

משרד החינוך והתרבות

פיסיקה לחטיבה עליונה

בניה"ס הכללי והדתי

משרד החינוך והתרבות

תכנית הלימודים בפיסיקה

לחטיבה העליונה

הוכן על-ידי

ועדת התכנית לפיסיקה

ירושלים, תש"ס

מהדורה ראשונה

חברי ועדת התכנית לפיסיקה:

- יו"ר: פרופ' חיים הררי, דיקן מדרשת פיינברג של מכון וייצמן למדע
- מרכז: ד"ר חנה גולדרינג, המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע
- חברים: ד"ר נתן אורפז, המרכז לתכניות-לימודים, משרד החינוך והתרבות
מר חיים ברוקר, גימנסיה אהל שם, רמת גן; המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע
- מר שמחה גוטליב, מפקח מרכז על הוראת הטבע בבית-הספר היסודי ובחטיבת-הביניים, משרד החינוך והתרבות
- מר צבי גלר, בית-הספר התיכון גאולה, תל-אביב; המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע
- פרופ' אורי גניאל, ראש קבוצת הפיסיקה, המחלקה להוראת המדעים, מכון וייצמן למדע
- מר יוסף דוד, מפקח מרכז על הוראת הפיסיקה בחטיבה העליונה, משרד החינוך והתרבות
- מר פנחס ורדין, בית-הספר התיכון על-יד האוניברסיטה העברית, ירושלים; והמרכז לתכניות-לימודים, משרד החינוך והתרבות
- פרופ' אריק מנדוזה, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, ירושלים
- פרופ' שמעון עופר, המכון לפיסיקה, האוניברסיטה העברית, ירושלים
- פרופ' יהודה שדמי, בית-הספר לחינוך של התנועה הקיבוצית "אורנים" ואוניברסיטת חיפה; המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית, ירושלים; המרכז לתכניות-לימודים, משרד החינוך והתרבות

הוועדה נסתייעה בעבודתן של ועדות משנה, שעסקו בנושאים אלה:

1. ועדת משנה לתכניות-לימודים בכיתות י', י"א בהיקף של 2 יחידות (יו"ר: פרופ' י' שדמי)
2. ועדת משנה לתכניות-לימודים בכיתות י', י"א, י"ב בהיקף של 3, 4 ו-5 יחידות (יו"ר: מר צ' גלר)
3. ועדת משנה לנושאים מתקדמים לתכנית בהיקף של 5 יחידות (יו"ר: פרופ' ח' הררי)
4. ועדת משנה לבחינות הבגרות (יו"ר: מר ח' ברוקר)

תוכן העניינים

1. עקרונות ומטרות

- א. נקודת המוצא; ב. מטרות התכנית לגבי תלמידים הלומדים פיסיקה בהיקף מצומצם ("הומניסטים"); ג. מטרות התכנית לגבי תלמידים הלומדים פיסיקה בהיקף רחב ("ריאליסטים") - (עמ' 3); ד. הגישה (עמ' 4)

2. יחידות-הלימוד ומערכת השיעורים

- א. מספרי השיעורים והיקפי הלימודים (עמ' 4); ב. ארגון מערכת השיעורים (עמ' 5)

3. בחינות הבגרות (עמ' 6)

4. רשימת נושאי הלימוד

- א. נושאים בסיסיים; ב. נושאי המשך; ג. נושאים מתקדמים (עמ' 7)

5. פירוט נושאי הלימוד

- א. נושאים בסיסיים: נושא א1: אנרגיה (עמ' 10-11); נושא א2: האטום (עמ' 12); נושא א3: קול (אקוסטיקה) (עמ' 13); נושא א4: אופטיקה גיאומטרית (עמ' 14); נושא א5: גלים (עמ' 15); נושא א6: פיסיקה של כדור-הארץ (עמ' 16-17); נושא א7: פיסיקה של היקום (עמ' 17); נושא א8: מבוא למכניקה (עמ' 18)
- ב. נושאי-המשך: נושא ב1: השלמות במכניקה ובחשמל (עמ' 19-20); נושא ב2: האטום והגרעין (גרסה מצומצמת) (עמ' 21-22); נושא ב3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים (עמ' 22-24); נושא ב4: האטום והגרעין (גרסה מורחבת) (עמ' 25-26)
- ג. נושאים מתקדמים: נושא ג1: תורת היחסות הפרטית (עמ' 26-27); נושא ג2: מעגלי זרם חילופין (עמ' 27); נושא ג3: תרמודינמיקה (עמ' 28); נושא ג4: אלקטרוניקה (עמ' 28-29); נושא ג5: אסטרופיסיקה (עמ' 29); נושא ג6: לייזרים (עמ' 30)

א. נקודת המוצא

התכנית מבוססת על ההנחה, שרובם המכריע של התלמידים, הנכנסים לכיתה י' בבית-הספר העיוני, למדו פסיקה בחטיבת-הביניים על פי תכנית-הלימודים בפסיקה-כימיה לחטיבת-הביניים (מהדורה שנייה, תשל"ו), שפורסמה על-ידי משרד החינוך והתרבות, האגף לתכניות לימודים. תלמידים אלה רכשו מיומנות בסיסית בביצוע ניסויים והסקת מסקנות מהם, והכירו מספר רב של מושגי יסוד בפסיקה. עם זאת אין להניח, שהם הגיעו להבנה מעמיקה של הנושאים שלמדו בחטיבת-הביניים.

ב. מטרות התכנית לגבי תלמידים הלומדים פסיקה בהיקף מצומצם (ה"הומניסטים")

רוב תלמידי החטיבה העליונה מסחפקים כיום בלימוד פסיקה בכיתה י'; חלקם לומדים פסיקה גם בכיתה י"א. אותם תלמידים אינם נבחנים בדרך כלל בבחינת בגרות בפסיקה (פרט למיעוט קטן, הנבחן בהיקף של 2 יחידות). רובם המכריע ממשיכים בלימודים על-חיוניים במקצועות, שאינם קשורים קשר ישיר בטכנולוגיה או במדעי הטבע. לימודי הפסיקה של תלמידים אלה הם חלק מהשכלתם הכללית. לפיכך יש להדגיש בתכניות-הלימודים המיועדות להם את הטיפול האיכותי בבעיות פסיקליות ואת רב-גוניות מדע הפסיקה. ראוי לכלול באותן תכניות נושאים מודרניים ולא להסתפק ביסודות הפסיקה הקלאסית. אין כל אפשרות ללמוד את כל הנושאים המעניינים, ויש להציע למורה מגוון של נושאי לימוד, כדי שיבחר מתוכם נושאים העשויים למשוך את לב תלמידיו, שאינם מגלים עניין מיוחד במדע.

ג. מטרות התכנית לגבי תלמידים הלומדים פסיקה בהיקף רחב (ה"ריאליסטים")

חלק גדול מן התלמידים, הלומדים פסיקה בהיקף של 3, 4 או 5 יחידות, מיעדים את עצמם למקצועות מדעיים או טכנולוגיים (הנדסה, רפואה, טכנולוגיה, מדעי הטבע השונים). הם חייבים להעמיק ולבסס את ידיעותיהם בכל הענפים הבסיסיים של הפסיקה הקלאסית (חשמל, מכניקה, אור וגלים) ולקבל מושגי יסוד בפסיקה המודרנית. ההכשרה המתמטית שלהם מאפשרת לימוד כמותי יוחר, אם כי יש לשלול את המגמה להפוך את שיעורי הפסיקה לשדה תרגול של טכניקות מתמטיות. יש חשיבות מיוחדת לעבודת התלמיד במעבדה, הן כאמצעי ל"גילוי עצמי" והבנה עצמית של חוקי הטבע והן לרכישת מיומנויות טכניות שונות.

שיעורי הפסיקה ילוו בעבודה מעבדתית, רובה – עבודה עצמית של החלמיד, ומיעוטה – הדגמות מצד המורה. המורה הוא שיכריע, איזה ניסוי יבוצע כהדגמה, ואיזה – בניסוי עצמי. בהיקפי-הלימוד המצומצמים (יחידה אחת או שתיים) יגדל משקלם היחסי של ניסויי ההדגמה, ואילו בהיקפי-הלימוד המורחבים (מ-3 יחידות ומעלה) יבוצעו רוב הניסויים בידי החלמידים עצמם. אין מקום להקפדה קנאית על "גילוי עצמי" של חוקי הטבע בידי החלמיד, אולם העבודה העצמית והסקת המסקנות בידי החלמיד הן בעלות חשיבות רבה. לימוד המלווה בעבודה עצמית, כפי שמוצע בתכנית, מעמיד עומס רב על המורה, יוצר קשיים טכניים ומנהליים, עולה כסף, רב, ואף מאט את קצב התקדמות החלמידים בלימוד הפרקים השונים. עם זאת, במאזן הסופי של היתרונות והחסרונות, וכל עוד אין מגזימים בעבודה העצמית, כף המאזניים נוטה לטובת היתרון הטמון בה. לפיכך הודגשה עבודת החלמיד בתכנית-לימודים זו, והדבר משתקף בעיקר בשתי נקודות:

1. מספרי השעות המומלצים לנושאי הלימוד (פרק 5), חושבו (וגם נבדקו) על סמך ההנחה, שהלימודים ילוו בניסויים.

2. בפירוט הנושאים ניתנות שתי רשימות של ניסויי מעבדה. הראשונה – רשימת "ניסויי מפתח", והם ניסויים מרכזיים, שיש לבצעם בכיתה, משום שהם חיוניים להוראת הנושא הנדון. הרשימה השנייה, הנקראת "ניסויים לדוגמה", כוללת ניסויים, שהמורה או כותב ספר הלימוד רשאים להמירם בניסויים אחרים, המשרתים את אותה מטרה. יש להדגיש שה"ניסויים לדוגמה" או חילופיהם הם בגדר חובה, ואין לראות בהם תוספת שאפשר לוותר עליה.

פרק 2: יחידות הלימוד ומערכת השיעורים

א. מספרי השיעורים והיקפי-הלימודים

הוועדה לחינוך העל-יסודי המליצה לבנות את תכנית-הלימודים ביחידות – ל י מ ו ד י ם, שכל אחת מהן בנויה על 3 שיעורים שבועיים לשנה⁽¹⁾. כל יחידה כזאת כוללת אפוא כ-90 שיעורים, והיא מצטרפת ל-20 היחידות, שהן המינימום הנדרש לקבלת תעודת בגרות⁽²⁾. לפיכך מוגשות בחוברת זו חמש תכניות שונות, המתאימות ליחידה אחת,

(1) משרד החינוך והתרבות, חוזר המנהל הכללי, חוזר מיוחד א' (תשל"ד), סעיף 3.2.

(2) שם, סעיף 4.9.8.

ל-2 יחידות, ל-3, ל-4 ול-5 יחידות. אין בחינת-בגרות ללימודים בהיקף יחידה אחת, אבל כל תלמיד חייב ללמוד פסיקה לפחות בהיקף יחידת-לימודים אחת⁽³⁾. הצירופים הסבירים ביותר לגבי מספרי השיעורים השבועיים, המתאימים לחמשת ההיקפים, מובאים בטבלה מס' 1:

טבלה מס' 1

| היקפי הלימוד | דרכי ארגון | כיתה י' | כיתה י"א | כיתה י"ב |
|--------------|------------|---------|----------|----------|
| יחידה אחת | | 3 ש"ש | | |
| 2 יחידות | | 3 ש"ש | 3 ש"ש | |
| 3 יחידות | א | 3 ש"ש | 3 ש"ש | 3 ש"ש |
| | ב | 3 ש"ש | 6 ש"ש | |
| 4 יחידות | א | 3 ש"ש | 3 ש"ש | 6 ש"ש |
| | ב | 3 ש"ש | 6 ש"ש | 3 ש"ש |
| 5 יחידות | | 3 ש"ש | 6 ש"ש | 6 ש"ש |

בכל ההיקפים נלמדים אפוא בכיתה י' 3 שיעורים בשבוע, ואילו בכיתה י"א נלמדים 3 או 6 שיעורים, וכן בכיתה י"ב. התכנית בהיקף 3 יחידות והתכנית בהיקף 4 יחידות ניתנות לביצוע בשתי דרכים המסומנות בטבלה באותיות א, ב.

ב. ארגון מערכת השיעורים

המצב האידיאלי הוא, כמובן, הפרדה גמורה בין שתי קבוצות תלמידים הלומדים פסיקה בהיקפים שונים. מצב זה אינו מעשי ברוב בתי-הספר. לפיכך מפורטות כאן המלצות לגבי אפשרויות הצירוף של קבוצות תלמידים הלומדות על-פי התכניות השונות.

1. **ב כ י ת ה י'** יוכלו ללמוד יחד התלמידים הלומדים בהיקף יחידה אחת ובהיקף שתי יחידות. כמו כן יוכלו ללמוד יחד כל התלמידים הלומדים בהיקף של 3, 4 ו-5 יחידות. לא רצוי לצרף תלמידים משתי הקבוצות הללו, אם כי המבנה הפורמלי של התכנית אינו מונע את צירופם.

2. **ב כ י ת ה י"א** לא ייתכן כל צירוף בין לומדי 2 יחידות לבין לומדי ההיקפים הרחבים יותר. מבין התכניות שבהיקף רחב ניתן לצרף את לומדי 3 יחידות (על-פי דרך א' בטבלה מס' 1) עם לומדי 4 יחידות (על-פי דרך א' בטבלה מס' 1). הכיתה המצורפת תלמד במקרה זה 3 ש"ש. לחלופין ניתן לצרף את לומדי 4 יחידות (על-פי דרך ב' בטבלה מס' 1) לתלמידי 5 נקודות. במקרה זה תלמד הכיתה המצורפת 6 ש"ש.

אין כל אפשרות לצרף בכיתה י"א את תלמידי 3, 4 ו-5 יחידות לקבוצת-לימוד אחת.

3. בכיתה י"ב רצוי מאוד להפריד בין כל הקבוצות. במקרים חריגים יכול בית-הספר לשלב קבוצה, הלומדת על-פי התכנית ל-4 יחידות (על-פי דרך ב' בטבלה מס' 1) וקבוצה הלומדת על-פי התכנית ל-5 יחידות (6 ש"ש). במקרה כזה, תהיינה 3 ש"ש משוחפות לשתי הקבוצות, והקבוצה הלומדת 5 יחידות תקבל 3 ש"ש נוספות, שיוקדשו לנושאי הבחירה הנדרשים מתלמידה. הסדר כזה אינו רצוי מבחינה פדגוגית, ואם יש הכרח כלכלי לקיימו, יש לקבל על כך הסכמה מיוחדת מאת המפקח על הוראת הפיסיקה בכל מקרה ומקרה.
- התלמיד הלומד פיסיקה ברמה של 4 או 5 יחידות יזדקק למושגים בסיסיים בחשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי. אותם מושגים נכללים בתכנית המתמטיקה החדשה ברמה של 3 יחידות.

פרק 3: בחינות הבגרות

- שאלוני בחינות הבגרות בפיסיקה ייכתבו על-פי עקרונות אלה:
- א. תוגדלנה ככל האפשר אפשרויות הבחירה בין השאלות.
 - ב. תינתן עדיפות לשאלות, שיש בהן בדיקה של הבנת התלמידים ושל ידיעותיהם הבסיסיות, ללא הדגשת פרטים משניים או טכניים.
 - ג. לא ייכללו חישובים מתמטיים מסובכים; עיקרון זה כוחו יפה גם לגבי התכנית המורחבת ביותר.

כללי הבחינה במעבדה יהיו אלה:

- א. בהיקף של 2 ו-3 יחידות לא תקוים בחינת בגרות במעבדה.
- ב. בהיקף של 4 יחידות יוכל בית-הספר לבחור בין קיום בחינה במעבדה (המבוססת על 15 ניסויים) ובין קיום בחינה בכתב בלבד. אם בחר בית-הספר בבחינה במעבדה, יקבלו התלמידים הקלה מיוחדת בבחינה בכתב ע"י הקטנת מספר השאלות שחובה על התלמיד להשיב עליהן.
- ג. בהיקף של 5 יחידות בחינת הבגרות במעבדה היא בגדר חובה (בהיקף של 20 ניסויים).

פרק 4: רשימת נושאי הלימוד

חומר הלימודים, המומלץ בתכנית זו להלן, ערוך נושאים-נושאים, המחולקים לשלוש קבוצות: (א) נושאים בסיסיים; (ב) נושאי המשך; (ג) נושאי בחירה מתקדמים. נושאים בסיסיים נלמדים בכל חמש התכניות. בשתי התכניות המצומצמות ביותר הם מהווים את

כל חומר הלימוד. נושאי ההמשך משותפים במידות שונות לשלוש התכניות המורחבות (3, 4, 5 יחידות), ואילו הנושאים המתקדמים מיוחדים להיקף הרחב ביותר.

להלן רשימת הנושאים, והם מפורטים בראשי-פרקים בפרק הבא, פרק 5.

א. נושאים בסיסיים:

- א1. אנרגיה
- א2. האטום
- א3. קול (אקוסטיקה)
- א4. אופטיקה גיאומטרית
- א5. גלים
- א6. פיסיקה של כדור-הארץ
- א7. פיסיקה של היקום
- א8. מבוא למכניקה.

ב. נושאי ההמשך:

- ב1. השלמות במכניקה ובחשמל
- ב2. האטום והגרעין (גרסה מצומצמת)
- ב3. שדות וגלים אלקטרומגנטיים
- ב4. האטום והגרעין (גרסה מורחבת).

ג. נושאי בחירה מתקדמים:

- ג1. תורת היחסות הפרטית
- ג2. מעגלי זרם חילופין
- ג3. תרמודינמיקה
- ג4. אלקטרוניקה (לפי תכנית Nuffield A Level)
- ג5. אסטרופיסיקה
- ג6. לייזרים.

על נושאים אלה אפשר יהיה להוסיף בעתיד נושאים אחרים. בית-הספר אף הוא יוכל להציע נושאים ללימוד ולבחינה ולהגישם לאישור הפיקוח על הוראת המקצוע.

בטבלה מס' 2 שלהלן מוצגת התחלקות הנושאים הללו בכיתות ובהיקפי הלימוד. המשבצות שבטבלה מס' 2 מתאימות למשבצות שבטבלה 1. שאר עקרונות המבנה של טבלה מס' 2 יובהרו בפסקה שאחרי הטבלה.

| מספר יחידות | דרכי ארגון | כ י ת ה י | כ י ת ה י"א |
|-------------|------------|--|---|
| 1 | | 3 נושאים בסיסיים לפי <u>בחירת המורה</u> (מומלצים: נושא א 1 [אנרגיה]; נושא א 2 [האטום]; נושא א 5 [גלים]) | |
| 2 | | 3 נושאים בסיסיים לפי <u>בחירת המורה</u> (מומלצים: נושא א 1 [אנרגיה]; נושא א 2 [האטום]; נושא א 5 [גלים]) | 2 נושאים בסיסיים לפי <u>בחירת המורה</u> |
| 3 | א | ללא בחירה: <u>נושא א 4: אופטיקה גיאומטרית</u> <u>נושא א 5: גלים</u> <u>נושא א 8: מבוא למכניקה</u> | <u>נושא ב 1: השלמות במכניקה ובחשמל</u> |
| | ב | ללא בחירה: <u>נושא א 4: אופטיקה גיאומטרית</u> <u>נושא א 5: גלים</u> <u>נושא א 8: מבוא למכניקה</u> | <u>נושא ב 1: השלמות במכניקה ובחשמל</u> |
| 4 | א | ללא בחירה: <u>נושא א 4: אופטיקה גיאומטרית</u> <u>נושא א 5: גלים</u> <u>נושא א 8: מבוא למכניקה</u> | <u>נושא ב 1: השלמות במכניקה ובחשמל</u> |
| | ב | ללא בחירה: <u>נושא א 4: אופטיקה גיאומטרית</u> <u>נושא א 5: גלים</u> <u>נושא א 8: מבוא למכניקה</u> | <u>נושא ב 1: השלמות במכניקה ובחשמל</u> |
| 5 | | ללא בחירה: <u>נושא א 4: אופטיקה גיאומטרית</u> <u>נושא א 5: גלים</u> <u>נושא א 8: מבוא למכניקה</u> | <u>נושא ב 1: השלמות במכניקה ובחשמל</u> |

| כ י ת ה י " ב | | |
|---|--|--|
| | | |
| | | |
| | נושא ב2: האטום והגרעין (הגרסה המצומצמת) | |
| | | נושא ב2: האטום והגרעין (הגרסה המצומצמת) |
| נושא ב4: האטום והגרעין (הגרסה המורחבת) | נושא ב3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים | |
| | נושא ב4: האטום והגרעין (הגרסה המורחבת) | נושא ב3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים |
| 2 נושאים מתקדמים לפי בחירת המורה | נושא ב4: האטום והגרעין (הגרסה המורחבת) | נושא ב3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים |

בפירוט הנושאים שבפרק הבא, פרק 5, מומלץ לגבי כל נושא, כמה שיעורים יש להקדיש ללימודו. מספר השיעורים המומלץ לכל נושא בסיסי הוא 30 בקירוב, לכל נושא-המשך - 90 בקירוב, ולכל נושא-בחירה מתקדם - 30 בקירוב. משני מספרים מקורבים אלה הורכבו המשבצות שבטבלה מס' 2, באופן שכל משבצת מייצגת 3 שיעורים בשבוע או 90 שיעורים בשנה, דהיינו: יחידת לימוד אחת. במקרים, שמספר השיעורים המומלצים אינו מגיע ל-90 במשבצת, ינצל המורה את יתרת השיעורים לחזרות ולהכנות לבחינות.

פרק 5: פירוט נושאי הלימוד

א. נושאים בסיסיים

נושאים 1: אנרגיה

| נושאים-משנה וראשי-פרקים | ניסויים לדוגמה | מספרי השיעורים |
|---|---|----------------|
| אנרגיה חזרה על המושג אנרגיה; צורות שונות של אנרגיה (ובכללן אנרגיה כימית ואנרגיית מזון); גלגולי אנרגיה; שימור האנרגיה; אנרגיה ועבודה; $\text{עבודה} = \text{כח} \times \text{דרך}$ | ניסויים שונים בגלגולי אנרגיה; מערכת נפילת גלגולי אנרגיה | 5-6 |
| חשמל ואנרגיה חשמלית זרם, מתח, התנגדות; אנרגיה חשמלית (חזרה על חומר כיתה ט'); עקרון הפעולה של מנוע וגנרטור; ייצור אנרגיה חשמלית: השראה חשמלית, זרם ומתח AC. שנאי - העברת אנרגיה חשמלית למרחקים (לימוד איכותי בלבד) | המנוע כגנרטור, בניית מנוע; הדגמות באוסילוסקופ של מתח חילופין וזרם חילופין; אגירת אנרגיה חשמלית בקבל | 8-9 |
| האנרגיה האגורה בדלק הדלק כמקור אנרגיה להנעת גנרטור, מכוניות וכו'; עקרון הפעולה של מנוע של שרפה פנימית; השמש כמקור האנרגיה האגורה בדלק ושל צורות אחרות של אנרגיה | מנוע ספירט קטן | 2 |

נושא א: אנרגיה (המשך)

| מספרי שיעורים | ניסויים לדוגמה | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|----------------|---|
| 4 | | <p>אנרגיה של אור ושל קרינה</p> <p>כיצד עוברת אנרגיית השמש למרחקים; גלים כצורת העברה של אנרגיה</p> |
| 4 | | <p>צריכת האנרגיה בעולם</p> <p>צריכת האנרגיה בעולם בעבר, בהווה ובעתיד; הסכנה הכרוכה בהגדלת צריכת האנרגיה; "זיהום" תרמי; ההשפעה על האקלים; אוצרות הדלק הקיימים כיום ולכמה זמן יספיקו; מקורות האנרגיה המצויים: דלקים, אנרגיה גרעינית, אנרגיית השמש, מקורות כגון מפלי מים, או רוחות, ועוד. הצורך בחיסכון באנרגיה; הצורך בהגדלת אחוז האנרגיה החשמלית בתצרוכת הכוללת</p> |
| 3 | | <p>אנרגיה גרעינית (לימור איכותי-תיאורי)</p> <p>הקשר מסה-אנרגיה; פחת המסה (הישובים קלים); כור גרעיני וכור דוגר (breeder), מיזוג (fusion)</p> |
| 3 | | <p>משבר האנרגיה; החוק השני של התרמודינמיקה</p> <p>משבר האנרגיה ושימור האנרגיה; מגבלות בניצולה של אנרגיית החום</p> |

סך-הכול: 29-31

התכנית תלויה בסרטים, ויש לעודד את התלמידים לקרוא מאמרים מתאימים ב"מדע",
ב- Scientific American וכדומה.

| מספרי שיעורים | ניסויים לדוגמה | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|---|---|
| 6 | תנועה בראונית בתא עשן; הדגמות במתקן "מורל" קינטי לגזים"; שכבה מונומולקולרית | מולקולות ואטומים ראיות על קיום אטומים ומולקולות; תנועת בראון; גודליהן של מולקולות; מספר אבוגדרו; חום ואנרגיה; תנועות של אטומים ומולקולות; אטומים והיסודות הכימיים; מסה של אטומים |
| 8 | תא ערפל של קרח יבש להדגמת פיזור חלקיקי α ; הטיית אלקטרונים בשרה חשמלי ומגנטי באמצעות מגנט ואוסילוסקופ; הדגמות במונה גייגר | מבנה האטום גילוי האלקטרון, תכונותיו ושימושים בו; הגרעין; תכונותיו העיקריות: גודל, מסה, מטען; הפרוטון והנייטרון |
| 8 | חומרים רדיואקטיביים עם תא ערפל של קרח יבש | הגרעין A ו-Z, איזוטופים, מסה ואנרגיה, אנרגיית הקשר של גרעינים, בהנחה שהם מורכבים מפרוטונים ונייטרונים; רדיואקטיביות (רשות: דוגמאות פשוטות של התפרקות); שימושים ברפואה ובגיאולוגיה; ריאקציות בכוכבים והתהוות היסודות הכימיים. כורים גרעיניים, אנרגיה גרעינית |
| 4 | סדרת תצלומים שנעשו באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני | המבנה האטומי של החומר המבנה הגבישי |

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה וסרטים | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|---|--|---|
| 6 | בהתאם לנושא "גלים" | ניסויים בקולנים; מדידת מהירות הקול באוויר (סרט) | הקול והתפשטותו הקול מהו? האופי הגלי של הקול; הצורך בחוץ חומרי להתפשטות הקול; החזרת קול; מדידת מהירות הקול בחומרים שונים (במים, במוצקים); השימוש בהדים: סונאר וכו' |
| 3 | | ניסויי שמיעה עם מחולל תדירויות-שמע | האוזן ומנגנון השמיעה מבנה האוזן ופעולותיה; "תחום השמע; המושג "אולטרה-סוני" |
| 4 | | סרטונים על "אפקט דופלר" ועל "מחסום הקול" | שינוי תדירות אפקט דופלר; שימושים באפקט דופלר; טיסה על-קולית ("מחסום הקול"); "בום" על-קולי |
| 10 | אפשר להיעזר בספר "קול ושמע" בסדרה של Time-Life | הדגמות מתאימות: קולן ומיתר, שני קולנים, כלי-נגינה שונים | יצירת צלילים והיסודות האקוסטיים של השמיעה מיתר מחנוד; קולן; תדירויות עצמיות; טונים עליונים; תנודות מאולצות ותהודה; סופרפוזיציה של גלי-קול; פעימות; כלים מוסיקליים שונים |
| 2 | | | רפרודוקציה של צלילים הפטיפון; הרשם-קול; המושג Hi-Fi; הקלטה סטריאופונית |
| 1 | מניעת תופעות התאבכות באולמי קונצרטים | | תכנון אקוסטי רעשים והשפעתם על האדם; תכנון אקוסטי |

נושא 4: אופטיקה גיאומטרית

| מספרי השיעורים | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|----------------|--|----------------|---|
| 3 | תופעות אופטיות: צללים, פיזור על-ידי אבק, מעבר אור דרך זכוכית צבעונית וכו' | תא פוטו-וולטאי | מבוא לאופטיקה האור כאנרגיה; מקורות האור; חומרים שקופים ואטומים; צבעים; קרינה בלתי נראית; התפשטות האור; ליקויי מאורות; מהירות האור (רימר) |
| 5-4 | השימוש במראות; פריסקופ, סקסטנט | חוק ההחזרה | החזרת האור חוק ההחזרה; דמויות במראה מישורית; שימושי מראה מישורית |
| 6-5 | ניסויים במנסרות | חוק השבירה | שבירת האור חוק סנל; החזרה גמורה; שבירה על-ידי מנסרות; נפיצה |
| 8-7 | עדשה מפזרת; מראות כדוריות | עדשה מרכזת | עדשות ומראות כדוריות תכונות של עדשה מרכזת; מהלכי קרניים; מוקד העדשה; נוסחת העדשות; עדשות שונות; מראות כדוריות |
| 6-4 | צירופי עדשות ומראות | מיקרומטר אופטי | מכשירים אופטיים המצלמה; העין; ליקויי ראייה; משקפיים; זכוכית מגדלת; מיקרוסקופ; טלסקופ |
| 2 | הדגמת "שבירת חלקיקים"; מדידת מהירות האור (שיטת פוקו) | | המודל החלקיקי של האור המודל החלקיקי ותכונות האור; התקדמות בקו ישר; החזרה; שבירה; חיזוי תופעות על סמך המודל (לחץ אור, מהירות האור וכו'); מגבלות המודל החלקיקי |

סך-הכול: 30-25

| מספרי השיעורים | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|----------------|---|--|---|
| 8 | ניסויים במתקן גלים עומדים | גלים על קפיץ סלילי | <p>גלים על קפיצים</p> <p>תכונות פשוטות של גלים; גלי אורך; גלי רוחב; עקרון הסופר-פוזיציה; החזרה והעברה של גלים חד-ממדיים (על קפיץ); גלים מחזוריים; הנוסחה $v = \lambda f$; גלים עומדים</p> |
| 10 | הדגמות נוספות באמבט גלים על-ידי שימוש בסרטי לולאה | ניסויים באמבט גלים: החזרה, שבירה, התאבכות ועקיפה | <p>גלים באמבט גלים</p> <p>החזרה; שבירה; נפיצה; התאבכות ועקיפה</p> |
| 10 | עקיפת אור בסדק יחיד; תופעות התאבכות בקרומים דקים | ניסוי יאנג; עבודה בספקטרומטר | <p>אור וגלים</p> <p>התאבכות באור; מדידת אורך הגל λ על-פי חבנית התאבכות; מעבר אור דרך שריג, ספקטרום רציף וספקטרום בדיד; האור ומקומו בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים; מבוא לאפקט פוטו-אלקטרי (לימוד איכותי בלבד); המודל הגלי ומגבלותיו; בעיית מהות האור: חלקיק או גל? (לימוד איכותי בלבד)</p> |
| 2 | הדגמות באקוסטיקה; הסרט "גלי קול" של PSSC | | <p>גלי הקול (סקירה כללית)</p> |

נושא א6: פסיקה של כדור-הארץ

| נושאי-משנה וראשי-פרקים | ניסויים לדוגמה וסרטים | מספרי שיעורים |
|---|--|---------------|
| מידות כדור הארץ אריסטוטנס, מעלת רוחב ומידת היקף, רדיוס ונפח (של הכדור); סטיות מכדור אידיאלי; הסטנדרט של האורך בפסיקה | | 4 |
| סיבוב כדור-הארץ והתופעות הקשורות בכך תצלום כוכבים בכיוון הצפון; סטיות בנפילה חופשית; סטיות בתחתחנות; כיווני רוחות; מטוטלת פוקו | הסרט "מערכות ייחוס" | 4 |
| מחזורי זמן והלוח יממה שמשית וכוכבית; חודש סינודי וסידרי; שנה; הלוח האזרחי, המוסלמי והעברי (סקירה כללית בלבד); שעונים מודרניים (קווארץ ואטום) | | |
| המבנה הפנימי של כדור-הארץ השוואת צפיפות כדור-הארץ לצפיפות הסלעים בקרום והמשתמע מכך ביחס לגרעין כדור-הארץ; המבנה הקליפתי כמסקנה ממדידות סיסמיות; חוסר ברזל בקרום; גרדינט הטמפרטורה; הרכב הגרעין, מגנטיות כדור הארץ, רעידות אדמה ואיתורן | עבודה עם מגנטים, מצפן, בדיקת מגנט ברזל | 5-4 |
| האקלים, מזג-האוויר ומבנה האטמוספירה משק החום; לחץ; רוחות והוריקנים; משקעים; טרופוספירה; סטרטוספירה ויונוספירה; השרה החשמלי של כדור-הארץ; שכבת האוזון ומשמ-עיוותיה לגבי מזג-האוויר, התקשורת והטיס; השוואה לאטמוספירות של כוכבי-לכת אחרים | | 8 |
| רדיואקטיביות והשפעותיה מבנה האטום; תופעות רדיואקטיביות; תרומת החום הרדיואקטיבי לדינמיקה של כדור הארץ, קביעת גיל סלעים ותהליכים בכדור הארץ | הדגמות בתא ערפל של קרח יבש; הדגמות במונה גייגר | 4 |

נושא א: פסיקה של היקום *

| מספרי שיעורים | ניסויים לדוגמה וסרטים | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|--|--|
| 7 | | מבוא מערכת השמש ותנועת הכוכבים בשמים; חוקי קפלר; חוק הכבידה של ניוטון ומסקנותיו; מכשור ובעיות בתצפית; צבע, טמפרטורה וקרינה; מדידת מרחקים (טריאנגולציה, עוצמת הארה ותנועת כוכבים) |
| 5 | הדגמה ומעבדה בספקטרו- סקופיה של יסודות בשפופרות גז; סרט לולאה על אפקט דופלר | ספקטרוסקופיה הרכב כימי וגיל כוכבים; אפקט דופלר ותנועת כוכבים |
| 4 | | הגלקסיה מבנה הגלקסיה; אוכלוסיית הכוכבים בגלקסיה; תנועת הגלקסיה |
| 11 | | מבנה והתפתחות כוכבים השמש ככוכב אופייני; תהליכים גרעיניים; סקירה של התפתחות כוכב; "מות" כוכבים |
| 3 | | מבנה היקום גלקסיות היקום; מבנה והתפתחות היקום |

סך-הכול: 30

* דת ומדע בבית-הספר הדתי

בלימוד נושאים מסויימים בפסיקה מתעוררות לפעמים בעיות של היחס בין הדת לבין המדע. בבית-הספר הדתי יש להקצות זמן לדיונים באותן בעיות ולהשתמעויותיהן בלימודי הפסיקה.

המורה יוכל לעסוק באותן בעיות במרוכז כמבוא לחומר כולו, והוא יוכל לעשות זאת במפוצל בנושאים המתאימים. במקרה השני אפשר להקדים מבוא קצר בראשית לימודי הפסיקה.

נושא א8: מ ב ו א ל מ כ נ י ק ה

| מספרי שיעור | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|----------------|---|--|--|
| 8-7 | ניתוח קינמטי של תנועה הרמונית | מדידת " g " ; חקירת תנועה (על- ידי סרט העובר דרך רשם-זמן) | קינמטיקה תנועה; מהירות בתנועה קצובה; מהירות ממוצעת ומהירות רגעית בתנועה לא קצובה; תאוצה; תנועה שוות תאוצה בקו ישר (נפילה חופשית, זריקה אנכית כלפי מעלה וכלפי מטה) |
| 6-5 | ניסויים בסטיקה (לדוגמה: מערכת ברנדייס); כוח החיכוך | כיוול דינמומטר; חיבור כוחות והפרדתם | כוחות; סטיקה הכוח ומדידתו; פעולה ותגובה; החוק ה-III של ניוטון; חיבור כוחות; הפרדת כוחות לרכיבים; כוח החיכוך |
| 10-9 | ניתוח תצלום סטרובו- סקופי של תנועה | החוק ה-II של ניוטון | החוק ה-II של ניוטון חוק ההתמדה (החוק ה-I); תנועת גוף בהשפעת כוח קבוע; תלות התאוצה בכוח ובמסה - החוק ה-II; דוגמאות ושימושים בחוק ה-II |
| 6-5 | | | עבודה ואנרגיה עבודת השקול ואנרגיה קינטית; עבודה ושימור אנרגיה |

סך-הכול: 26-30

ב. נושאי-המשך

נושא ב1: השלמות במכניקה ובחשמל
(מיועד להיקפי-הלימוד של 3, 4, 5 יחידות)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|--|----------------------|--|--|
| 12 | | הדגמות במערכת תיק-תק | שימור תנע "ב"התפוצצות"; שימור תנע בהתנגשות בין עגלות; שימור תנע בהתנגשות כדורים (דו- ממדית) | השלמות במכניקה וקטורים; התחלקות אנרגיה ב"התפוצצות"; מתקף ותנע; התנגשות פלסטית והתנגשות אלסטית; המהירות כגורל מכוון; חיבור מהירויות; חשבון וקטורים; התנע כווקטור; זריקה אופקית; שימור תנע וקטורי |
| 10 | בבחינת בגרות ב-3 יחידות לא יידרש פיתוח נוסחת התנועה ההרמונית $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ אלא שימוש בנוסחה בלבד. | מטוטלת מתמטית | תנועה מעגלית; תנודות הקפיץ | תנועה מעגלית ותנועה הרמונית הקינמטיקה של תנועה מעגלית (ω קבוע); כוח צנטריפטלי; תנועה הרמונית פשוטה |
| 8 | | סרטי "PSSC" | | גרביטציה וחוקי קפלר מערכת השמש; תצפיות טיכו-ברהה (סקירה היסטורית קצרה); חוקי קפלר; חוק הגרביטציה |

30

סך-הכול להשלמות במכניקה:

נושא ב: השלמות במכניקה ובחשמל (המשך)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|-------|--|---|---|
| 15-13 | | חיבור נגדים (בטור ובמקביל) | חוק אוהם; השפעת הטמפרטורה על R (התנגדות של נורה) | <u>חזרה והשלמות בחשמל:</u> <u>מעגלי DC</u> המעגל החשמלי; מדידות: עצמת זרם, מתח, התנגדות; חוק אוהם; אנרגיה והספק במעגל החשמלי; כא"מ של מקור והתנגדות פנימית |
| 10 | | | חוק קולון; ניסוי מיליקן (סרט או סרטון) | <u>אלקטרוסטטיקה</u> שדה חשמלי אחיד (בין לוחות מחכת מקבילים); עצמת שדה; חוק קולון |
| 20-18 | | שדות מגנטיים שונים; הכוח בין זרמים | השדה המגנטי בקרבת חיל ישר; "מאזני זרם"; מדידת $\frac{e}{m}$ | <u>אלקטרומגנטיות</u> השדה המגנטי; עצמת השדה; מגנטיות הארץ; שדה מגנטי על-יד חיל ישר ובסולנואיד; כוחות בשדה המגנטי ובין זרמים: כוח לורנץ; תנועת מטענים בשדה חשמלי ומגנטי |
| 15 | | | תופעות של השראה; המנוע כגנרטור; שנאי | <u>השראה אלקטרומגנטית</u> המושג "שטף של שדה מגנטי"; כא"מ מושרה על- ידי תנועת מוליך בשדה מגנטי ועל-ידי שינוי שטף; חוק לנץ; השראה עצמית; השראות; גנרטור AC; המושג מתח-חילופין; שנאי והעברת אנרגיה חשמלית למרחקים (הנוסחה $\epsilon_1/\epsilon_2 = n_1/n_2$) |

60-56 סך-הכול להשלמות בחשמל:

90-86 סך הכול להשלמות במכניקה ובחשמל:

נושא ב2: האטום והגרעין

(גרסה מצומצמת; מיועדת ל-3 יחידות-לימוד)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|-------|--|---------------------------------------|---|
| 5 | | גלים א"מ בתחום הסנטימטרי (גלי מיקרו) | ספקטרום הפליטה של כספית | I האטום ספקטרום הקרינה האלקטרומגנטית קיום קרינה אלקטרומגנטית; תחומי ספקטרום הקרינה הא"מ; מעבר אור דרך סריג ופריסמה; ספקטרוסקופ סריג וספקטרוסקופ פריסמה |
| | | | | הדואליות גל-חלקיק האפקט הפוטו-חשמלי ומשמעותו; קיומם של פוטונים; קיומם של גלי חומר |
| 8 | | עקיפת אלקטרונים | האפקט הפוטו-חשמלי (ניסוי איכותי בלבד) | מבנה האטום ניסוי גייגר-מרסדן ותבנית האטום לפי רתרפורד; ספקטרום רציף (של נורת להט); ספקטרום קווי (של אדי כספית ושל מימן); תבנית האטום לפי בור - רמות אנרגיה; ניסוי פרנק-הרץ; קרני X; שימושים |
| 12 | | הדגמת ניסוי פרנק-הרץ (מערכת נפילד) | עירור אטומי של קסנון | סך-הכול לתת-נושא "האטום": 25 |
| 10 | | קרינה ומכשירים לגילויה: אלקטרו-סקופ; מונה גייגר; תא וילסון רציף. סרטנים וסרטונים | | II הגרעין רדיואקטיביות גילוי הקרינה הרדיואקטיבית; התפרקות α , β , γ ; קיום הפוזיטרון; שרשרות רדיו-אקטיביות; זמן מחצית החיים (לימוד איכותי בלבד); רדיו-אקטיביות מלאכותית; שימושים |

נושא 2: האטום והגרעין (המשך)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|-------|---|-------------|---|
| 10 | | סרטים וסרטונים על מבנה כור גרעיני | | <p><u>מבנה הגרעין ואנרגיה גרעינית</u></p> <p>פרוטון; ניוטרון; מספר אטומי; מסה אטומית; איזוטופים; ספקטרוגרף מסות; כוח גרעיני (מושג כללי); ריאקציות גרעיניות - דוגמה פשוטה; אנרגיית קשר: הנוסחה $\Delta E = \Delta mc^2$ (ללא פיתוח הנוסחה); תהליכי ביקוע ומיזוג (fusion); מסה קריטית (הסבר חצי כמותי); אנרגיה גרעינית וניצולה; כורים גרעיניים</p> |

20 סך-הכול לתת-נושא "הגרעין":

45 סך-הכול לנושא "האטום והגרעין" (הגרסה ל-3 יחידות):

נושא 3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים

(מיועד להיקפי-הלימוד של 4 ו-5 יחידות)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|-------|----------------|-------------|---|
| 12-10 | | סרטי PSSC | | <p><u>I הכוחות היסודיים בטבע</u></p> <p><u>השדה הגרביטציוני</u></p> <p>מושג השדה; שדה גרביטציוני - שדה משמר; תנועת לוויינים בשדה הגרביטציוני (רק תנועה מעגלית, ללא מסלולים אליפטיים); חזרה והשלמות במכניקה ניוטונית</p> |

נושא ב3: שדות וגלים אלקטרומגנטיים (המשך)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|--|----------------|---|---|
| 15-14 | | | מיפוי שדה א"ס; מדידת הקיבול של קבל; תלות הקיבול בפרמטרים; האנרגיה של קבל טעון | <u>השדה האלקטרוסטטי</u> חוק קולון ועצמת השדה הא"ס; פוטנציאל ומתח בשדה א"ס; קבל לוחות והשדה בין לוחות קבל; מושג הקיבול; מדידת קיבול; האנרגיה האגורה בשדה חשמלי (האנרגיה של קבל; האנרגיה האגורה בשדה בין הלוחות); חומר דיאלקטרי |
| 13-12 | אם הזמן ויכולת התלמידים ירשו זאת: הרחבת מקסוול לחוק אמפר - זרם העחק; חוק גאוס וחוק אמפר בצורה אינטגרלית | | מיפוי שדה מגנטי | <u>השדה האלקטרומגנטי</u> מושג השטף של שדה; חוקי לפלס, ביו-סוואר; חוק אמפר |
| 40-36 | סך-הכול לתת-נושא I : | | | <u>II תנודות ומעגלי זרם חילופין</u> |
| 15-14 | | | טעינת קבל בזרם קבוע; מעגל תנודות L-C; תנודות הרמוניות (בלתי מרוסנות ומרוסנות) | <u>תנודות חשמליות ומכניות</u> טעינה ופריקה של קבל; פריקת קבל דרך סליל; השראה עצמית, השראות; האנרגיה האגורה בשדה המגנטי; גלגולי אנרגיה בתנודות אלקטרומגנטיות ואנלוגיה לתנודות מכניות (לימור איכותי בלבד) |

נושא 3ב: שדות וגלים אלקטרומגנטיים (המשך)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|---------------|---|---|--|--|
| 10-8 | לגבי שנאי רק הנוסחה: $\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{n_1}{n_2}$ | ערך אפקטיבי של AC (ניסוי הנורה של נפילד); ניסויים באוסילוסקופ | תהודה (רזוננס במעגלי R,L,C); הדגמות בטרנספורמטור מתפרק | <u>מעגלי זרם חילופין</u> מתח רגעי; זרם רגעי; זרם מכסימלי; זרמים ומתחים פעילים; ערכים ממוצעים (r.m.s.); מעגלים עם התנגדות והשראות או התנגדות וקיבול בטור וצירופים; העברת אנרגיה חשמלית למרחקים: שנאי (לימוד איכותי בלבד) |
| 25-22 | סך-הכול לתת-נושא II: | | | <u>III מבט חדש על מהות האור והחומר</u> <u>אור וגלים אלקטרומגנטיים</u> חזרה על תכונות יסודיות של גלים; עקרון הויגנס והסבר החזרה ושבירה בעזרתו; התאבכות ועקיפה; קיטוב, ספקטרוסקופ סריג ופריזמה; הספקטרום של גלים א"מ |
| 15 | | הדגמות בלייזר; גלים סנטימטריים; כושר הפרדה; קיטוב באור; הדגמת התופעה בלבד; מעבר אור דרך פולרואיד; גלי אור הם גלי רוחב | עקיפה באור; ספקטרום רציף וספקטרום קווי | |
| 10-9 | | | האפקט הפוטו-חשמלי; עקיפה של אלקטרונים | <u>הדואליות גל-חלקיק</u> האפקט הפוטו-חשמלי ומשמעותו; הקשר בין פוטונים וגלים; אפקט קומפטון (תיאור התופעה בלבד); התנהגות גלית של חלקיקים - נוסחת דה-ברולי; הדואליות גל-חלקיק. באור ובחומר |

25-24 : סך-הכול לתת-נושא III:

90-82 : סך-הכול לנושא "שדות וגלים אלקטרומגנטיים":

נושא ב4: האטום והגרעין
(גרסה מורחבת; מיועדת ל-4 ול-5 יחידות-לימוד)

| מספרי שיעורים | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|------------------|---------------------|-----------------------|---|---|
| 8-7 | | הדגמות באוסילוסקופ | אופיין של דיודה | I האטום <u>מעבר זרם חשמלי בשפופרות ריק</u> <u>ובגזים קלושים</u> פליטה תרמויונית; שפופרות ריק; האוסילוסקופ; דיודה, טריודה ושימושיהן - עקרון היישור, עקרון ההגברה; מעבר זרם חשמלי בגזים קלושים; קרני קתוד (רשות) |
| | | | | <u>מבנה האטום</u> ספקטרום פליטה רציף וספקטרום קווי; ספקטרום הפליטה של מימן ושל כספית; קרני X; ספקטרום בליעה; ניסוי פרנץ- הרץ; ניסויי גייגר-מרדסן ותבנית האטום לפי רתרפורד; תבנית האטום לפי בוהר ורמות אנרגיה |
| 20-18 | סך-הכול לתת-נושא I: | | | II הגרעין <u>רדיואקטיביות</u> גילוי הקרינה הרדיואקטיבית; התפרקות α , β , γ ; הפוזיטרון, שרשרות רדיו- אקטיביות (זמן מחצית החיים; רדיואקטיביות מלאכותית); שימושי הרדיואקטיביות |
| 9-8 | | סרטי PSSC; סרטונים | הדגמות פשוטות ברדיואקטיביות (מונה גייגר, חא וילסון רציף וכד') | |

נושא ב4: האטום והגרעין (המשך)

| מספרי שיעורי | הערות | ניסויים לדוגמה | ניסויי מפתח | נושאי-משנה וראשי-פרקים |
|-----------------|-------|------------------------------|-------------|--|
| 6-5 | | | | <p><u>מבנה הגרעין</u></p> <p>פרוטון, ניוטרון, מספר אטומי, מסה אטומית; איזוטופים (ספקטרוגרף מסות); כוח גרעיני - מושג כללי</p> |
| 10-9 | | סרטים וסרטונים על כור גרעיני | | <p><u>תהליכים גרעיניים ואנרגיה גרעינית</u></p> <p>ראקציות גרעיניות; דוגמאות פשוטות אחדות; אנרגיית קשר, הנוסחה: $E = mc^2$; תהליכי ביקוע ותהליכי מיזוג; מסה קריטית; האנרגיה הגרעינית וניצולה; כורים גרעיניים; (מכשירים בפיסיקה גרעינית: מאיצים, גלאים וכו' - רשות)</p> |

סך-הכול לתת-נושא II: 25-22

סך-הכול לנושא "האטום והגרעין" (הגרסה ל-4 ול-5 יחידות): 45-40

ג. נושאים מתקדמים (ללומדים בהיקף של 5 יחידות)

נושא ג1: תורת היחסות הפרטית

א. מבוא

עקרון היחסות במכניקה הניוטונית; מערכות ייחוס; טרנספורמציה של גלילאו; טרנספורמציית המהירות והתאוצה במכניקה הניוטונית; קשיים בתפיסה הניוטונית על מוחלטות האורך והזמן; הוכחה ניסויית לקיום מהירות גבולית

ב. קינמטיקה יחסותית

עקרון תורת היחסות הפרטית: עקרון היחסות בפיסיקה, עקרון קביעות מהירות האור; מושג החד-זמניות, מדידת זמן ואורך; התכווצות האורך והתארכות הזמן; הטרנספורמציה של לורנץ; הטרנספורמציה של המהירות; מהירות האור כמהירות גבולית

ג. דינמיקה יחסותית

עקרונות הדינמיקה היחסותית: שימור המסה במערכת סגורה; שימור התנע במערכת סגורה; חוק התנועה; תלות המסה במהירות; אנרגיה קינטית; מסה ואנרגיה; חלקיקים בעלי מסת-מנוחה אפס

בבחינות הבגרות צריך התלמיד להיות מסוגל להמחיש את שני העקרונות על-ידי דוגמאות ולהשתמש בחומר הנלמד בהסברתם של תופעות ותהליכים. המקרים היחידים שבהם תידרש הוכחה מתימטית, הם גזירות הנוסחות של התארכות הזמן ושל התכווצות האורך.

נושא 2ג: מעגלי זרם חילופין

א. מבוא:

שיטות ייצור של זרם חילופין – צורות גל שונות.

ב. ערך אפקטיבי של זרם חילופין:

ערך אפקטיבי של זרם ומתח סינוסואידלי

ג. יישור זרם חילופין:

דיודה, דיודה כפולה, גשר; סינון בעזרת קבל; גליות

ד. קבל במעגל זרם חילופין:

עכבה (impedance) במעגל RC

ה. הספק במעגל RC : $\cos \phi$

ו. סליל במעגל זרם חילופין:

עכבה במעגל RL

ז. הספק במעגל RL : $\cos \phi$

ח. הטרנספורמטור ללא עומס

ט. מעגל RLC:

עכבת, הספק וגורם האיכות Q במעגל טורי ובמעגל מקביל.

שיטת הטיפול בכל המעגלים היא באמצעות פאזורים.

I חוקי הגזים והחוק הראשון

א. גזים אידיאליים

חוקי הגזים; משוואת המצב $pV = nRT$; התורה המולקולרית-קינטית של הגזים

ב. החוק הראשון של התרמודינמיקה

תהליכים תרמודינמיים: תיאור גרפי, עבודה בתהליכים תרמודינמיים; עבודה, כמות

חום ואנרגיה פנימית, החוק הראשון של התרמודינמיקה: $dU = \delta Q - \delta A$; קיבול

החום הסגולי של הגזים C_V ו- C_P , דרגות חופש, חוק ההתפלגות השווה של

האנרגיה; תהליך אדיאבטי; $pV^\gamma = \text{const.}$; העבודה בתהליך אדיאבטי

ג. גזים ריאליים

התפשטות חופשית; ניסוי ג'ול; נוסחת ון-דר-ולס

II החוק השני ומושג האנטרופיה

ד. החוק השני של התרמודינמיקה

תהליך הפיך ובלתי הפיך; ניסוח החוק השני לפי קלאוזיוס; ניסוח החוק השני לפי

קלווין-פלנק; מחזור קרנו; נצילות מנוע

ה. מושג האנטרופיה

מסקנות מהחוק השני: $\frac{\delta Q}{T} \leq 0$ ובניסוח אינטגרלי: $\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$

(לפי תכנית Nuffield A Level)

א. מבוא כללי:

סקירה על התפתחות האלקטרוניקה; הגישה המערכתית: הכרת מתקנים לפי ביצועיהם

ב. משקף התנודות (האוסילוסקופ):

הכרת השימוש בפונקציות השונות

ג. היחידה הבסיסית:

יחידה בסיסית כמפסק; שער לוגי; שער "לא ולא"; מחולל דפקים; מרצ;

פונקציות המעבר של היחידה הבסיסית; מגבר; השפעת התדר על גורם ההגברה

ד. משוב שלילי ומשוב חיובי *

משובים כאמצעי לחיקון עיוותים; השפעת משוב שלילי על ההגברה; משוב אקוסטי - מעגל תנודות

ה. רב-רטט :

רב-רטט דו-יציב; חילוק תדר; שימוש במפלג-אלומה; רב-רטט חד-יציב; השפעת RC

ו. שערים לוגיים שונים :

טבלאות אמת; AND - OR - NAND; בניית מערכות שונות (רמזורים)

* משוב - feedback.

נושא 5: אסטרונומיה *

א. אסטרונומיה :

מערכת השמש; כוכבים; מבנה הגלקסיה; חוץ בין-כוכבי; היקום; עצמים מיוחדים

ב. חוקי קרינה ומראה הכוכבים :

קרינת רצף; ספקטרום של גוף שחור; צבעים וטמפרטורות של כוכבים; האנרגיה הנפלטת מכוכבים; קווים ספקטרליים; פליטה ובליעה של קרינה; היווצרות קווי בליעה.

ג. אפקט דופלר ושימוש :

אפקט דופלר; מדידת מהירות כוכבים; דינמיקה במערכת בינרית, הפרדת קואור-דינטות, מדידת מסות; מדידת מסת הגלקסיה; התפשטות היקום

ד. מקורות אנרגיה של כוכבים :

אנרגיה גרעינית - ריאקציות בכוכבים. אנרגיית סיבוב - פולסארים. אנרגיה גרביטציונית - ספיחה במקורות קרינת X. אנרגיה גרביטציונית - התכווצות ננסים לבנים.

* דת ומדע בבית-הספר הדתי

בלימוד נושאים מסוימים בפיסיקה מתעוררות לפעמים בעיות של היחס בין הדת לבין המדע. בבית-הספר הדתי יש להקצות זמן לדיונים באותן בעיות ולהשמעויותיהן בלימודי הפיסיקה.

המורה יוכל לעסוק באותן בעיות במרוכז כמבוא לחומר כולו, והוא יוכל לעשות זאת במפוצל בנושאים המתאימים. במקרה השני אפשר להקדים מבוא קצר בראשית לימודי הפיסיקה.

נושא ג6: ליריזרים

לנושא זה טרם הוכנו ראשי-פרקים.

מורים ומחברי ספרים, שירצו לטפל בנושא זה או בנושאים אחרים, שטרם נכללו בתכנית, מתבקשים להגיש לאישור משרד החינוך והתרבות את ראשי-הפרקים של הנושא, לפני שיגשו לעיבודו המלא.