

תרמודינמיקה טכנית א'

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שלוש שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שמונה שאלות. עליך לענות על חמש שאלות בלבד (לפי בחירתך). לכל שאלה – 20 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: 1. קובץ נוסחאות לקציני מכונה, כולל טבלאות קיטור (מאושר על-ידי הפיקוח).

2. מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. עיין בשאלון וענה על השאלות בסדר הנראה לך.

2. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.

3. בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

4. בחישוביך השתמש בשיטת היחידות הבין-לאומית (S.I.).

5. הלחצים הנתונים בשאלות הם לחצים מוחלטים (אבסולוטיים), אלא אם כן צוין אחרת.

בשאלון זה 6 עמודים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה שמונה שאלות.

עליך לענות על חמש שאלות לפי בחירתך (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

טבח האנייה שכח סיר ובו 4 ליטרים של מים על פלטה חמה המספקת כמות חום של $1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$.
כאשר עזב הטבח את המטבח, טמפרטורת המים בסיר הייתה 50°C .

חשב כמה זמן חלף מרגע עזיבתו של הטבח עד שכל המים שהיו בסיר התאדו? הנח שהמים בסיר קולטים את כל כמות החום שהפלטה מספקת.

נתונים:

1. חום כמוס לאידוי מים: $L = 2,260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

2. חום סגולי של מים: $c_p = 4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

שאלה 2

לפניך טבלה ובה נתונים חלקיים של קיטור בשני מצבים.
העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את הערכים הנדרשים בסעיפים א' ו-ב' שלהלן:

מצב	פאזה	x	$h \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$	P [kPa]	T [°C]
1			2,100		120
2		0.4		500	

א. היעזר בטבלאות קיטור, קבע את הפאזה של הקיטור במצב 1, מצא את הלחץ (P) שלו וחשב את מקדם האיכות (x) שלו.

ב. היעזר בטבלאות קיטור, קבע את הפאזה של הקיטור במצב 2, מצא את הטמפרטורה (T) שלו וחשב את האנטלפיה (h) שלו.

שאלה 3

הצפיפות של קרינת השמש המגיעה לפני השטח של כדור-הארץ כולו, היא $1,000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. הנח ש- $300 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ מהקרינה היוצאת מהשמש נספגת באטמוספירה, ושהשמש היא גוף שחור כדורי שקוטרו: $1.39 \times 10^6 \text{ km}$. המרחק של השמש מכדור-הארץ הוא: $151 \times 10^6 \text{ km}$.
חשב את הטמפרטורה על-פני השמש.

נתון:

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4} \quad \text{קבוע סטפן בולצמן:}$$

שאלה 4

גוף חימום בתנור צורך 1.2 kW של אנרגיה חשמלית. גוף החימום הוא גליל שקוטרו 10 mm ואורכו 320 mm .
טמפרטורת פני השטח של גוף החימום היא 890°C .
הנח שגוף החימום נמצא בסביבה שחורה שהטמפרטורה שלה היא 25°C , ושמקדם הקרינה של גוף החימום (emissivity) הוא: $\varepsilon = 0.95$.
מצא את שיעור החום המוקרן (ב-%), מתוך האנרגיה הנצרכת על-ידי גוף החימום.

נתון:

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4} \quad \text{קבוע סטפן בולצמן:}$$

שאלה 5

מִקְל בעל דפנות מבודדות ותכולה תרמית זניחה מכיל 10 kg של קרח בטמפרטורה של -20°C . מוזגים לתוך המכל 2 kg של מים בטמפרטורה של 40°C וסוגרים את המכל.

נתונים:

1. חום סגולי של קרח: $c_i = 2,090 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$

2. חום סגולי של מים: $c_w = 4,180 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$

3. חום כמוס להיתוך קרח: $L_{iw} = 3.34 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

חשב את כמות הקרח ואת כמות המים (ב-kg) שיהיו בתוך המכל לאחר שהמצב התרמי בתוכו יגיע לאיזון.

שאלה 6

בטבלה שלהלן מופיעים נתונים יחסיים של שלושה מוטות, A, B ו-C, בעלי אורכים התחלתיים (L_0) שונים. המוטות מחוממים מטמפרטורה התחלתית כלשהי לטמפרטורות סופיות כאלה שהפרשי הטמפרטורה (ΔT) שונים. כתוצאה מהחימום מתארכים שלושת המוטות התארכויות (ΔL) שונות.

מוט	L_0	ΔT	ΔL
A	2L	t	ℓ
B	3L	2t	3 ℓ
C	4L	t	ℓ

הראה באמצעות חישוב אם שלושת המוטות עשויים מאותו חומר.

שאלה 7

העתק למחברתך את התשובה הנכונה מבין ההיגדים הנתונים בכל אחד מהסעיפים א' עד ד' שלהלן:

א. גז אידיאלי שהטמפרטורה שלו T , נמצא במכל שנפחו V . מכפילים את נפח הגז בתהליך בלחץ קבוע. הטמפרטורה של הגז:

1. לא תשתנה.
2. תקטן לערך השווה למחצית מערכה ההתחלתי.
3. תגדל לערך הגדול פי שניים מערכה ההתחלתי.

ב. גז אידיאלי שהטמפרטורה שלו T , סגור במכל בעל נפח קבוע, בלחץ P . מעלים את הטמפרטורה של הגז ל- $4T$. הלחץ של הגז:

1. יגדל ל- $4P$.
2. לא ישתנה.
3. יקטן ל- $\frac{P}{4}$.

ג. מגדילים את הטמפרטורה של גז אידיאלי מ- 300 K ל- $1,200\text{ K}$. האנרגיה הקינטית של הגז:

1. תגדל פי 2.
2. תגדל פי 4.
3. תגדל פי 8.
4. לא תשתנה.

ד. אם R, P, V, M, T הם טמפרטורה מוחלטת, משקל מולקולרי, נפח, לחץ וקבוע של גז אידיאלי, בהתאמה, אז הצפיפות של הגז היא:

1. RT / PM
2. M / V
3. P / RT
4. PM / RT

שאלה 8

המשקל האטומי היחסי של מימן הוא 1, של פחמן – 12, ושל חמצן – 16.

א. רשום את משוואות הריאקציה הכימית עבור שריפה מושלמת (סטוכיומטרית) של:

1. פחמן, לפחמן דו־חמצני ($C \rightarrow CO_2$).

2. מימן, למים ($H \rightarrow H_2O$).

3. גופרית, לגופרית דו־חמצנית ($S \rightarrow SO_2$).

ב. כמה קילוגרמים של מים נוצרים בשריפה מושלמת של קילוגרם אחד של מימן?

ג. כמה קילוגרמים של CO_2 (פחמן דו־חמצני) נוצרים בשריפה מושלמת של קילוגרם אחד של פחמן?

ד. הנח שיחס המסות $\frac{\text{דלק}}{\text{אוויר}}$, בשריפה מושלמת (סטוכיומטרית) בתנור דלק הוא $\frac{1}{13.8}$,

ושתהליך הבעירה מתבצע עם 15% של אוויר־יתר.

חשב את מסת גזי השריפה הנוצרים כתוצאה משריפת קילוגרם אחד של דלק.

בהצלחה!