

**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. משך המבחן שלוש שעות.

1. כלי בנפח  $2V$  מחולק באמצעות מחיצה לשני תאים בנפח  $V$  כל אחד. בתא אחד יש 1 מול גז

אידיאלי מסוג A, ובתא השני 2 מול גז אידיאלי מסוג B. הכלי כולו נמצא בשיווי משקל עם

סביבה בטמפרטורה  $T$ . ברגע מסוים משחררים מעצור ומאפשרים למחיצה לזוז, עד

שהמערכת מגיעה לשיווי משקל חדש. התהליך אינו בהכרח הפיך.

א. מהו הנפח של כל אחד מן התאים עם תום התהליך? (4 נק)

ב. מהו השינוי באנרגיה הפנימית הכוללת של הכלי? (4 נק)

ג. מהו השינוי באנטרופיה הכוללת של הכלי? (4 נק)

ד. מהו השינוי באנרגיה החופשית של הלמהולץ הכוללת של הכלי? (4 נק)

ה. מהי העבודה המרבית שניתן להפיק מן התהליך? נמקו. (5 נק)

ו. אם התהליך בוצע באופן הפיך, כמה חום זרם ובאיזה כיוון (אל הכלי או החוצה)? (4 נק)

בשלב השני מסלקים את המחיצה וממתינים עד שהמערכת מגיעה לשיווי משקל חדש.

ז. מהו השינוי באנטרופיה הכוללת של הכלי בשלב זה? (4 נק)

ח. כמה חום זרם ובאיזה כיוון (אל תוך הכלי או החוצה)? (4 נק)

2. א. הוכיחו את הזהות הבאה:

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial V}\right)_{T,n} = -\frac{1}{n\kappa_T}$$

כאשר  $\kappa_T$  היא הקומפרסיביליות האיזותרמית. (13 נק)

ב. הראו כי זהות זאת מתקיימת עבור גז אידיאלי. (10 נק)

ג. חשבו את  $\left(\frac{\partial \mu}{\partial V}\right)_{T,n}$  כפונקציה של  $a, n, V, T$  ו- $b$  עבור גז ואן דר ואלס. (10 נק)

3. כלי בנפח של 1 ליטר מכיל 0.01 מול בנזן. הכלי סגור ומוחזק בטמפרטורה קבועה של  $25^{\circ}\text{C}$ . לחץ האדים של בנזן בטמפרטורה זו הוא  $12.7\text{ kPa}$  והוא עולה עם הטמפרטורה בשיעור של  $0.58\text{ kPa/K}$ . מותר להזניח את נפח הנוזל ביחס לנפח הגז בכל מקום שבו הדבר רלוונטי. הניחו שהגזים אידיאליים.

א. מהו חום האיזוי של מול בנזן בטמפרטורה  $25^{\circ}\text{C}$ ? (6 נק)

ב. כמה מולים גז וכמה מולים נוזל בכלי? (6 נק)

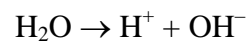
מוסיפים לכלי  $10^{-3}$  מול טולואן, שומרים על אותה הטמפרטורה,  $25^{\circ}\text{C}$ , ומאפשרים לנפח הכלי להשתנות כך שהלחץ מתייצב על  $11.7\text{ kPa}$ . לחץ האדים של טולואן בטמפרטורה  $25^{\circ}\text{C}$  הוא  $3.79\text{ kPa}$ . הניחו תערובת אידיאלית.

ג. חשבו את הרכב האדים ואת הרכב הנוזל (שברים מוליים של שני המרכיבים). (9 נק)

ד. חשבו את מספר המולים הכולל, משני המרכיבים, באדים. (6 נק)

ה. בכמה השתנה נפח הכלי? (6 נק)

4. קבוע שיווי-המשקל של הראקציה



במים בתנאים סטנדרטיים הוא  $K = 3.24 \times 10^{-18}$ . הניחו שהתערובת אידיאלית (כלומר, לכל מרכיב  $i$  אקטיביות  $a_i = x_i$ ).

א. נניח שבתחילת הראקציה יש 1 מול  $\text{H}_2\text{O}$  ו-0 מול יונים. מצאו ביטוי ל- $K$  כפונקציה של  $\xi$ , דרגת התקדמות הראקציה בשיווי-משקל. חשבו את  $\xi$ . (13 נק)

ב. חשבו את השברים המוליים של  $\text{H}^+$  ו- $\text{OH}^-$  במים בשיווי-משקל. (7 נק)

ג. לאור התוצאות הללו חשבו את החוזק היוני של מים ואת אורך הסיכוך של דביי. הריכוז המולרי של מים הוא  $55.56\text{ M}$ . (13 נק)

**בהצלחה!**