

פיסיקה

תכנית לימודים למסלולים הטכנולוגיים שאינם ניגשים לבחינות הבגרות

ירושלים התשמ"ט

מהדורה ראשונה

משרד החינוך והתרבות
המזכירות הפדגוגית
המינהל הפדגוגי
האגף לתכניות לימודים

פ י ס י ק ה

תכנית לימודים למסלולים הטכנולוגיים
שאינם ניגשים לבחינות הבגרות

תל

ירושלים, התשמ"ט

מהדורה ראשונה

תכנית זו הוכנה בידי צוות שמונה על ידי המפמ"ר על הוראת הפיסיקה ואושרה על ידי ועדת המקצוע לפיסיקה.

חברי הצוות המכין:

דוד סלע - מפמ"ר על הוראת הפיסיקה וחבר צוות פיסיקה באגף לתכניות לימודים - **מרכז הצוות המכין**
ד"ר ישראל כץ - אוניברסיטת תל אביב; מרכז פרוייקט פעימ"ה, המכון לאמצעי הוראה, תל אביב
פרופ' מנחם פיינגולד - מרכז פרוייקט "פיסיקה של מערכות טכנולוגיות", המרכז להוראת המדעים, הטכניון, חיפה

חברי ועדת המקצוע:

פרופ' גניאל אורי - מכון ויצמן למדע, רחובות, יו"ר הוועדה
סלע דוד - מפמ"ר על הוראת הפיסיקה, משרד החינוך והתרבות - **מרכז הוועדה**
ארליך עמירם - מפקח על הוראת הפיסיקה, רשת עמל
ברוקר חיים - בית ספר תיכון אהל שם, רמת גן
גוטליב שמחה - מפמ"ר על הוראת מדעי הטבע, משרד החינוך והתרבות
גלר צבי - המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות
ורדין פנחס - בית ספר מקיף ד', באר שבע
זינגר דוד - המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות
ד"ר מידב מאיר - בית הספר לחינוך, אוניברסיטת תל אביב
פרופ' עילם גד - הטכניון, חיפה
רוזן עדי - בית ספר רנה קסן, ירושלים, מדריך ארצי לפיסיקה
פרופ' שדמי יהודה - מכללת אורנים, אוניברסיטת חיפה
ד"ר שרגאי יעקב - האגף לחינוך מדעי וטכנולוגי, משרד החינוך והתרבות

עריכת הלשון: נעמי פרידמן

עריכה סופית והבאה לדפוס: נעמי ארנון, ממונה על תכניות לימודים (סילבוס) האגף לתכניות לימודים, ירושלים

הדפסה וסדר מחשב: שולמית ירושלמי

תוכן העניינים

חלק א – התפיסה הרעיונית של התכנית

5	מבוא
6	ייחוד האפיונים של אוכלוסיית היעד
6	המטרות
7	דרכי הוראה וחומרי למידה
7	היקף הלימודים

חלק ב – פירוט התכנים וחמרי הלמידה

9	תכנית פעימ"ה
15	פיסיקה של מערכות טכנולוגיות

חלק א – התפיסה הרעיונית של התכנית

מבוא

תכנית הלימודים המוצעת בזה מיועדת לתלמידי המסלולים הטכנולוגיים שאינם לומדים לקראת בחינות הבגרות.

התכנית מבוססת על ארבע הנחות עיקריות:

1. עד עתה, לא חוברו תכניות לימודים בפיסיקה, המותאמות לנתונים ולצרכים של אוכלוסיית תלמידים זו. בעבר, נהגו להשתמש בתכניות לימודים בפיסיקה, שהוכנו בשביל תלמידי הרמות הגבוהות של הוטיב הטכנולוגי או בשביל בית הספר העיוני. תכניות אלו הותאמו לתנאים הקיימים ברמות אלה, תוך דילוג על פרקים קשים. בדיקת המצב העלתה, שהתאמה זאת לא ענתה על צורכי השדה. התכנית המוצעת בזה נועדה להדריך את המורה בקביעת קווים מנחים לבניית מערך הוראה שיתאים לתלמידי כיתתו. כמו כן מיועדת התכנית לשמש בסיס לפיתוח חומר לימודי מתאים.
 2. על לימודי הפיסיקה להקנות לתלמידים אלה מושגים בסיסיים שיאפשרו להם התמודדות הן עם מושגים פיסיקליים, שלהם נדרשים התלמידים בחיי יום יום, והן עם מושגים פיסיקליים הקשורים בלימודי הטכנולוגיה.
 3. הייחוד של תלמידים אלה מחייב גישות מיוחדות לדרכי הוראת המקצוע ולפיתוח חומר לימודי.
 4. אוכלוסיית תלמידים זו תחולק לצורך התכנית לשני מסלולים: מסלול א' (בעבר מסמ"ר) ומסלול ב' (בעבר מסמ"ם). עם זאת יש לזכור, שמדובר באוכלוסייה בעלת מגוון רחב של רמות.
- התכנית תציע אפוא מגוון נושאים מהם יבחר כל בית ספר את התכנים המתאימים לו.

האפיונים של אוכלוסיית היעד

על פי הניסיון שהצטבר בהוראה ובמעקב אחר תהליכי למידתם של תלמידי המסלולים הטכנולוגיים הנזכרים נמצא כי התכונות המאפיינות אוכלוסייה זאת הן אלה:

בתחום הקוגניטיבי:

- נטייה למוחשי ולא למופשט
- קשיים בהבחנה בין עובדות לבין דעות
- נטייה לנסח הכללות לא מושלמות, בלתי מבוססות מבחינה לוגית, ואי-רלוונטיות לנושא
- נטייה להשתמש בסטריאוטיפים
- יכולת דלה לחשוב חשיבה אינדוקטיבית
- יכולת דלה ליישם מושגים ועקרונות, יכולת דלה לחשוב חשיבה דדוקטיבית
- יכולת דלה להתמודד עם מצבים מורכבים: לבודד משתנים, לחשוב במונחים היפותטיים, לתכנן מראש וכדומה.

בתחום הריגושי:

- מוטיבציה גבוהה לרכישת מקצוע מעשי
- מוטיבציה גבוהה לרכישת מיומנות מקצועית אישית
- מוטיבציה נמוכה ללימודים עיוניים
- תלות בסמכות, תוך בריחה מאחריות אישית
- נטייה להתייחסות סובייקטיבית, אינטואיטיבית, במצבים שבהם נדרשת התייחסות אובייקטיבית.

לאור המתואר, אין לצפות מתלמידים אלה להישגים גבוהים בתחום הפיסיקה והטכנולוגיה. עם זאת, אצל תלמידים רבים גלום הפוטנציאל הדרוש לחשיבה עקיבה, במיוחד בעניינים מעשיים ובעניינים הרלוונטיים לעולם. מימוש פוטנציאל זה והבאתו לידי ביטוי הם מטרה חשובה של הוראת המדע.

המטרות

המטרות הכלליות העיקריות של הוראת הפיסיקה בשני המסלולים הן אלה:

1. הרחבת השכלתו הכללית של התלמיד על ידי שיפור יכולתו להבין תהליכים ואירועים בחיי יום יום, יכולת המותנית בהבנת חוקי הפיסיקה.

2. פיתוח מושגים פיסיקליים הדרושים להבנת תהליכים טכנולוגיים, והקשורים במקצועות הנלמדים בבית הספר.
3. הכרתם והבנתם של החוקים הפיסיקליים שעליהם מבוססות המערכות הטכנולוגיות.
4. רכישת מיומנות סבירה של חישובים מתמטיים הדרושים לשימוש בחוקים הפיסיקליים הנלמדים.
5. פיתוח כשרים ומיומנויות מיוחדים כגון: דרכי התבוננות בתופעות, איתור משתנים בתופעה נצפית, יצירת קשרים בין משתנים, העלאת השערות והסקת מסקנות.

דרכי הוראה וחומרי למידה

אנו ממליצים על לימוד המלווה בעבודה מעשית במעבדה. מומלץ שכל השיעורים ייערכו בחדר המעבדה. ארגון המעבדות, הציוד הנדרש וסיוע של לבורנטים יהיו לפי העקרונות המקובלים בהוראת הפיסיקה בבית הספר העל יסודי.

על יחידות הלימוד להיות קצרות ומאורגנות מסביב לנושאים, המוכרים לתלמיד והגורמים לו הנאה בלמידה. כמו כן, יש לגוון את סוגי הפעילות, שבהם עוסק התלמיד בשיעור, ובכך למנוע את הינתקות התלמיד מהתהליך הלימודי.

כדי לסייע ללומדים להשיג את מטרות התכנית יש צורך בפיתוח שיטתי של חומר לימודי מתאים, דהיינו, חומר ייחודי המזמן לתלמידים את מירב ההזדמנויות להשתמש במיומנויות מסוימות, כגון: זיהוי תופעות החוזרות על עצמן ותיאורן, זיהוי הגורמים לתופעות אלה, הסקת מסקנות ביחס לחוקיות התופעות, ועוד.

היקף הלימודים

אפשר לסווג את מגמות התיב הטכנולוגי לשלוש קבוצות בהתאם להיקף לימודי הפיסיקה המומלץ בשבילם:

1. קבוצת המגמות הכלליות: צילום, מלונאות וכו'
2. קבוצת המגמות הטכניות: צביר מכונות (מכניקה ומכונות, מכניקה עדינה וכו')
3. קבוצת המגמות הטכניות: צביר חשמל (חשמל, מכשירנות וכו').

בטבלה הבאה מופיעה מערכת השיעורים השנתית ללימודי הפיסיקה בשני המסלולים.

מסלול ב'			מסלול א'			המגמה
סה"כ	י"א	י'	סה"כ	י"א	י'	
90	30	60	120	60	60	1. קבוצת המגמות הכלליות
120	60	60	150	90	60	2. קבוצת המגמות הטכניות: צביר המכונות
120	60	60	150	90	60	3. קבוצת המגמות הטכניות: צביר חשמל

חלק ב – פירוט התכנים וחמרי הלמידה

עד לגיבוש סופי של תכנית הלימודים הקבועה למסלולים אלו ופיתוח חומרי למידה נוספים, תילמד הפסיקה בהתאם לחומרים שפותחו בפרוייקטים הבאים:

א. תכנית פעימ"ה פסיקה פעלתנית יחידנית – פותרה במכון לאמצעי הוראה (מא"ה), תל אביב

תכנית הפסיקה פעימ"ה מיועדת לתלמידי מסלול א', אם כי בפועל משתמשים בחומר הלימודי הזה גם תלמידי מסלול ב', בהתאם לרמתם. במקרה זה המורים מדלגים על חלקים מתמטיים ומלמדים את התוכן הפסיקלי.

נושאי הפסיקה בתכנית זו נלמדים באמצעות החוברות לעבודה עצמית, בליווי דגמים לניסויים בשיטה עצמית, ובאמצעות אמצעי הוראה והמחשה נוספים (סרטים, סרטונים, שקפי בקרה ולומדות מחשב).

להלן פירוט החוברות והנושאים הנלמדים בהן*. המספרים מציינים את מספר שעות ההוראה המוקצב לכל נושא.

הנושאים שילמדו בכיתה נתונה צריכים להיקבע על ידי המורה או מרכז המקצוע או על ידי מנהל בית הספר, בהתאם לצרכים המקומיים.

* נכון לשנת תשמ"ט

1. תורת הזרמים (75 שעות)

הידרודינמיקה	הידרוסטטיקה ב'	הידרוסטטיקה א'	החוברת הנושא
		10	מושג הלחץ
		9	התפשטות הלחץ
		6	בנוזל
			העשרה
		<hr/>	
		25 ש'	סך הכול
	10		לחץ הידרוסטטי
	10		חוק ארכימדס
	3		לחץ אטמוספרי
	2		העשרה
	<hr/>		
	25 ש'		סך הכול
6			הכוחות הפועלים
			בזורם
8			קצב ספיקה של
			זורם
8			חוק ברנולי
			ושימושיו
3			העשרה
<hr/>			
25 ש'			סך הכול

2. תורת החום (110 שעות)

חוקי הגזים ודרכי מעבר חום	היתוך, רתיחה, התנדפות	התפשטות חומרים	מקורות החום	החוברת הנושא
			8 10 2	מקורות חום ושימושיהם הטמפרטורה ומדידתה העשרה
			<hr/> 20 ש'	סך הכול
		12 11 3		התפשטות חומרים כמות חום העשרה
		<hr/> 26 ש'		סך הכול
	17 7 3			היתוך ורתיחה התנדפות העשרה
	<hr/> 27 ש'			סך הכול
9 15 3				חוקי הגזים דרכי מעבר חום העשרה
<hr/> 27 ש'				סך הכול

3. מכניקה (52 שעות)

תורת התנועות	כוחות והתקני כוח	החוברת הנושא
<p>11 4 9 2</p> <hr/> <p>26 ש'</p>	<p>4 7 3 5 5 2</p> <hr/> <p>26 ש'</p>	<p>כוחות ומקורותיהם מדידת כוחות מכונות וגלגילות המנוף המישור המשופע העשרה</p> <p>סך הכול</p> <p>המהירות גרף מהירות כנגד זמן תאוצה ותאוצה העשרה</p> <p>סך הכול</p>

4. אופטיקה ואופטרוניקה* (50 שעות)

אופטיקה פיסיקלית	אופטיקה גיאומטרית	החוברת הנושא
	6 12 12 2 <hr/> 25 ש'	החזרת האור שבירת האור עדשות ומכשירים אופטיים העשרה סך הכול האור כגל וצירופי גלים התאבכות גלים עקיפה התאבכות בשכבות דקות קיטוב שימושי אור מקוטב העשרה סך הכול
5 3 3 4 6 2 2 <hr/> 25 ש'		

* חומרי הלימוד יצאו לאור במהלך תש"ן.

נושאים משלימים ונוספים הנמצאים בפיתוח ואשר ייכללו בתכנית:

3. מכניקה (השלמות)

דינמיקה
עבודה ואנרגיה

4. אופטיקה ואופטרוניקה (השלמות)

מקורות אור
גלאי אור

5. חשמל ופיסיקה מודרנית

אלקטרוסטטיקה ומעגלי זרם ישר
מגנטיות ומעגלי זרם חילופין
הפיסיקה של האטום והגרעין
מושגים במבנה החומר המעובה.

ב. פיסיקה של מערכות טכנולוגיות

פותחה במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, המרכז להוראת המדעים, בטכניון, חיפה

תכנית זו מיועדת לתלמידי מסלול ב', אם כי בפועל משתמשים בחומרי הלמידה גם לתלמידי מסלול א'. נושאי הפיסיקה נלמדים באמצעות חוברות העבודה, אשר בדרך כלל בנויות כל אחת סביב מתקן טכנולוגי מסוים ומציגות את היבטי הפיסיקה השונים של מתקן זה. החוברות מלוות במדריכים למורה ובמערכת ציוד לניסויים ולהדגמות.

בטבלה הבאה מוצגות יחידות הלימוד השונות על ציר אנכי, ונושאי הפיסיקה המטופלים בהן על ציר אופקי. (המספרים בטבלה מייצגים את מספר שעות ההוראה לנושא). בהמשך מובאות המלצות לשימוש ביחידות אלו במסגרת שלושה צבירי המגמות העיקריות:

צביר המכונות

צביר החשמל

צביר המגמות הכלליות.

1. חלוקת הזמן המוצעת לנושאים פיסיקליים שונים ביחידות הלימוד של התכנית (שעות לימוד)*

מנוע המכונות	שעונים	מצלמה	עגורן	טילים וטיסה בחלל	פטימון	טלפון	דוד השמש	שריפה חום חימום	חשמל בבית	יחידות הלימוד הנושא
3							8	6		חום נוזלים ונזים קול וגלים אור וקרינה סטטיקה קינמטיקה דינמיקה עבודה ואנרגיה תנועה מחזורית מעגלי זרם אלקטרומגנטיות והשראה אלקטרומגנטיות ממדים ויחידות מערכת השמש מבנה החומר
5		15	15		7	7		5		
				2			6	2		
				7	2					
3				2					6	
3	10			2		1	1.5			
					1		2		7	
					3	3				
			1	1	1	1	.5	1	2	
2	1			1						
	2			5						
	2									
16	15	15	16	17	14	12	17	14	15	סה"כ שעות

* הנתונים מעודכנים לתש"ט

2. המלצות לשימוש ביחידות הלימוד במסגרת שלושה צבירי המגמות העיקריות

1. תכנית הלימודים בצביר המכונות

היקף הלימוד 2 שעות שבועיות בכיתה י', שעה שבועית אחת בכיתה י"א (מומלץ ללמד שני שיעורים בשבוע במשך מחצית השנה בכיתה י"א).

יש לבחור יחידת לימוד מכל אחת משש הקבוצות הבאות, וללמד לפחות שש יחידות במשך שנתיים. כל יחידה מלווה על ידי ערכת ציוד מעבדתית.

קבוצה 1	חשמל בבית
קבוצה 2	דוד השמש
קבוצה 3	שריפה, חום וחימום העגורן
קבוצה 4	טילים וטיסה לחלל מנוע המכונית
קבוצה 5	שעונים הטלפון
קבוצה 6	הפטיפון המצלמה
מדריכים למורה:	פיסיקה והחושים אנרגיה גרעינית מדריך כללי לכל סדרת היחידות מדריך ל"חשמל בבית" מדריך ל"פטיפון"

(תודפס בקרוב)

(תודפס בקרוב)

(בשלבי תכנון)

(בשלבי תכנון)

2. תכנית הלימודים בצביר החשמל

היקף הלימוד 2 שעות שבועיות בכיתה י', שעה שבועית אחת בכיתה י"א (מומלץ ללמד שני שיעורים בשבוע במשך מחצית השנה בכיתה י"א).

יש לבחור יחידת לימוד מכל אחת משש הקבוצות הבאות, וללמד לפחות שש יחידות במשך שנתיים. כל יחידה מלווה על ידי ערכת ציוד מעבדתית.

קבוצה 1	חשמל בבית
קבוצה 2	דוד השמש
	מנוע המכונית

(תודפס בקרוב)

שעונים	קבוצה 3
העגורן	קבוצה 4
הפטיפון	קבוצה 5
הטלפון	
המצלמה	קבוצה 6
(תודפס בקרוב)	

מדריכים למורה:
מדריך כללי לכל סדרת היחידות
מדריך ל"חשמל בבית"
מדריך ל"פטיפון"

3. תכנית הלימודים בצביר המגמות הכלליות

היקף הלימוד - 2 שעות שבועיות בכיתה י'.

יש לבחור יחידת לימוד אחת מכל אחת מארבע הקבוצות הבאות, וללמד לפחות ארבע יחידות במשך שנתיים. כל יחידה מלווה על ידי ערכת ציוד מעבדתי.

חשמל בבית	קבוצה 1
דוד השמש	קבוצה 2
שריפה, חום וחימום	
הפטיפון	קבוצה 3
הטלפון	
פיסיקה והחושים	קבוצה 4
המצלמה	
(בתכנון)	

מדריכים למורה:
מדריך כללי לכל סדרת היחידות
מדריך ל"חשמל בבית"
מדריך ל"פטיפון"