

סמסטר א' תשס"ט  
בחינת מעבר מועד א'  
מועד הבחינה:  
19.02.09  
משך הבחינה: שלוש שעות

## **מבחן בקורס 1104-0321: "פרקים נבחרים בפיזיקה קלאסית"**

פרופ' אלכסנדר גרבר  
מר גיא כהן

ענה/י על שלוש שאלות מתוך הארבעה. כל שאלה שווה 33 נקודות.

### **הוראות לנבחן**

1. אין להשתמש בכל חומר עזר כלשהו.
2. יש לשים את כל מכשירי הקשר במצב off. יש להשאירם בילקוט או למסור אותם למשגיחים.
3. תשובות יש לכתוב במחברת הבחינה (לא בשאלון!) בצורה ברורה. יש לפרט במקום את הנוסחאות והעקרונות בהם נעזרתם ואת שלבי הפתרון העיקריים. התשובה הסופית צריכה להיות תלויה בנתוני השאלה ובקבועים פיזיקליים בלבד. התשובה צריכה להיות מפושטת אלגברית.
4. כל הגזים והנוזלים בשאלות הם אידאליים אלא אם צוין אחרת.
5. **ב ה צ ל ח ה !**



## שאלה 1

נתון מיכל גלילי סגור בנפח  $V$  ובגובה  $h$  המכיל נוזל במסה  $m$  ובצפיפות מסה  $\rho_l$ . ידוע כי הנוזל רותח בטמפ'  $T_0$  כאשר הלחץ הוא  $P_0$ , וכי החום הכמוס המולרי לאידוי הנוזל הוא  $\tilde{L}$ . מוסיפים גז  $\text{CO}_2$  בצפיפות מסה  $\rho_2$  מעל הנוזל. נתונה מסת אטום פחמן:  $m_C$ . נתונה מסת אטום חמצן:  $m_O$ . המיכל ותכולתו נמצאים בטמפ'  $T$ .

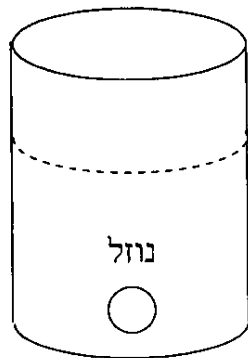
א. מהו הכוח הכולל שפועל מלמטה על הדופן העליונה?

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\tilde{L}n}{T(V_2 - V_1)}$$

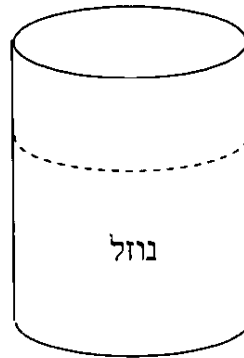
נתונה משוואת קלאוזיוס-קלפירון:

ב. מפילים כדור קטן בעל קומפרסיביליות  $\kappa$ , ורדיוס  $R_2$  מעל פני הנוזל, והוא שוקע לתחתית הכלי (ראו שרטוט). הכדור קטן מספיק כדי לקרב את הלחץ על פניו כלחץ בתחתית הכלי. ניתן להזניח את השינוי במפלס הנוזל כתוצאה מהכנסת הכדור. מהו השינוי ברדיוס הכדור לעומת הרדיוס שהיה לו מחוץ לנוזל?

ג. הכדור נמצא בטמפ'  $T$ . לאיזה טמפ' יש לחמם את הכדור כדי שיחזור למימדיו המקוריים אם מקדם ההתפשטות החום האורכי של החומר ממנו הוא עשוי הוא  $\alpha$ ?



שרטוט לסעיפים ב', ג'



שרטוט לסעיף א



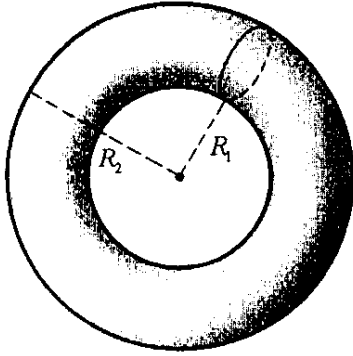
שאלה 2

א. מהו הלחץ המדוד בטורוס של נוזל בעל רדיוס פנימי  $R_1$  ורדיוס חיצוני  $R_2$ ? לנזל מקדם מתח פנים  $\gamma$ . מהי העבודה שיש לעשות כנגד מתח הפנים כדי לשנות את הרדיוס החיצוני ל-  $R_2 + R_3$  ואת הרדיוס הפנימי ל-  $R_1 - R_3$  ע"י הוספה הדרגתית של נוזל תוך שמירה על צורת הטורוס?

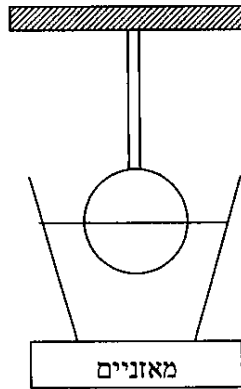
$$V = \frac{1}{4} \pi^2 (R_1 + R_2)(R_2 - R_1)^2$$

$$A = \pi^2 (R_2^2 - R_1^2)$$

שטח פנים של טורוס הוא:



ב. כדור ברדיוס  $R_1$  ובמסה  $m_1$  תלוי מהתקרה ע"י כבל פלדה גלילי ברדיוס  $R_2$ , בעל קבוע יאנג  $Y$ , יחס פואסון  $\sigma$  ואורך רפוי  $L$ . מתחת לכדור ישנו כלי המכיל נוזל בעל צפיפות מסה  $\rho$ , מקדם מתח פנים  $\gamma$  ונפח  $V$ . מסת הכלי הריק היא  $m_2$ , וזווית המגע של הנוזל עם הכדור היא  $\theta$ . כבל הפלדה אדיש לנוזל. הכלי מונח על מאזניים. מצאו את קריאת המאזניים ונפח הכבל כאשר חצי מהכדור בתוך הנוזל (ראו שרטוט).

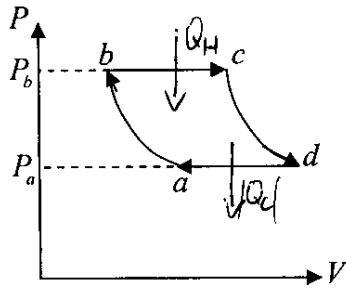




שאלה 3

מנוע חום עובד במחזור Brayton המורכב מאדיאבטה  $(ab)$ , איזוברה  $(bc)$ , אדיאבטה  $(cd)$  ואיזוברה  $(da)$  כמתואר בשרטוט. מגדירים:  $P_a = P_1$ ,  $P_b = P_2$ . חומר העבודה הוא גז אידאלי.

נתונים:  $\alpha = \frac{V_c}{V_b}$ ,  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ ,  $N$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $\rho$  (צפיפות מסה ב- $a$ ) ו- $M$  (מסה מולרית) בלבד.



מלאו את הטבלה הבאה. מהי יעילות המנוע? האם ניתן להפוך את כיוון המעגל ולקבל מזגן? נמקו.

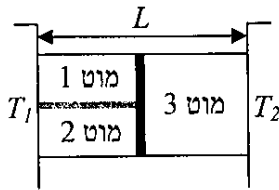
$\Delta S$	$W$	$\Delta U$	$Q$	
			0	$ab$
				$bc$
			0	$cd$
				$da$





שאלה 4

- א. נתונים שלושה מוטות: הראשון והשני הם בעלי שטח חתך  $A/2$ , אורך  $L/2$  ומקדם הולכת חום  $k_1$ , והשלישי בעל שטח חתך  $A$ , אורך  $L/2$  ומקדם הולכת חום  $k_2$ . מצמידים את קצותיהם של שני המוטות הראשונים לגוף בטמפ'  $T_1$  ואת קצותיהם השניים למוליך חום מושלם ודק שמצומד למוט השלישי. את קצהו של המוט השלישי מצמידים לגוף בטמפ'  $T_2$  (ראו שרטוט). הניחו כי אין איבודי חום לסביבה, וכי יש מבודד חום מושלם ודק בין המוט הראשון והשני. המערכת מגיעה למצב יציב של הולכת חום. מהי זרימת החום,  $H$ ? מה הטמפרטורה בצומת בין שני המוטות הראשונים למוט השלישי? אם נחליף את שלושת המוטות במוט בעל שטח חתך  $A$  ואורך  $L$  שייתן אותה זרימת חום בין הגופים, מה יהיה מקדם הולכת החום שלו?



- ב. נתון כלי סגור המכיל גז אידיאלי בשיווי משקל בעל מסה מולרית  $M$  וצפיפות מסה  $\rho$ . האנרגיה הקינטית הממוצעת למולקולה היא  $E_k$ , והרדיוס האפקטיבי שלה הוא  $R_f$ . מהו הלחץ בכלי? מצאו את המהלך החופשי משיקולים קינטיים בפיתוח מלא. מהו זמן המהלך החופשי (פרק הזמן הממוצע בין התנגשויות)?

$$H = -kA \frac{dT}{dx}$$

