



משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה

# תכנית לימודים

התמחות: **בניית מכונות**

מקצוע: **טיפול תרמי**

כיתה: **י"ג**

תשס"ז 2007

# טיפול תרמי

שעות לימוד: 72 שעות

טרימסטרים: א, ב

## א. מבוא

הנדסת חומרים שהיא ענף מדעי הנתון בתהליך התפתחות תמידי מהווה נדבך הכרחי בעבודתם של טכנאים, הנדסאים ומהנדסים. תכנית לימודים זו עוסקת בהבנת עקרונות בסיסיים של מבנה החומר וקשירתם לתכונותיו ההנדסיות. המבנה הכללי של התכנית הוא מן המיקרו אל המקרו, ראשיתה בהבנת מבנה האטום, המשכה בקשרים בין אטומיים, מבנה הסריג ופגמיו ולבסוף תכונותיו ההנדסיות של החומר לרבות תכונות מכניות, פיסיקליות ועמידות בתנאי סביבה. התכנית עוסקת בסגסוגות ברזליות ובסגסוגות אל-ברזליות, לאחר הקניית הבנה של העקרונות הבסיסיים שהוזכרו מתמקדת התכנית בטיפולים תרמיים ובטיפולים תרמו-מכניים. הקורס יועבר בדרך של הרצאות ותרגולים פרונטליים, ההערכה תיעשה על סמך בוחן אמצע טרימסטר ובחינה סופית בסופו.

## ב. מטרות

1. הכרת עקרונות בסיסיים של מבנה החומר והקשר לתכונותיו המכניות
2. הכרת פלדות וסגסוגות אל-ברזליות
3. הבנת עקרונות של סגסוג טיפולים תרמיים וטיפולים תרמו-מכניים
4. הקניית כלים בסיסיים לבחירת חומרים
5. הכרת תהליכי דגרדציה בעלי חשיבות תעשייתית (זחילה, התעייפות)

## ג. פירוט התכנים (נושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	<b>טרימסטר א</b>
3	<b>1 מבנה החומר</b> 1.1 מבנה האטום 1.2 הטבלה המחזורית 1.3 קשרים כימיים
6	<b>2 קריסטלוגרפיה</b> 2.1 מבנים גבישיים (BCC, FCC,CPH) 2.2 כיוונים ומישורים בסריג
3	<b>3 פגמים נקודתיים בסריג</b> 3.1 היעדרויות וחדירויות
9	<b>4 נקעים</b> 4.1 סוגי נקעים (קצה, בורגי, מעורב) 4.2 תנועת נקעים 4.3 נקעים ודפורמציה פלסטית (עיווי פלסטי) 4.4 מערכות החלקה
9	<b>5 תכונות מכניות</b> 5.1 מתיחה 5.2 קשיות 5.3 נגיפה
6	<b>6 דיפוזיה</b> 6.1 חוק פיק הראשון 6.2 חוק פיק השני
<b>36</b>	<b>סה"כ</b>
	<b>טרימסטר ב</b>
3	<b>7 דיאגרמת פאזות בינארית</b> 7.1 דיאגרמה איזומופרית 7.2 חוק המנוף
6	<b>8 דיאגרמת ברזל-פחמן</b> 8.1 פאזות ומבנים (פריט, צמנטיט, אוסטניט, פרליט) 8.2 ראקציה אוטקטית וראקציה אוטקטואידית 8.3 חוק המנוף 8.4 מהלך קירור אוטקטואידי, היפראוטקטואידי, היפואוטקטואידי

שעות	נושאי הלימוד
3	<b>9 סוגי פלדות</b> פלדות פחמניות 9.1 פלדות בעלות חוזק גבוה 9.2 פלדות מסוגסגות 9.3 פלדות כלים 9.4 פלדות אל-חלד 9.5
3	<b>10 נוקלאציה וגידול</b> נוקלאציה 10.1 גידול 10.2
3	<b>11 מנגנוני הקשיה</b> הקשיה באמצעות הקטנת גודל גרעין 11.1 הקשיית מעוותים 11.2 הקשיה באמצעות תמיסה מוצקה 11.3 הקשיית מתבדלים 11.4
5	<b>12 זחילה</b> ניסוי זחילה 12.1 עקומת זחילה 12.2 זחילה דיפוזיונית 12.3 זחילת נקעים 12.4
3	<b>13 התעייפות</b> עומס מחזורי 13.1 מנגנוני כשל בהתעייפות 13.2 גבול התעייפות 13.3
6	<b>14 טיפולים תרמיים</b> ריפוי וסוגיו 14.1 נורמליזציה 14.2 ספרואידיזציה 14.3 חיסום והרפייה 14.4 דיאגרמות TTT ו-CCT 14.5
4	<b>15 סגסוגות אל-ברזליות</b> אלומיניום וסגסוגותיו 15.1 טיטניום וסגסוגותיו 15.2 נחושת וסגסוגותיה 15.3 מגנזיום וסגסוגותיו 15.4
36	סה"כ

## ד. דרכי הוראה

הקורס יועבר בדרך של הרצאות פרונטליות בשילוב תרגול שיכלול פתרון בעיות מספריות.

## ה. מטלות עיקריות

דף תרגילים שבועי, בוחן אמצע ובחינה סופית

## ו. רשימת מושגים ומילות מפתח

אטום, פרוטון, נייטרון, אלקטרון, מולקולה, קשר יוני, קשר קוולנטי, קשר מתכתי, גביש, סריג, FCC, BCC, CPH, מקדם אריזה, מספר קואורדינציה, משפחת כיוונים, משפחת מישורים, היעדרות, חדירות, נקע קצה, נקע בורגי, נקע מעורב, מערכת החלקה, מאמץ כניעה, מאמץ UTS, התארכות לשבר, הפחתת שטח החתך, עקבה, מקדם הדיפוזיה, שטף, מפל (גרדיאנט) ריכוזים, חוק המנוף, ריאקציה אוטקטית, ריאקציה אוטקטואידית, פריט, צמנטיט, פרליט, בייניט, מרטנזיט, מרטנזיט מורפה, תמיסה מוצקה, מתבדלים, זחילה שניונית, זחילת נקעים, זחילה דיפוזיונית, זחילת מעבר, שדות מאמצים, שדות מעוותים, גבול התעיפות, מבנה אוטקטואידי, מבנה היפו-אוטקטואידי, מבנה היפר-אוטקטואידי, ריפוי, הרפיה, חיסום, נורמליזציה, ספרואידיזציה, דיאגרמת TTT, דיאגרמת CCT.

## ז. ספרי לימוד מומלצים

אלון ד', ברנדון ד, נדיב ש', רוזן א'. (1974). **מבוא להנדסת חומרים**, חיפה: הוצאת מכלול.

פישביין יוסף. (1993). **הנדסת חומרים וטיפול תרמי**, תל-אביב: הוצאת אורט, ישראל.

ביבליוגרפיה (מקורות נוספים)

W. D. Callister – “Materials Science and Engineering an Introduction”, New York, NY: John Wiley & Sons, 7<sup>th</sup> edition