

**מבחן בקורס תרמודינמיקה (351.2202)**

פרופ' חיים דימנט

יש לענות על שלוש שאלות מתוך הארבע.

מותר שימוש בכל 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. נתונה התגובה הבאה של גזים אידיאליים:  $A \rightarrow B + C$

עבור תגובה זו בטמפרטורה 298K ולחץ 1 bar נתון:  $\Delta_r H_{298}^0 = 1000 \text{ J/mol}$ ,  $K_{298} = 0.1$ , וכן

$$\Delta_r c_p \equiv c_p(B) + c_p(C) - c_p(A) = 20 + 0.082 \cdot T \text{ J/(mol K)}$$

א. חשבו את האנטרופיה הראקטיבית הסטנדרטית בטמפרטורה 298K,  $\Delta_r S_{298}^0$ . (7 נק)

ב. במצב ההתחלתי יש 2 מול גז A בטמפרטורה 298K. חשבו את מידת התקדמות התגובה והשבר

המולי של כל מרכיב בשיווי משקל. (8 נק)

ג. חשבו את חום התגובה והאנטרופיה הראקטיבית הסטנדרטית בטמפרטורה 398K,  $\Delta_r H_{398}^0$

ו-  $\Delta_r S_{398}^0$ . (8 נק)

ד. חשבו את מידת התקדמות התגובה והשבר המולי של כל מרכיב בשיווי משקל, אם במצב

ההתחלתי יש 2 מול גז A בטמפרטורה 398K. (10 נק)

2. מערכת מסוימת מכילה רכיב שתפקידו להתפשט כתוצאה מחימום. יש לחשב את המקדם הנותן את

האנרגיה שצורך הרכיב ליחידת נפח של התפשטות תחת לחץ קבוע.

א. כתבו את הנגזרת התרמודינמית המתאימה לחישוב המקדם. (7 נק)

ב. בטאו את המקדם באמצעות גדלים שקל למצוא בספרות (דוגמת קיבול חום סגולי, מקדם

התפשטות תרמית וכד'). (13 נק)

ג. חשבו את ערכו של המקדם, בקלווריות לסמ"ק, עבור רכיב העשוי מגז אידיאלי מונואטומי

בתנאים סטנדרטיים. (13 נק)

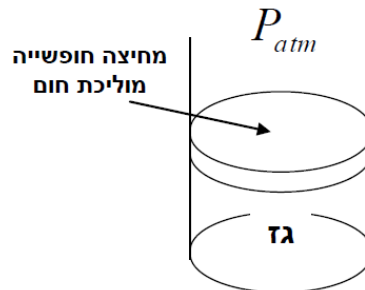
3. גרפיט ויהלום הם שני מצבי צבירה של פחמן. מספר תכונות שלהם בתנאים סטנדרטיים נתונות בטבלה שלהלן:

Properties at 298K and 1 bar	Units	Graphite	Diamond
G	J/mol	0	2900
S	J/(mol K)	5.740	2.377
Density	kg/m <sup>3</sup>	2220	3510

- א. האם גרפיט ויהלום נמצאים בדו-קיום בשיווי משקל בתנאים סטנדרטיים? נמקו. (5 נק)
- ב. בהנחה שהאנטרופיה והצפיפות של שני המצבים אינן תלויות בטמפרטורה, כתבו את השינוי באנרגיה החופשית פר מול,  $\Delta G$ , של כל אחד מהם כפונקציה של השינוי בטמפרטורה,  $\Delta T$ , עבור לחץ קבוע של 1 bar. (6 נק)
- ג. תחת אותה ההנחה, קבעו האם ניתן להגיע לדו-קיום של גרפיט ויהלום בלחץ של 1 bar. אם כן, מהי טמפרטורת הדו-קיום,  $T^*$ , בלחץ זה? (11 נק)
- ד. תחת אותה ההנחה, כתבו משוואה דיפרנציאלית (עם מקדמים מספריים), שאותה מקיים לחץ הדו-קיום כפונקציה של הטמפרטורה,  $p^*(T)$ . (11 נק)

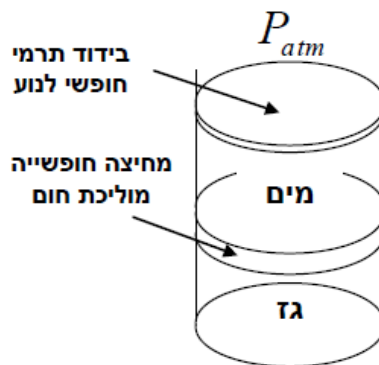
(שאלה 4 בעמוד הבא)

4. 1 מול של גז אידיאלי כלוא בתוך מיכל מתחת למחיצה שמשקלה 100 g ושטחה  $100 \text{ cm}^2$ . המיכל מבודד בצדדים ובתחתית, ואילו המחיצה מוליכה חום וחופשיה לנוע. טמפרטורת הסביבה היא  $20^\circ \text{ C}$  והלחץ שלה 1 atm.



א. חשבו את נפח הגז בשיווי משקל. (5 נק)

עתה שופכים 1 kg מים בטמפרטורה  $80^\circ \text{ C}$  על המחיצה ומכסים את המים בשכבה מבודדת חסרת מסה.



ב. חשבו את נפח הגז מיד לאחר הוספת המים. (5 נק)

ג. נותנים למערכת להגיע לשיווי-משקל תרמודינמי. חשבו את הנפח והטמפרטורה הסופיים של הגז. הזניחו את קיבול החום של המחיצות. קיבול החום הסגולי בלחץ קבוע של מים הוא  $4186 \text{ J}/(\text{kg K})$ . קיבול החום **בנפח קבוע** של הגז הוא  $(5/2)R$  פר מול. (11 נק)

ד. חשבו את השינוי באנטרופיה של המערכת (גז ונוזל) בתהליך המתואר בסעיף ג'. האם התהליך הפיך? (12 נק)

**בהצלחה!**