

תאריך הבחינה: 04/07/13

שם המרצה: ד"ר יובל גנות

שם הקורס: תרמודינמיקה סטטיסטית

לתלמידי הנדסה ביורפואית

מספר הקורס: 367-1-2131

שנה: 2013 סמסטר: בי מועד: אי משך הבחינה: 3 שעות

חסוי

חומר עזר: דף נוסחאות מצורף לבחינה

ומחשבון

מבחן בתרמודינמיקה סטטיסטית מועד א

המבחן כתוב בלשון זכר מטעמי יעילות ניסוח בלבד ענה על 4 שאלות בלבד. משקל השאלות זהה בהצלחה!

<u>שאלה 1</u>

מכונה הפיכה פועלת בין אמבט חם בטמפרטורה T_h לאמבט קר בטמפרטורה מורכבת מבוכנה מכונה הפיכה פועלת בין אמדט חם מולים של גז אידאלי ומבצעת פעולה מחזורית בת 4 שלבים.

 V_I ובנפח P_I בלחץ בא בטמפרטורה בטמפרטורה ובנפח

 V_2 -ל V_1 שלב V_1 מצמידים את המכונה לאמבט החם ומגדילים איזותרמית, קווזיסטטית את הנפח מ

 T_c שלב V_2 מצמידים את המכונה לאמבט הקר ומקררים איזוכורית בנפח עד לטמפרטורה שלב V_2

 N_I שלב N_I משאירים את המכונה במגע עם האמבט הקר ודוחסים איזותרמית חזרה לנפח

 N_{I} שלב V_{I} מצמידים לאמבט החם ומחממים איזוכורית בנפח לטמפרטורה שלב יי4יי

- א) שרטט דיאגרמה של התהליך במישור PV (5]
- ב) חשב את העבודה והחום בכל אחד מ 4 השלבים, הנח כי קיבול החום המולרי נתון [12]
 - ג) רשום ביטוי פרמטרי ליעילות המכונה [5]
- [3] אם הבוכנה מלאה ב 2 מול של גז מונו-אטומי ו- T_h - T_c = $50^{
 m o}{
 m C}$. כמה חום, Q, עובר בשלב הרביעיי

שאלה 2

מערכת מכילה N מולקולות של גז אידאלי הסגורות בקופסה שהנפח שלה הוא V. נניח שניתן לתאר את המערכת במודל "הסריג" כך שהקופסה מחולקת ל M תאי נפח שווים, M>>N. כל תא יכול להיות ריק או מאוכלס במולקולה אחת.

- א) רשום ביטוי למספר המצבים של הגז בקופסה [5]
- ב) רשום ביטוי מקורב לאנטרופיה של הגז בקופסה [5]
- ג) השתמש בתוצאות של הסעיפים הקודמים ובהגדרה התרמודינמית ללחץ כדי לקבל את משוואת המצב של הגזים האידאליים [15]

שאלה 3

בוכנה מצא בבוכנה בגז מולקולארי המקיים את משוואת הגז האידאלי. בהתחלה הגז בבוכנה נמצא בוכנה חסרת חיכוך מלאה בגז מולקולארי המקיים את משוואת הגז האידאלי. בחתחלה הגז בבוכנה נמצא . $V_1=123~{
m Liter}$. נפח: $P_1=100[{
m KPa}]$

 $P_2=273 [{
m KPa}]$ עד ללחץ של ${
m PV}^\gamma={
m constant}$ הבוכנה נדחסת בתהליך קווזיסטאטי בתהליך המקיים $\gamma={
m C_p/C_v}$. $T_2=127 [{
m ^oC}]$ וטמפרטורה של $T_2=127 [{
m ^oC}]$

- א) קבע את סוג התהליך וחשב את הערך של γ. [8]
 - ב) מה הנפח של הבוכנה בסוף הדחיסה! [5]
- ג) כמה עבודה נעשית על הבוכנה בזמן הדחיסה ומה השינוי באנרגיה של הגז! [7]
- ד) חשב את קיבול החום המולרי בנפח קבוע ואת קיבול החום המולרי בלחץ קבוע [5]

שאלה 4

 $P(\vec{v}) = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{\frac{-m\vec{v}^2}{2kT}}$ בתונה התפלגות המהירויות של מקסוול בולצמן למקרה התלת ממדי:

- א) רשום את פונקצית צפיפות ההסתברות לווקטור המהירות עבור המקרה של מרחב דו ממדי [7]
 - ב) חשב את התוחלת של האנרגיה הקינטית למקרה הדו ממדי [10]
 - ג) חשב את הערך המסתבר ביותר לגודל של המהירות (speed) למקרה הדו ממדי [8]

מאגר הסיכומים אגודת הסטודנטים, בן-גוריון

שאלה 5

מערך חד ממדי מכיל $\,N\,$ תאים, כל תא מחולק לשני אזורים, עליון ותחתון. בכל תא לכוד חלקיק אחד. בכל תא החלקיק יכול להיות באחד משני מצבים, "תחתון" או "עליון". האנרגיה של חלקיק במצב תחתון היא אפס. לחלקיק במצב עליון אנרגיה חיובית $\,$.

חלקיק יכול להיות במצב "עליון" רק אם כל החלקיקים מימין לו נמצאים במצב "עליון". חלקיק יכול להיות במצב "תחתון" רק אם כל החלקיקים אשר משמאלו נמצאים במצב "תחתון". המערך כולו נמצא בטמפרטורה אחידה T. התייחס למערך כצבר קנוני ופתור את הסעיפים הבאים:

א) הכן טבלה עם עמודות: מספר סידורי של המצב, מספר החלקיקים במצב עליון, אנרגיה של המערך. מלא מספר שורות בטבלה כולל השורה האחרונה. השתמש בטבלה כדי לחשב את פונקציית החלוקה של המערך. [10]

בפתרון הסעיפים הבאים הנח כי N מספר גדול מאוד.

- ב) נסמן ב m את מספר החלקיקים במצב "עליון" מהו המספר הממוצע של החלקיקים במצב "עליון", m > 10
 - [5] י $\langle E^2 \rangle$ חשב את הממוצע של ריבוע האנרגיה של המערך

עליון

תחתון