \mu)$ .
- ז. הראו כי:  $S(T, M, \Theta) = -k_B M [\Theta \ln \Theta + (1 - \Theta) \ln(1 - \Theta)]$ . הסבירו את התוצאה.
- ח. מתוצאות סעיפים ד'-ו' חשבו את האנרגיה הפנימית. השוו לתוצאת סעיף ב'. השוו גם לתוצאה הצפויה,  $U = -N\varepsilon$ .
- ט. כעת הניחו כי האמבט עמו נמצא המשטח במגע הוא גז אידיאלי בעל צפיפות חלקיקים  $c$ . הראו כי:

$$\Theta(T, n) = \frac{c}{c + A}$$

כאשר  $A(T)$  הוא קבוע התלוי בטמפרטורה בלבד. תוצאה זו ידועה כאיזותרמת הספיחה של לנגמיר (Langmuir adsorption isotherm).