

## מכניקה סטטיסטית א' - תרגיל בית מספר 2

מועד הגשה: יום ה' 24.12.09

$$u(r) = \begin{cases} +\infty & r < r_0 \\ -u_0 & r_0 < r < r_1 \\ 0 & r_1 < r \end{cases}$$

1. עבור גז פיזיקלי עם פוטנציאל בין-אטומי מהצורה  $B(T)$  ו- $C(T)$ , וטמפרטורת בויל (עם  $u_0 > 0$ ) חשבו את א. המקדמים הויריאלים  $\langle U \rangle$ ,  $\langle K \rangle$  של האנרגיה הפוטנציאלית והקינטית ( $B(T_B) = 0$ ). ב. ערכי התוחלת  $\langle U \rangle$ ,  $\langle K \rangle$  של האנרגיה הפוטנציאלית והקינטית (בהתאמה) בקירוב הויריאלי.

2. רשמו את המקדם  $b_4$  בתורת מאייר כסכום של צבירים עם המשקלות הנכונים, ובטאו את המקדם הויריאלי  $D(T)$  בעזרת  $b_2, b_3, b_4$ . הראו ש- $D(T)$  מתקבל כסכום של צבירים בלתי פריקים, ומצאו את משקלם.

3. עבור גז ואן דר ואלס מונואטומי, א. חשבו את  $C_p - C_v$ . הראו שהאינטראקציה גורמת להגדלת ההפרש בין מקדמי קיבול החום. ב. מצאו את משוואת המצב שמתארת התפשטות אדיאבטית. ג. חשבו את השינוי בטמפרטורה בהתפשטות חופשית.

4. א. חשבו את תלות לחץ האדים של נוזל כפונקציה של הטמפרטורה תחת ההנחה שהחום הכמוס בלתי תלוי ב- $T$ , ובקירוב שבו הגז דליל בהרבה מהנוזל, והוא מתואר על-ידי משוואת הגז האידיאלי. ב. חשבו את נגזרת נפח האדים (נפח כמות נתונה של גז בשיווי משקל עם הנוזל בלחץ וטמפרטורה נתונים) ביחס לטמפרטורה לאורך עקומת שיווי-המשקל, תוך שימוש בתוצאות סעיף א'. הראו שעבור טמפרטורות נמוכות הנפח הוא פונקציה יורדת של הטמפרטורה.

5. הפוטנציאל הכימי של חומר שמומסת בו כמות קטנה של חומר אחר (תמיסה חלשה) הוא בקירוב  $\mu(P, T) = \mu_0(P, T) - cT$ , כאשר  $\mu_0$  הוא הפוטנציאל הכימי של החומר הטהור, ו- $c$  ריכוז המומס. א. מצאו את העקומת שיווי המשקל  $P_{12}(T)$  של שתי פאזות שמכילות ריכוזי מומס שונים  $c_1, c_2$ , בהינתן עקומת שיווי המשקל  $P_{12}^{(0)}(T)$  של הפאזות הטהורות, והתכונות התרמודינמיות של הפאזות הטהורות על עקומת שיווי המשקל. ב. חשבו את השינוי  $\Delta T$  בטמפרטורת הרתיחה, ואת השינוי  $\Delta P$  בלחץ האדים של הנוזל, כאשר בנוזל יש מומס בריכוז  $c$  והגז טהור.

6. א. עבור גז ואן דר ואלס ליד הנקודה הקריטית, הראו שמשוואת המצב היא אכן מהצורה  $p = bt + 2a\eta t + 4B\eta^3$ , וחשבו במפורש את המקדמים  $b, a, B$ . ב. חשבו את פוטנציאל גיבס של הגז ליד הנקודה הקריטית, והסיקו ממנו את צורת עקומת שיווי המשקל באזור זה. הראו שהתוצאה מתלכדת עם המסקנה של בניית מקסוול.

7. הראינו שניתן לכתוב את הרכיב הסינגולרי של פוטנציאל גיבס של גז אמיתי ליד הנקודה הקריטית בצורת scaling  $G_s(t, h) = h^{\frac{2-\alpha}{\beta\delta}} g\left(\frac{t}{h^{\frac{1}{\beta\delta}}}\right)$ . הראו שניתן להמיר ביטוי זה לצורה  $G_s(t, h) = t^x \tilde{g}_{\pm}(h/t^y)$ , עבור  $\pm t > 0$  בהתאמה, ובטאו את הפונקציות  $\tilde{g}_{\pm}$  ואת המעריכים  $x, y$  באמצעות  $g$  והמעריכים הקריטיים. פתחו את הפונקציות  $\tilde{g}_{\pm}(z)$  לטור טיילור עד סדר שני ליד  $z = 0$ .