

מגמת הנדסת חשמל, בקרה ואנרגיה

התמחות: **בקרת אקלים**

תוכנית הלימודים בנושא

תרמודינמיקה ותורת הקירור

כחלק מהמקצוע המוביל

מערכות חשמל

סמל מקצוע: 33.202

מהדורת ניסוי

תוכן עיניינים

3.....	תרמודינמיקה ותורת הקירור – כיתה י'
3.....	יעדים לימודיים
4.....	תרמודינמיקה ותורת הקירור – לימודים עיוניים
5.....	תרמודינמיקה
5.....	פרק 1: יסודות תורת החום
5.....	פרק 2: חוקי הגזים האידיאליים
5.....	פרק 3: החוק הראשון של התרמודינאמיקה
6.....	פרק 4: תהליכים תרמודינמיים
6.....	פרק 5: החוק השני של התרמודינאמיקה
6.....	תורת הקירור
6.....	פרק 6: מחזור קירור בסיסי
7.....	פרק 7: תיאור פעולת מחזור הקירור – מישור P-H
7.....	פרק 8: מדחסים
8.....	פרק 9: מאיידים
8.....	פרק 10: מעבים
8.....	פרק 11: מכשירי הצרה
9.....	תורת הקירור - לימודים התנסותיים
9.....	פרק 1: הכרת ציוד מעבדתי, ובטיחות בעבודה
9.....	פרק 2: עבודות צנרת
10.....	פרק 3: יסודות אספקת חשמל למערכות קירור
10.....	פרק 4: מכשירי בקרה במערכות קירור
10.....	פרק 5: בניית מערכת קירור בסיסית

תרמודינמיקה ותורת הקירור – כיתה י

חלוקת השעות ללימודי תרמודינמיקה ותורת הקירור נתונה בטבלה שלהלן:

סה"כ	סה"כ		י"א		י'		שם מקצוע
	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	תרמודינמיקה ותורת הקירור
4	2	2			2	2	

יעדים לימודיים

התלמידים עד סוף שנת הלימודים תוכלו:

- להכיר לעומק את החוקי הגזים של תרמודינמיקה, תהליכים תרמודינמיים המתרחשים בגזים ותורת החום.
- לדעת מחזור קירור בסיסי, רכיבים של מערכת קירור.
- לבנות עבודת מערכת קירור על פני דיאגרמה לחץ-אנטלפיה.
- ללמוד כללי בטיחות בסדנא ותנאי שימוש בכלי עבודה בסדנה לימודית.
- לבנות מערכת קירור בסיסית עובדת.

תרמודינמיקה ותורת הקירור – לימודים עיוניים

תכנים

שעות	נושא
	<u>תרמודינמיקה</u>
4	1 פרק יסודות תורת החום
8	2 פרק חוקי הגזים האידיאליים
6	3 פרק החוק הראשון של התרמודינמיקה
6	4 פרק תהליכים תרמודינמיים
6	5 פרק החוק השני של התרמודינמיקה
	<u>תורת הקירור</u>
4	6 פרק מחזור קירור בסיסי
6	7 פרק תיאור פעולת מחזור הקירור – מישור P-H
8	8 פרק מדחסים
4	9 פרק מאיידים
4	10 פרק מעבים
4	11 פרק מכשירי הצערה
60	סה"כ:

תרמודינמיקה

פרק 1: יסודות תורת החום

- 1.1 מערכות של יחידות מידה: מערכת טכנית ומערכת בין-לאומית SI
- 1.2 הגדרת יחידות מידה והשוואה בין יחידות מידה במערכת טכנית לבין יחידת מידה במערכת בין-לאומית SI
- 1.3 הגדרות יסוד: מצב צבירה, אנרגיה, מסה, כוח, משקל, צפיפות, משקל סגולי, נפח סגולי, לחץ, טמפרטורה. אנטלפיה, חום מורגש וחום כמוס, לחץ מוחלט.

סה"כ שעות: 4 שעות

פרק 2: חוקי הגזים האידיאליים

- 2.1 הגדרת גזים אידיאליים.
- 2.2 חוק בויל-מריוט - טמפרטורה קבועה.
- 2.3 חוק ג'י-לוסק - לחץ קבוע.
- 2.4 משוואת מצב הגז קלפירון - קבוע הגז.
- 2.5 ערך של קבוע הגז.
- 2.6 חוק אבוגדרו.
- 2.7 תערובת גזים, חוק דלטון, לחץ חלקי של גז.
- 2.8 חום סגולי של גז, חום סגולי בנפח קבוע, חום סגולי בלחץ קבוע, חום סגולי של תערובת גזים.

סה"כ שעות: 8 שעות

פרק 3: החוק הראשון של התרמודינאמיקה

- 3.1 אנרגיה פנימית של גז.
- 3.2 הגדרת האנטלפיה.
- 3.3 עבודה חיצונית, תיאור במישור P-V.
- 3.4 חוק שימור האנרגיה.
- 3.5 חוק ראשון של התרמודינאמיקה.

סה"כ שעות: 6 שעות

פרק 4: תהליכים תרמודינמיים

- 4.1 הגדרת תהליכים תרמודינמיים, תהליך הפיך.
- 4.2 תהליך איזוכורי.
- 4.3 תהליך איזוברי.
- 4.4 תהליך איזותרמי.
- 4.5 תהליך אדיאבטי.
- 4.6 תהליך איזנטרופי ופוליטרופי.

סה"כ שעות: 6 שעות

פרק 5: החוק השני של התרמודינאמיקה

- 5.1 הגדרת החוק השני של התרמודינאמיקה.
- 5.2 מחזור ישר ומחזור הפוך.
- 5.3 מחזור קרנו.
- 5.4 הגדרת האנטרופיה.
- 5.5 משוואות שינוי האנטרופיה בתהליכים תרמודינמיים יסודיים.
- 5.6 מישור-T, סרטוט תהליכים תרמודינמיים.

סה"כ שעות: 6 שעות

תורת הקירור

פרק 6: מחזור קירור בסיסי

- 6.1 מדידה של לחץ וטמפרטורה.
- 6.2 שינוי מצב צבירה. תהליכי עיבוי ואידוי בלחצים שונים.
- 6.3 תיאור מחזור קירור בשיטת דחיסת האדים.
- 6.4 הגדרת מחזור הקירור כמחזור משאבת חום.
- 6.5 מערכת קירור בסיסית: מדחס, מעבה, שסתום התפשטות, מאדה.
- 6.6 מחזור קירור כמחזור קרנו, הסבר בדיאגרמת-T, חישוב מקדם הביצוע (C.O.P, EER,) של מחזור משאבת חום למצב קירור ולמצב חימום.

סה"כ שעות: 4 שעות

פרק 7: תיאור פעולת מחזור הקירור – מישור P-H

- 7.1 מבנה מישור P-h.
- 7.2 סרטוט מחזור קירור תיאורטי – מישור P-h.
- 7.3 מאזן חום ומאזן מסה של מחזור קירור. חישוב כמויות חום של מאדה, מדחס ומעבה.
- 7.4 חישוב מקדם הביצוע COP.
- 7.5 חישוב תיאורטי ומעשי של הספק מנוע המדחס.
- 7.6 קירור יתר של נוזל הקירור ושיחון גז הקירור. חישוב מקדם הביצוע.
- 7.7 הבדלים בין מחזור תיאורטי למחזור מעשי (פירוט הפסדים במחזור)

סה"כ שעות: 4 שעות

פרק 8: מדחסים

- 8.1 סוגים וסיווג מדחסים.
- 8.2 שיטות הנעת מדחסים: רצועות וגלגל תמסורת, מצמד וישר.
- 8.3 מדחס בוכנתי פתוח, סגור וחצי-סגור. מבנה מכני, שיטות קירור, גוף חימום אגן השמן.
- 8.4 נצילות נפחית, חלל שווא, יחס דחיסה. השפעת טמפרטורת העיבוי וטמפרטורת האידוד על ביצועי המדחס.
- 8.5 שיטות התנעת מדחסים.
- 8.6 ויסות תפוקה של מדחס בוכנתי: פנימי, חיצוני על-ידי ברזים חשמליים, מעבר עוקף לגז חם.
- 8.7 מדחס סקרול ומדחס רוטטיבי.
- 8.8 מדחס צנטריפוגלי.
- 8.9 מדחס בורגי. (חד בורגי ודו בורגי)
- 8.10 הרכבת מדחסים ומניעת העברת רעידות, בולמי זעזועים, קפיצים, בסיס בטון, בסיס פלדה.

סה"כ שעות: 8 שעות

פרק 9: מאיידים

- 9.1 מאדים להתפשטות ישירה: פלטה, צינור וצלעות. הסעה טבעית ומאולצת.
- 9.2 מאדים לקירור עקיף: סליל, צינור בתוך צינור, פלטה, נחשון, צ'ילר.
- 9.3 מבנה סוללת קירור (צינור וצלעות). חישוב שטח מעבר חום.
- 9.4 חישוב הפרש טמפרטורה של מאדה ותפוקת קירור.

סה"כ שעות: 4 שעות

פרק 10: מעבים

- 10.1 מבנה מעבה אוויר.
- 10.2 מבנה מעבה מים.
- 10.3 חישוב שטח מעבר חום, הפרש טמפרטורה ופליטת חום.
- 10.4 בעיית לחץ ראש במתקן קירור.
- 10.5 ויסות לחץ ראש בשיטות שונות

סה"כ שעות: 4 שעות

פרק 11: מכשירי הצרה

- 11.1 צינור נימי.
- 11.2 שסתום התפשטות ידני.
- 11.3 שסתום התפשטות אוטומטי.
- 11.4 שסתום התפשטות תרמי בלי ועם משוואה לחץ חיצון.
- 11.5 שסתום התפשטות אלקטרוני.
- 11.6 מצוף צד לחץ גבוה ומצוף צד לחץ נמוך.
- 11.7 מיקום והתקנת מכשירי הצרה, מפלג זרימה.

סה"כ שעות: 4 שעות

תורת הקירור - לימודים התנסותיים

כיתה י' - 60 שעות

תכנים

שעות	נושא
12	פרק 1 הכרת ציוד מעבדתי ובטיחות בעבודה (בטיחות אש ועזרה ראשונה)
12	פרק 2 עבודות צנרת
10	פרק 3 יסודות אספקת חשמל למערכות קירור
6	פרק 4 מכשירי בקרה במערכות קירור
20	פרק 5 בניית מערכת קירור בסיסית
60	סה"כ:

פרק 1 : הכרת ציוד מעבדתי , ובטיחות בעבודה

- 1.1 בטיחות במעבדה.
- 1.2 הכרת מכשירי מדידה ושיטות מדידה מכניים וחשמליים, כגון: קליבר, מד מרחק לייזר, רב מודד, מד-זרם צבת, מד בידוד (מגר)
- 1.3 ביצוע מדידות, רישום נתונים ועריכת דוח מעבדה.
- 1.4 שימוש בקררים, מכלי אחסון, שיטות להעברת קרר, עקרונות לבדיקת האטימות של מערכת הקירור גילוי דליפות קור, ביצוע וקום.
- 1.6 מבנה מכני של מדחס בוכנתי. זיהוי הצינורות וסדר החיבורים למערכת.
- 1.7 מערכת חשמלית של מדחס בוכנתי סגור: זיהוי מגעים של מדחס, מקרר ומזגן. ניתוח תוצאות מדידה, הפעלת מדחס ובדיקת הנתונים.

סה"כ שעות: 12 שעות

פרק 2 עבודות צנרת

- 2.1 מדידות צנרת.
- 2.2 חיתוך, כיפוף, הרחבה, הפשלה של צינורות נחושת.
- 2.3 כללי בטיחות ואופן ביצוע של הלחמות.
- 2.4 בניית מוצר מצינורות נחושת המאחד את כל המיומנויות שנרכשו בזמן הלימודי צנרת.

סה"כ שעות: 12 שעות

פרק 3: יסודות אספקת חשמל למערכות קירור

- 3.1 הכרת צורת אספקת זרם תלת מופעי ווחד- מופעי. ביצוע מדידה של מתחי אספקה, בדיקת סדר הפאזות ושמעותם, הכרת מוליכי האספקה.
- 3.2 הכרה של הגנות חשמל : מאיז, מאמיית וממסר פחת. כיצד בוחרים את גודל ההגנה, מאפייניים וזיהוי תקלות

סה"כ שעות: 10 שעות

פרק 4: מכשירי בקרה במערכות קירור

- 4.1 הכרת חיישנים, מתמרים ומכשירי בקרה אנלוגיים כגון: תרמוסטט, פרסוסטט, טיימר. תפקיד המתמר במערכת, סדר חיבורי החשמל
- 4.2 הכרת חיישנים מתמרים ומכשירי בקרה ספרתיים כגון: בקרים מסוגים שונים, אופן חיבורם, הזנת נתונים, איתור תקלות

סה"כ שעות: 6 שעות

פרק 5 : בניית מערכת קירור בסיסית

- 5.1 חיבור רכיבים של מערכת למיקומם.
- 5.2 חיבורי צנרת נחושת.
- 5.3 ווקום, בדיקת נזילות, מילוי קרר למערכת.
- 5.4 חיבורי חשמל.
- 5.5 הפעלת מערכת ואיתור תקלות.

סה"כ שעות: 20 שעות