



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

שם התכנית: לימודי תשתית

מקצוע: תרמודינמיקה

כיתה: י"ד

תשס"ט 2009

תרמודינמיקה

שעות לימוד:	108
טרימסטרים:	ג*, ד, ה
דרישות קדם:	פיזיקה/תרמודינמיקה (נלמד בכיתה י"ג טרימסטרים א ו-ב).
מבחן חיצוני:	מכניקה הנדסית ה, סמל שאלון: 710003

א. מבוא

- קורס זה הוא המשך לקורס פיזיקה/תרמודינמיקה שנלמד בכיתה י"ג.
- קורס הפיזיקה הקנה לסטודנטים יסודות בתהליכים ומחזוריים תרמודינמיים ובמעבר חום.
- תכנית הלימודים בתרמודינמיקה תתמקד בהקניית ידע והיבטים יישומיים בתחום מנועי חום.

ב. מטרות

1. הכרת מושגי היסוד של תרמודינמיקה.
2. הכרת מערכות מעשיות לניצול מקורות אנרגיית חום (קיטור שריפת דלק).
3. שימוש בחום כמקור אנרגיה ליצירת הספק מכני.
4. הכרת התפתחות תחום הדעת ותפיסת העולם הכללית החל ממכונות הקיטור הראשונות לפני כשלוש מאות שנה ועד שימוש במקורות אנרגיה ירוקים וחלופיים.

ג. התכנים (הנושאים)

טרימסטר ג* – 3 ש"ש

טרימסטר ד – 3 ש"ש

טרימסטר ה – 3 ש"ש

שעות	נושאי הלימוד
	טרימסטר ג*
	36 שעות
7	1 תרמומטריה
3	1.1 סולמות שונים למדידת טמפרטורה
	1.1.1 קלווין
	1.1.2 צלזיוס
	1.1.3 פרנהייט
	1.1.4 רנקין
2	1.2 יחידות שונות למדידת אנרגיה
	1.2.1 קוט"ש
	1.2.2 ג'אול
	1.2.3 קלוריה
2	1.3 הקשר וההבדל בין חום וטמפרטורה.
8	2 קלורימטריה
2	2.1 מהו חומר דלק? – הגדרה ודוגמאות
2	2.2 ערך היסק של דלק
	2.2.1 יחידות מידה
	2.2.2 שימושים שונים
2	2.3 שיטות למדידת ערך היסק של דלק מסוגים שונים
	2.3.1 סקירת מקורות אנרגיה חלופיים
2	2.4 התפלגות צריכת אנרגיה לפי מקורות ומדינות
	2.4.1 התפלגות צריכה לפי מקורות אנרגיה שונים (גז, דלק, פחם אנרגיה ירוקה וכדומה)
	2.4.2 התפלגות צריכת אנרגיה לפי מדינות (ישראל, אירופה, אמריקה וכדומה)

שעות	נושאי הלימוד
7	3 שינוי מצבי צבירה
3	3.1 הבנת התופעות הבאות וההבדל בינן
	3.1.1 התאיידות
	3.1.2 התנדפות
	3.1.3 המראה
4	3.2 הגדרת המושגים
	3.2.1 לחות
	3.2.2 לחות יחסית
	3.2.3 עומס חום
	3.2.4 טבלה פסיכומטרית
6	4 מערכות אספקת דלק
2	4.1 אספקת דלק מוצק (פחם וכדומה)
2	4.2 אספקת דלק נוזלי
2	4.3 אספקת דלק במצב צבירה גז
8	5 סוגים שונים של תחנות כוח
2	5.1 תחנות כוח הידרו-אלקטריות
2	5.2 תחנת כוח פחמית
2	5.3 תחנת כוח אטומית
2	5.4 תחנות כוח ירוקות
36	סה"כ טרימסטר ג*
	טרימסטרים ד+ה 72 שעות
10	6 ציר הזמן של מנועי החום
	6.1 התפתחות מנועי החום והשפעתם על שינויים בתעשייה ובחברה:
2	6.1.1 המנוע של ניוקומן
2	6.1.2 המנוע של ג'יימס וואט
2	6.1.3 המנוע של אוטו
2	6.1.4 המנוע של דיזל
1	6.1.5 מנוע עם שתי פעימות

שעות	נושאי הלימוד
1	מנוע עם ארבע פעימות 6.1.6
6	7 אנרגיות ירוקות
1	תאוריית השיא של האברט 7.1
1	השפעת תנודתיות מחירי הדלק והאנרגיה על הכלכלה והחיים 7.2
2	השפעות שרפת דלק על הסביבה 7.3
2	הגדרת באנרגיה ירוקה 7.4
10	8 תכונות קיטור
2	מצבי קיטור: 8.1
	קיטור רווי – דרגת יובש 8.1.1
	יבש (שחון) 8.1.2
2	שימוש בטבלאות קיטור 8.2
2	שימוש בדיאגרמות T-S ו-I-S של קיטור 8.3
2	מחזור רנקין 8.4
2	סקירת שיטות ליצור קיטור 8.5
	דלק מוצק (פחם) 8.5.1
	דלק נוזלי 8.5.2
	דלק גזי 8.5.3
	אנרגיה אטומית 8.5.4
	מקורות אנרגיה חלופיים 8.5.5
4	9 מבנה דוד קיטור
2	מבנה דוד צינורות מים 9.1
1	הפקת קיטור שחון 9.2
1	השפעת איכות המים 9.3
4	10 עקרונות פעולה של מנועי קיטור
2	עקרון פעולה של מנוע קיטור אידאלי (לפי מחזור רנקין) 10.1
1	השפעת מעבה הקיטור על הנצילות 10.2
1	נצילות תרמית 10.3

שעות	נושאי הלימוד
6	11 מדחסים
2	11.1 הגדרת מדחס
2	11.2 סוגי מדחסים
	11.2.1 מדחס חד דרגתי
	11.2.2 מדחס רב דרגתי עם וללא קירור ביניים
	11.2.3 מדחס רדיאלי
	11.2.4 מדחס צירי
2	11.3 דיאגרמת מחזור וחישובי מחזור במדחס חד דרגתי בלבד
8	12 מבוא לקירור
1	12.1 מהו קירור?
1	12.2 התפתחות קירור בדחיסה. סקירה היסטורית
2	12.3 מחזור קירור דיאגרמת מולייר
1	12.4 מנגנוני בקרה במערכות קירור
1	12.5 סוגי שונים של קרר
1	12.6 קירור בספיגה
1	12.7 שיקולים ירוקים במערכות קירור
8	13 רכיבי מערכת קירור וחישובם
4	13.1 חישוב מאיידים
2	13.2 חישוב מעבים
2	13.3 חישוב מדחסים
6	14 עקרונות מיזוג אוויר
	14.1 תכונות פיזיקליות של אוויר
1	14.1.1 טמפרטורה יבשה
1	14.1.2 טמפרטורה לחה
1	14.1.3 נקודת טל
1	14.1.4 לחות יחסית
1	14.1.5 חום מורגש
1	14.1.6 חום כמוס

שעות	נושאי הלימוד
10	15 חישוב מערכות מיזוג אוויר
	15.1 חישוב תהליכי מיזוג אוויר
2	15.1.1 תהליך קירור
1	15.1.2 תהליך חימום
1	15.1.3 ייבוש אוויר
1	15.1.4 הרטבת אוויר
5	15.2 שימוש בדיאגרמות
72	סה"כ טרימסטרים ד+ה
108	סה"כ כללי

ד. דרכי הוראה

1. בזמן ההוראה יש להדגיש את קשרי הגומלין בין תחום הדעת לסביבה: השפעות חיוביות, השפעות שליליות ודרכים לצמצום ההשפעות השליליות.
2. יש להציג דוגמאות רבות ככל האפשר מן הסביבה המוכרת לסטודנטים. מומלץ להשתמש בנתונים עדכניים על צריכת אנרגיה ממקורות כגון הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה והעיתונות.
3. יש להציג בעיות שפתרוןן דורש שילוב של ידע בתרמודינמיקה.

ה. רשימת מושגים ומילות מפתח

תרמודינמיקה, קלורימטריה, מצב צבירה, תחנת כוח, מנוע חום, אנרגיה ירוקה, קיטור, מדחס, קירור, מיזוג אוויר. פירוט מורחב של המושגים השייכים לכל תחום מצוי בתכנית.

ו. ספרי לימוד מומלצים

1. תרמודינמיקה טכנית. אינג' מינץ ל', הוצאת יסוד תל אביב, 1972.
2. תרמודינמיקה טכנית. (קורס מצומצם להנדסאים) אינג' פלדשטיין ב', הוצאת אורט ישראל 1988.

ז. ביבליוגרפיה (מקורות נוספים)

1. תרמודינמיקה יחידות 1-6. וייס ש', הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
2. תרמודינמיקה יחידות 7-9. וייס ש', הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.