

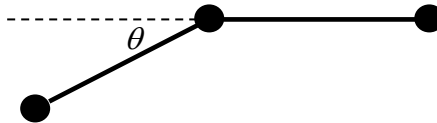
מבחן בקורס תרמודינמיקה סטטיסטית (351.3209)

פרופ' חיים דימנט

יש לענות על שלוש שאלות מתוך הארבע.
 מותר שימוש במחשבון ובכל חומר עזר.
 אין צורך לרשום מחדש דברים שנרשמו כבר בספר, במחברת הכתה, בתרגילים או בפתרונותיהם.
 כל התוצאות צריכות להיות מבוטאות באמצעות נתוני השאלה בלבד.
 משך המבחן שלוש שעות.

1. מולקולה לינארית מכילה שלוש קבוצות (ראו איור). ניתן להניח כי שני הקשרים הכימיים קשיחים, אולם הזווית θ ביניהם חופשית להשתנות. כלומר, המולקולה יכולה להתכופף באופן רציף. המולקולה נמצאת במגע תרמי עם אמבט חום בטמפרטורה T . טפלו בבעיה באופן קלאסי. אנרגיית הכיפוף נתונה על-ידי הביטוי הבא:

$$E_{\text{bend}} = \varepsilon(1 - \cos \theta), \quad \varepsilon > 0$$



- א. חשבו את פונקציית החלוקה הקנונית הקשורה לכיפוף המולקולה. (12 נק)
- ב. חשבו את תרומת דרגת החופש הזו לאנרגיה הממוצעת פר מולקולה. (7 נק)
- ג. חשבו את תרומת דרגת החופש לקיבול החום פר מולקולה. (7 נק)
- ד. חשבו את התרומה לקיבול החום בגבול של טמפרטורות נמוכות ובגבול של טמפרטורות גבוהות. שרטטו סכמתית את התרומה לקיבול החום כפונקציה של הטמפרטורה. (7 נק)

2. נתון גז ון דר ואלס בעל מקדמים a ו- b , נפח V וטמפרטורה T .

- א. בהינתן מספר החלקיקים N , רשמו את פונקציית החלוקה הקנונית של הגז. חשבו את האנרגיה החופשית של הלמהולץ. (11 נק)
- ב. חשבו את הפוטנציאל הכימי. (11 נק)
- ג. בהינתן הפוטנציאל הכימי μ , חשבו את סטיית התקן של מספר החלקיקים. (11 נק)

3. נתון גז אלקטרוניים בעל N אלקטרוניים בנפח V וטמפרטורה $0 K$.

א. חשבו את האנרגיה החופשית של הלמהולץ, A , (נק 13)

ב. הוכיחו כי הפוטנציאל הכימי של הגז מקיים את הזהות התרמודינמית,

$$\mu = (\partial A / \partial N)_{T,V} \quad \text{(נק 20)}$$

4. ספקטרום האנרגיה של חלקיק ניתן ע"י:

$$E_n = n\varepsilon, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

כאשר ε קבוע חיובי. הניוון של רמת האנרגיה מס' n הוא $g_n = n + 1$. החלקיק נמצא במגע עם אמבט חום בטמפרטורה T .

א. חשבו את פונקציית החלוקה הקנונית של החלקיק. (נק 15)

ב. חשבו את פונקציית החלוקה של N חלקיקים כאלה, בלתי תלויים ובלתי ניתנים להבחנה, בהנחה שהמערכת בלתי מנוונת. (נק 8)

ג. חשבו את האנרגיה הממוצעת של המערכת שבסעיף ב'. (נק 10)

בהצלחה!