



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

שם התכנית: **לימודי תשתית**

מקצוע: **תכן מכני**
(פרקי מכונות)

כיתה: **י"ד**

תשס"ט 2009

תכן מכני

(חלקי מכונות)

שעות לימוד: 96
טרימסטרים: ג*, ד, ה
דרישות קדם: תכן מכני לטכנאים
מבחן חיצוני: מכניקה הנדסית ה, סמל שאלון: 710003

א. מבוא

- במסגרת קורס זה, יכירו הסטודנטים בנוסף לעקרונות התכן בעומס סטטי גם את עקרונות התכן בעומס דינאמי.
- הסטודנטים יכירו וילמדו את העקרונות של התכן של קבוצה נוספת של חלקי מכונות.
- הסטודנטים יבינו את הקשר בין התכונות המכניות של חומר החלק לבין ממדיו והעומסים שפועלים עליו, בהתאם לתפקידו בתוך המערכת המכנית והקשרים עם חלקי מכונות אחרים.
- יש לשים דגש גם על טכנולוגיות הייצור השונות שעשויות להשפיע על הגאומטריה של חלקי המכונות.

ב. מטרות

1. הכרת מושגי יסוד של תכן בעומס דינאמי (משתנה).
2. הכרת מושגי יסוד של תקנים עבור חלקי מכונות.
3. הכרת חישובי חוזק בעומס סטטי ודינאמי עבור קבוצה של חלקי מכונות.
4. הכרת קטלוגים של חלקי המכונה.

ג. פירוט התכנים (הנושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	טרימסטר ג* 24 שעות
8	<p>1 מבוא לתכן בעומס דינאמי (משתנה)</p> <p>1.1 מאמצים משתנים ותופעת ההתעייפות שח החומר</p> <p>1.2 מאמצים מחזוריים: מאמץ ממוצע, האמפליטודה של המאמץ</p> <p>1.3</p> <p>1.4 ניסוי ההתעייפות, חוזק גבולי להתעייפות,</p> <p>1.5 חוזק גבולי להתעייפות של חלק: גורמים המשפיעים על החוזק הגבולי</p> <p>1.6 מקדמי ריכוז מאמץ</p> <p>מקדם בטיחות להתעייפות: קריטריוני כשל (Soderberg, Goodman)</p>
8	<p>2 תכן גלים ב</p> <p>2.1 מהלכי עומס לאורך הגל: כוח צירי, מומנטי כפיפה, מומנט פיתול</p> <p>2.2</p> <p>2.3 מאמץ השקול בעומס סטטי ובדיקת תנאי החוזק</p> <p>2.4 תנאי החזק בעומס דינאמי</p> <p>2.5 קביעת הגאומטריה של הגל, דרישות דיוק</p> <p>2.6 עיווי כפיפה של הגל; חישובים מקורבים</p> <p>2.7 עיווי פיתול של הגל</p> <p>המהירות הקריטית של הגל, ומניעת תופעת התהודה</p>
8	<p>3 תכן ברגים ב</p> <p>3.1 הקשר בין הכוח הצירי ובין מומנט הסגירה של הבורג (חישוב מלא)</p> <p>3.2 בורגי הידוק: קביעת הכוח הצירי בבורג ובדיקת תנאי החוזק</p> <p>3.3</p> <p>3.4 בורגי הידוק עם הידוק מוקדם: כוח הידוק מוקדם, כוח כולל, כוח יעיל, כוח שארתי, הבטחת האטימה</p> <p>3.5 בורגי הנעה; תנאי החוזק ובדיקתה יציבות (קריסה)</p> <p>3.6 בורגי גלילה: אורך חיים, יציבות ומהירות קריטית</p> <p>בורגי גליה: בחירת בורג מקטלוג</p>

שעות	נושאי הלימוד
------	--------------

	טרימסטר ד	36 שעות
8	4 מחברי ריתוך	<p>מבוא: מבנה, סוגי תפרים, ותקני סימון 4.1</p> <p>חומרים ומאמצים מותרים 4.2</p> <p>תכן מחברי ריתוך עמוסים בעומס סימטרי 4.3</p> <p>תכן מחברי ריתוך עמוסים בעומסים מורכבים; השיטה המקורבת של מאמצים קווים 4.4</p>
12	5 תקן קפיצים	<p>מבוא לקפיצים; תכונות, שימוש, קבוע הקפיץ, חיבור קפיצים, עבודה ואנרגיה 5.1</p> <p>קפיץ בורגי גלילי: גאומטריה, אינדקס הקפיץ 5.2</p> <p>קפיץ בורגי גלילי: חישובי תכן ועיווי 5.3</p> <p>תכן קפיץ לחיצה 5.4</p> <p>תכן קפיץ מתיחה 5.5</p> <p>מוט פיתול: תנאי החוק העיווי, עבודה 5.6</p> <p>קפיץ שטוח וקפיץ עלה: תנאי החוק העיווי, עבודה 5.7</p>
8	6 מצמדים ב	<p>מצמדי חיכוך, תהליך ההצמדה והפרדה, חומרים 6.1</p> <p>מצמד חיכוך שטוח, תכן לפי הנחת בלאי קבוע ותכן לפי ההנחה לחץ קבוע 6.2</p> <p>מצמד חיכוך רב-דיסקאות 6.3</p> <p>מצמד קוני, תכן לפי הנחת בלאי קבוע ותכן לפי ההנחה לחץ קבוע 6.4</p> <p>מצמדים גבוליים להגבלת מומנט 6.5</p>
8	7 ממסרות רצועה	<p>מבוא: עקרון פעולה, סוגי רצועות 7.1</p> <p>חומרים עבור רצועות 7.2</p> <p>התנאי ליצירת מומנט החיכוך, מתיחת הרצועה 7.3</p> <p>הכוחות בענפי הרצועה 7.4</p> <p>מאמצים ברצועה, תנאי החוק 7.5</p> <p>תכן ממסרת רצועה שטוחה 7.6</p>

שעות	נושאי הלימוד
	7.7 ממסרת רצועה טריזית (רצועה V) – מבנה, סוגים וחומרים
	7.8 תכן ממסרת רצועה טריזית – שימוש בקטלוגים של יצרנים
	7.9 רצועות תזמון: עקרון פעולה, סוגים מבנה
	טרימסטר ה
	36 שעות
10	8 גלגלי שיניים גליליים עם שיניים ישרות
	8.1 גאומטריה של גלגל השיניים עם שיניים ישרות
	8.2 מודול השן
	8.3 תנאי השילוב
	8.4 עקומת פרופיל השן ומבנה השן
	8.5 מספר שיניים מזערי
	8.6 כוחות השילוב
	8.7 כשל השן
	8.8 תכן גלגל שיניים בהתאם לתנאי החוזק לכפיפה
	8.9 תכן גלגל שיניים בהתאם לתנאי החוזק למגע בהתעייפות
4	9 גלגלי שיניים גליליים עם שיניים משופעות
	9.1 גאומטריה של גלגל השיניים עם שיניים משופעות
	9.2 מודול השן: מודול נורמלי ומודול חזיתי
	9.3 מספר שיניים מזערי
	9.4 כוחות השילוב
	9.5 תכן גלגל שיניים בהתאם לתנאי החוזק לכפיפה
	9.6 תכן גלגל שיניים בהתאם לתנאי החוזק למגע בהתעייפות
4	10 גלגלי שיניים קוניים
	10.1 גאומטריה של גלגל השיניים קוניים
	10.2 מודול השן: מודול מוצע
	10.3 כוחות השילוב

ד. דרכי הוראה

1. בזמן הוראת המקצוע יש להדגיש את חשיבות השליטה במושגים.

2. יש להציג דוגמאות רבות ככל האפשר של מכלולים מכניים כדי להבין את תפקיד החלק בתוך המכלול.

3. שילוב ידע של חומרים ומכניקה הנדסית לצורך תכן חלקי מכונות.

ה. רשימת מושגים ומילות מפתח

פרק 1: חוזק גבולי להתעייפות, מקדם בטיחות להתעייפות, ריכוז מאמץ, אורך חיים אין סופי

פרק 2: גל וסמכים, מהלך מומנט כפיפה ומומנט פיתול, מאמץ שקול, עיווי כפיפה ופיתול, מהירות קריטית

פרק 3: בורג הידוק, בורג הנעה, תברג, פסיעה, מעלה התברג, נעילה עצמית, נצילות תברג, מומנט סגירה

פרק 4: תפר ריתוך, תפר השקה, תפר מילאת, מאמץ קווי

פרק 5: קבוע קפיץ, אינדקס קפיץ, קוטר קפיץ, עבודה ואנרגיה, מערכת קפיצים

פרק 6: מומנט חיכוך ומומנט נומינאלי, הצמדה והפרדה, כוח הצמדה, בלאי אחיד, לחץ אחיד, מומנט גבולי

פרק 7: רצועה שטוחה, רצועה טריזית, ענף פעיל וענף סביל, מאמץ צנטריפוגלי, קוטר מזערי, זווית חביקה, מקדם חיכוך ומקדם חיכוך מדומה

פרק 8: מעגל חלוקה, פסיעה ומודול, מודול תקני, מרחק בין צירים, זווית שילוב, מספר שיניים מזערי, פרופיל שן, מקדם שילוב

פרק 9: פסיעה ומודול מצחי, פסיעה ומודול נורמלי

פרק 10: פסיעה ומודול ממוצע, זווית הקונוס, קונוס חלוקה

פרק 11: חילזון, גלגל חלזוני, מודול ופסיעה (נורמלי חזיתי וצירי), מהירות החלקה, נצילות

פרק 12: גלגל מרכזי - שמש, גלגל פלנטארי, חוליית חיבור

פרק 13: חוליה ופרק, מספר שיניים מזערי, מספר חוליות

פרק 14: מומנט בלימה, כוח בלימה

ו. ספרי לימוד מומלצים

1. וינגר יוג'ין, פרישמן מיכאל ואחרים (1999). **חלקי מכונות I**, תל-אביב: אורט ישראל.
2. וינגר יוג'ין, פרישמן מיכאל ואחרים (2000). **חלקי מכונות II**, תל-אביב: אורט ישראל.
3. וינגר יוג'ין, מיכאל פרישמן ואחרים (2001). **חלקי מכונות III**, תל-אביב: אורט ישראל.

ז. ביבליוגרפיה (מקורות נוספים)

1. אלפרוביץ י'. (1978). **לוחות טכניים לחלקי מכונות**, תל-אביב: אורט ישראל.
2. גולומב מ'. (1987). **אטלס תיכון חלקי מכונות**, תל-אביב: אמ-טל.
3. Shigley, Joseph Edward, Mischke, Charles R., Budynas, Richard G. (2004). *Mechanical Engineering Design*, 7th ed., New York, NY: McGraw-Hill.
4. Budynas, Richard G., Nisbett Keith J. (2007). *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 8th ed., New York, NY: McGraw-Hill.