

## חשמל ואופטיקה לתלמידי ביולוגיה. (תשס"ד).

1. הקדמה ומבוא כללי: פיזיקה לביולוגים? תורת החשמל מהי? יחידות וממדים. מבנה החומר והתופעות החשמליות הבסיסיות. השוואת הכוח החשמלי לכבידה. תורת מבנה החומר כיישום של תורת החשמל. עקרון האי-ודאות מונע את קריסת החומר. האנרגיה הגרעינית גם היא אנרגיה חשמלית. מטענים נעים וכוח לורנץ. הכוח החשמלי וה"כוח" המגנטי הינם שני הפנים של כוח אחד, הוא הכוח האלקטרו-מגנטי. ארבעת משפטי היסוד בתורת החשמל. קיצור תולדות תורת החשמל. ספרות מומלצת.
2. השדה החשמלי ומשפט גאוס: חוק קולון ויחידות המטען החשמלי. השדה החשמלי. האנרגיה של מערכת מטען. האנרגיה של קליפה כדורית הטעונה בצפיפות אחידה. משפט גאוס. השדה המושרה ע"י ישר "אינסופי" טעון בצפיפות אחידה. השדה המושרה ע"י התפלגות מטען בעלת סימטרייה כדורית.
3. הפוטנציאל והאנרגיה בשדה החשמלי: הפוטנציאל הא"ס ויחידתו המעשית: הוולט. הלחץ על משטחים טעונים. קבל הלוחות וצפיפות האנרגיה בשדה החשמלי. העוצמה החשמלית וצפיפות השטף החשמלי. הגרדיינט של שדה סקלרי. הדיברגנץ של שדה וקטורי. הביטוי המפורש לדיברגנץ בשיעורים קרטזיים. משפט הדיברגנץ. הניסוח הדיפרנציאלי של משפט גאוס. האופרטור של לפלס. פונקציות הרמוניות ותכונותיהן הבסיסיות.
4. קבלים בריק ובתווכים דיאלקטריים: הגדרת הקיבול והיחידה המעשית הפרד. שדות חשמליים סביב מוליכים. הקבל הכדורי. שיטת התמונות: מקור נקודתי על-יד מישור מוליך אינסופי; מקור נקודתי מחוץ לכדור מוליך. הקבלים המצויים. צירופי קבלים – במקביל ובטור. השדה החשמלי בתווך דיאלקטרי. השדה שמשרה דיפול חשמלי. שדה הקיטוב ושדה צפיפות השטף החשמלי. תנאי השפה של השדה החשמלי. קבלים בתווכים דיאלקטריים.
5. הזרם החשמלי, חוק אוהם ומעגלי זרם ישר: צפיפות הזרם וחוק שימור המטען. חוק אוהם, ויחידת ההתנגדות. צפיפות מטען בתווך מוליך כפונקציה של הזמן. מודל מיקרוסקופי למוליכות החשמלית. מהירות הטרידה (drift). משך המעוף החופשי של יונים בגז. מתי נכשל חוק אוהם. מעגלי זרם ישר: נגדים בטור ובמקביל, "גשר" נגדים, התפרקות קבל דרך נגד. הספק הזרם דרך נגד.
6. השדה המגנטי ומשפט אמפר: תצפיות וניסויים, הכוח המגנטי הפועל על חלקיק טעון שווה למטען כפול במכפלה הווקטורית של מהירות החלקיק בשדה המגנטי. יחידות עוצמת השדה: היחידה המעשית, הטסלה, והיחידה המוחלטת, הגאוס. הכוח המגנטי הפועל על מוליך נושא זרם. מומנט הכוח הפועל על לולאת זרם בשדה מגנטי אחיד. תנועת חלקיק טעון בשדה מגנטי.

- שימושים: ברור מהירויות, ספקטרומטר מסות, ציקלוטרון. אפקט הול. חוק ביו-סבר ומשפט אמפר. השדה המגנטי המושרה על-ידי סליל. השטף המגנטי והאנלוג המגנטי למשפט גאוס.
7. השראה מגנטית ומשפט פרדיי: חוק ההשראה של פרדיי. השראות עצמית. ההשראות של סליל "אינסופי". מעגלי נגד-סליל. האנרגיה האצורה בשדה מגנטי. צפיפות האנרגיה בשדה המגנטי. השראות הדדית. מעגלי סליל-קבל. מעגלי נגד-סליל-קבל. מעגלי זרם חילופין. נגדים במעגל ז"ח. סלילים במעגלי ז"ח. קבלים במעגלי ז"ח. נגד-סליל-קבל בטור במעגל ז"ח. תהודה במעגלי נגד-סליל-קבל טוריים. השנאי וקווי המתח הגבוה.
8. השדה המגנטי בתווכים חומריים, סיכום וגלים אלקטרו-מגנטיים: המומנט המגנטי של אטום. שדה המגנט ושה העזר המגנטי  $H$ . מיון החומרים המגנטיים. פְּרומגנטיות. פְּרמגנטיות. דיאמגנטיות. סיכום – משוואות מקסוול. משפט אמפר-מקסוול. גלים אלקטרו-מגנטיים מישוריים. גלים הרמוניים. שימור האנרגיה בשדה האלקטרו-מגנטי ומשפט פוינטינג. תנע אלקטרו-מגנטי ולחץ קרינה.
9. גלים. משוואת הגלים ותכונות אופייניות: תכונות כלליות של גלים. משוואת הגלים החד-ממדית. מהירות הגלים במיתר. האנרגיה האצורה בגל. עקרון ההרכבה. התאבכות. פעימות. גלים עומדים. גלים במישור ובמרחב ומושג חזית הגל. גלי קול. עוצמת הקול. דציבלים. מהירות הקול. גלים עומדים בצינור. אפקט דופלר. גלי הלם.
10. גלים אלקטרו-מגנטיים: גלים מישוריים בתווך דיאלקטרי. קיטוב הגלים האלקטרו-מגנטיים. תנאי שפה – חוקי ההחזרה של גל מישורי הניצב לשפה בין שני תווכים. פגיעה שאינה ניצבת של גל מישורי בשפה מישורית. תנאי שפה – עוצמות יחסיות. הצגת הגלים כפונקציות מרוכבות והשדה בתווך קלוש במקרה ההחזרה הגמורה.
11. התאבכות ועקיפה: מקורות אור קוהרנטיים. העיקרון של הויגנס. ניסוי שני הסדקים של יאנג. פרופיל העוצמה בניסוי יאנג. הרכבת גלים בדרך גרפית. דגם ההתאבכות של שלושה סדקים. התאבכות בהחזרה משכבות דקות. טבעות ניוטון. עקיפה. דגם העקיפה של סדק יחיד. כושר הפרדה.