

תכנית כוללת להוראת הפיסיקה

צבי גלר

המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן

היא תכנית הפיסיקה לכיתות יוד של המגמה המתמטית פיסיקלית. תכנית זו היתה מבוססת בראשיתה על לימוד המכניקה הניוטונית, אולם לאחר שנתברר כי חומר זה קשה מדי לרוב התלמידים בכיתות הניסוי שונה נושא הלימוד והפך ל"חשמל וחוקי שימור". יתרה מזו, גם התכנית הנוכחית לכיתות יוד, על-אף הצלחה, עומדת בפני תמורות שהן תולדת הרפורמה: עם הרחבת מסגרת לימודי הפיסיקה מארבע לשש שנות לימוד, הוחלט להעביר, אחרי עיבוד מתאים, את עיקרי תכנית הפיסיקה של כיתות ט' לכיתות ז' ו-ח' ולהוריד חלק ניכר מן החומר של "חשמל וחוקי שימור" לכיתות ט'.

לאור האמור לעיל נראה, כי פירסום מוקדם של סילבוס קבוע ומחייב לתכנית הלימודים החדשה הוא במידה רבה חסר תכלית. השינויים המעמיקים החלים במבנה החינוך התיכוני בישראל והגישה הכללית הגורסת רוויזיה של תכניות הלימודים אחת לחמש עד שש שנים נוטלים מהסילבוס את מעמדו האבסולוטי; את מקומו תופסת תכנית אב כללית אך גמישה המתאימה עצמה להתפתחויות ולחידושים במקצוע ובדרכי הוראתו. תכניות אב כאלה, בניגוד לביקורת המושמעת קיימות מאז פועלות הקבוצות השונות המעבדות תכניות לימודים חדשות בפיסיקה בארץ. לא מיהרו לפרסמן, כאמור, בגלל השינויים המתמידים שחלו בהן עם השנים. יחד עם זאת, מאחר ותכנית הפיסיקה לכיתות ט' - יב' של בית-הספר התיכון הארבע שנתי הולכת ונשלמת התכנית השש-שנתית (ז' - י"ב) הגיעה גם היא לשלב מתקדם, דומה שמן הראוי לפרסם את תכניות האב. הדבר יענה גם להתעניינות שקיימת בקרב המורים בנושא זה. יש להדגיש, פעם נוספת, שגם תכניות אלו אינן עדיין סוף פסוק ויש להניח שיחולו בהן שינויים נוספים לאחר הנסיון שירכש ב"שדה". ציבור המורים מצידו מתבקש להעיר את הערותיו לתכניות אלו ולסייע בכך לעיבודן הסופי ולהצלחתן.

התכניות לבית-הספר התיכון הארבע-שנתי והשש-שנתי מובאות להלן:

בזמן האחרון, בהזדמנויות שונות, חוזרת ומושמעת בפי מורים הטענה, כי הפעילות הרבה והממושכת בארץ בתחום הכנת תכניות לימודים חדשות בפיסיקה אינה מתנהלת במסגרת תכנית שלמה ומחייבת. הדברים הגיעו עד לידי כך, שאחד מוותיקי המורים בארץ, מי שהיה מפקח על הוראת הפיסיקה ויחם מרבית הפעילויות לחידוש וקידום הוראת הפיסיקה בישראל, כתב בעלון מורי הפיסיקה "דפים": "... אך ראה זה פלא, בניגוד לכלל הגיון ותורת בלום, לא נערכה תכנית שלמה לכל שנות הלימוד..."

ולא כך הדבר. כבר בראשית פעולתה של "קבוצת רחובות" - בשנים 1964/65, כשנגשה הקבוצה, בראשותו של פרופסור עמוס דה-שליט ז"ל, לבדוק את התאמתה של תכנית PSSC האמריקאית לתנאי הארץ, היא קבעה לעצמה מסגרת כללית הצעת סילבוס מפורט ללימודי הפיסיקה בכיתות ט' - יב'; אלא, שסילבוס זה נועד מלכתחילה לשמש כקוו מנחה בלבד, שניתן לחרוג ממנו בשעת הצורך.

במילים אחרות, מכיוון שהתברר, שתכניות לימודים חדשות ומשופרות יש לבנות לא רק על בסיס תכנים חדשים, אלא גם, ובעיקר, סביב צורות למידה והרגלי עבודה חדשים של התלמיד ושל המורה, הוחלט לחרוג מן המקובל ולא לפרסם את התכנית הכוללת לפני שיעובדו פרטיה. ואמנם, על פי קווי המנחים של התכנית הכוללת, פותחו ניסויי מעבדה חדשים, נכתבו ספרי לימוד וחוברות הדרכה למורים, קוימו קורסי הכנה והכשרה למורים, ונבדקה הצלחתן של התכניות החדשות בכיתות ניסוי. על סמך בדיקה זאת שונו ונערכו מחדש התכניות המקוריות לכיתות ט' ו-יב' של בתי הספר התיכוניים הארבע שנתיים. לקראת השנה הבאה מעבדים מחדש את התכנית לכיתות ט' של חטיבת הביניים ואת תכנית האופטיקה לכיתות י"א של ביה"ס התיכון הארבע שנתי; כמו כן משלימים את הכנתה של התכנית הניסויית לכיתות י"ב.

מובן מאליו, שהנסיון שנרכש בכיתות הניסוי הביא לשינויים מהותיים בסילבוס המתוכנן. דוגמה בולטת לכך

א. בית הספר התיכון הארבע-שנתי

כתה ט

חומרים ותכונותיהם

- א. גדלים פיסיקליים ומדידתם - זמן ומרחב
- ב. עצמים חומרים ותכונותיהם
 - ג. משקל וכוח
 - ד. המסה ושימורה; צפיפות
 - ה. השפעת כוחות על נרזלים
 - ו. הטמפרטורה והשפעתה על חומרים
 - ז. נפח הגז ותלותו בטמפרטורה
 - ח. המודל המולקולרי - קינטי
 - ט. משוואת המצב של גזים אידאליים
 - י. כמות חום וחום סגולי
 - יא. שינויים במצבי צבירה

כתה י

חשמל וחוקי שימור

- א. החשמל - תופעות במעגלי זרם פשוטים
- ב. עוצמת הזרם החשמלי
- ג. המטען החשמלי
- ד. מתח ואנרגיה חשמלית
- ה. פוטנציאל, התנגדות, כא"מ, מעגלים
- ו. אנרגיה מכנית (פוטנציאלית של כובד, קינטית, פוטנציאלית של קפיץ)
- ז. התנע ושימורו
- ח. חוקטורים; התנע כווקטור

כתה יא ריאליסטית

I. אופטיקה וגלים

- א. התנהגות האור, האור כצורת אנרגיה
- ב. החזרות ורמויות
 - ג. שבירת האור
 - ד. עדשות ומכשירים אופטיים
 - ה. המודל החלקיקי של האור
 - ו. מבווא לתורת הגלים
 - ז. גלים באמבט גלים
 - ח. גלים ואור (התאבכות, עקיפה)
 - ט. המודל הגלי של האור ובעיותיו
 - י. מבווא לאפקט הפוטואלקטרי (איכותי)

II מכניקה

- א. הכוח; החוק הראשון החוק השלישי של ניוטון
- ב. החוק השני של ניוטון
- ג. קינמטיקה ומערכות ייחוס
- ד. תנועה על פני כדור הארץ, תנועה מעגלית ותנועה הרמונית
- ה. גרביטציה עולמית

כתה יב ריאליסטית

I אלקטרומגנטיות

- א. מעגלים חשמליים (חזרה והרחבה)
- ב. קבלים ומטען חשמלי
 - ג. השרה החשמלי
 - ד. חוק גאוס - פוטנציאל
 - ה. השרה המגנטית
 - ו. כוח לורנץ
 - ז. השראה אלקטרומגנטית ומשוואות מקסוול
 - ח. גלים אלקטרומגנטיים

II מבווא לפיסיקה מודרנית

- א. האפקט הפוטואלקטרי (כמותי); פוטונים; ספקטרוסקופיה
- ב. יסודות תורת היחסות הפרטית
 - ג. גלי חומר
 - ד. עקרון אי הוודאות ומערכות קוונטיות
 - ה. מודל האטום
 - ו. מיבנה הגרעין ורדיואקטיביות

חזרה לקראת בחינת הבגרות

ב. בית הספר התיכון השש-שנתי

מבנה החומר

- א. מיון והבחנה בין חומרים
- ב. פירוק תערובת לחלקיה
 - ג. מוצק, נוזל וגז
 - ד. שלושת המצבים של החומר
 - ה. פירוק והרכבה
 - ו. העובי של שכבת פרודות

כּתה ח'

חוקי הגזים

- א. כוח, משקל ומסה
 - ב. הלחץ של גז
 - ג. לחץ וטמפרטורה
- חלק מיסודות החשמל יילמדו במסגרת תכנית הכימיה של כּתה זאת.

כּתה ט'

חשמל וחוקי שימור

- (נוסח חדש של תכנית כּתה י' בביה"ס התיכון הארבע שנתי, המותאם לכּתה ט' של חטיבת הביניים)
- א. החשמל; תופעות במעגלי זרם פשוטים
 - ב. עוצמת הזרם החשמלי
 - ג. המטען האלמנטרי - לבחירה
 - ג1. חשמל ומגנטיות - לבחירה
 - ד. חום וחום סגולי
 - ה. חום ומתח, חוק אוהם
 - ו. חום ואנרגיה חשמלית
 - ז. אנרגיה מכנית (פוטנציאלית של כובד, אנרגיה קינטית)

כּתה י'

I אופטיקה

- א. האור כצורת אנרגיה (בליעת אור ופוטומטריה)
- ב. אופטיקה גיאומטרית
- ג. מודל חלקיקי לאור
- ד. גלים על קפיץ ובאמבט גלים
- ה. גלים ואור (התאבכות ועקיפה)
- ו. האפקט הפוטו-אלקטרי; מכוא איכותי

II מכניקה: התנע ושימורו

- א. התחלקות האנרגיה בין עגלות מתנגשות
- ב. שימור תנע קוי
- ג. וקטורים
- ד. שימור תנע בשני ממדים
- ה. התנגשויות אלסטיות ופלסטיות

כּתה יא' ריאליסטית

I מכניקה (ראה תכנית ט' - יב')

- א. הכוח וחוקי ניוטון
- ב. קינמטיקה ומערכות ייחוס
- ג. תנועה על פני כדור הארץ, תנועה מעגלית ותנועה הרמונית
- ד. גרביטציה עולמית

II חשמל מתקדם, חלק א'

- א. חזרה והשלמות למעגלי D.C.
- ב. אלקטרוסטטיקה, קבלים ומטען, השרה החשמלי
- ג. חוק גאוס, הפוטנציאל
- ד. השרה המגנטי
- ה. כוח לורנץ
- ו. השראה אלקטרומגנטית
- ז. זרם חילופין (מעגלי AC)

כּתה יב' ריאליסטית

I חשמל מתקדם, חלק ב'

- א. משוואות מקסוול וגלים אלקטרומגנטיים
- ב. הספקטרום של גלים אלקטרומגנטיים
- ג. השלמות לאופטיקה פיסיקלית
- ד. ספקטרוסקופיה
- ה. האפקט הפוטו-אלקטרי (כמותי)

II פיסיקה אטומית

- א. יסודות תורת היחסות הפרטית
- ב. חקר האטום (ניסוי רתרפורד, האטום של בוהר, גלי חומר)
- ג. עקרון אי הודאות ומערכות קוונטיות והמבנה של אטומים
- ד. מיבנה הגרעין; רדיואקטיביות

III פרקי בחירה מתוך:

- א. תורת היחסות הפרטית (מורחבת)
- ב. תרמודינמיקה ומכניקה סטטיסטית
- ג. מבנה הגרעין (מורחב)
- ד. מצב מוצק
- ה. אלקטרוניקה
- ו. קוונטים (עם מעט מתמטיקה - ברוח הרצאותיו של של פרופ. דה-שליט ז"ל)

IV חזרה לקראת בחינת הבגרות