

אוניברסיטת תל אביב

הפקולטה להנדסה

פיזיקה 2: 05091829, חשמל ומגנטיות

סמסטר א' תשפ"ה

מרצים: פרופ' אבנר סופר, ד"ר יהונתן שטרן, ד"ר תומר שנהר

פירוט נושאי הלימוד

(בערך לפי שבועות. נושאים שלא נלמדים בתשפ"ד מודגשים באפור)

1. אלקטרוסטטיקה - מטענים ושדות:

המטען החשמלי, חוק קולון, עיקרון הסופרפוזיציה, שדה חשמלי, קווי שדה חשמלי, דוגמאות ליצירת שדה ע"י התפלגות מטען בדידה, התפלגויות מטען רציפות ב-1, 2, ו-3 ממדים.

2. חוק גאוס האינטגרלי:

שטף של שדה, שטף השדה החשמלי, חוק גאוס בצורתו האינטגרלית, פתרון בעיות עם חוק גאוס, השדה החשמלי בתוך מוליך ועל שפת מוליך.

3. פוטנציאל חשמלי:

שדות משמרים, הגדרת אנרגיה פוטנציאלית ופוטנציאל חשמלי, פוטנציאל = אינטגרל על שדה, שדה = גרדיאנט של פוטנציאל, משטחים שווים פוטנציאל, פוטנציאלים של התפלגויות מטען שונות, פוטנציאל ושדה חשמלי של דיפול בכל מקום ובמרחק גדול, האנרגיה של מערכת מטענים בדידים, האנרגיה של מערכת מטענים רציפה, תכונות מוליכים בשדה חשמלי, הארקה, אפקט קורונה.

4. חוק גאוס הדיפרנציאלי:

חוק גאוס בצורתו הדיפרנציאלית, דיברגנס, משוואות פואסון ולפלאס, שיטת מטעני דמות, גזירה כללית של צפיפות האנרגיה של השדה החשמלי.

5. קבלים וחומרים דיאלקטריים:

קבלים, אנרגיה פוטנציאלית בקבל, חומרים דיאלקטריים, ותגובתם לשדה חשמלי, חוק גאוס בחומר דיאלקטרי. גזירת צפיפות האנרגיה של השדה החשמלי מתוך תכונות הקבל, הכוח בין לוחות קבל לחומר דיאלקטרי.

6. זרמים חשמליים:

זרם, צפיפות זרם, תיאור מיקרוסקופי של זרם באמצעות מודל Drude, הקשר בין מהירות הסחיפה והשדה החשמלי, תלות ההתנגדות הסגולית בטמפרטורה, חוק אוהם המיקרוסקופי והמקרוסקופי, חוקי קירכהוף עבור מעגלים פשוטים ומורכבים, התנגדות גופים בעלי גיאומטריות שונות, התפלגויות מטען משטחיות בין חומרים שונים, הספק בנגד, חיבור נגדים, התנגדות פנימית של ספר, מעגלי RC עם זרם ישר, מעגלי RC עם זרם חילופין.

7. השדה המגנטי:

תכונות בסיסיות של השדה המגנטי, כוח לורנץ, תנועה מעגלית של מטען בשדה מגנטי אחיד, תדירות הציקלוטרון, ספקטרוגרף מסות, כוח על תיל נושא זרם, מומנט כוח על טבעת זרם (מומנט דיפול מגנטי) ומנוח חשמלי, אפקט הול.

8. השדה המגנטי של זרם:

השדה המגנטי של מטען נע, חוק ביו-סבאר, השדה המגנטי של חוט, מוט, וגליל אינסופיים, הכוח המגנטי בין שני זרמים, הגדרת מומנט דיפול מגנטי, שדה הדיפול על ציר הסימטריה ובכל מקום רחוק, מדוע מגנטים מסתובבים ונמשכים זה לזה? חוק גאוס המגנטי.

9. חוק אמפר:

קבלת חוק אמפר בצורה האינטגרלית מחוק ביו-סבאר, שימוש בחור אמפר למציאת שדה מגנטי בבעיות עם סימטריה: סולנואיד, טורואיד, מוט אינסופי, חוק אמפר בצורה הדיפרנציאלית, פתרון בעיות עם חוק אמפר הדיפרנציאלי.

10.השראה:

חוק ההשראה של פארדיי-לנץ, חישוב שדה חשמלי מושרה, מחולל מתח, שימור הספק חשמלי+מכני, זרמי מערבולת, מוליכי על, חוק פרדיי במונחי השדה החשמלי, חוק פרדיי בצורה הדיפרנציאלית, פתרון בעיות באמצעות חוק פרדיי הדיפרנציאלי, הגדרת שדה משמר.

11.השראות:

השראות עצמית, השראות הדדית, מעגלי RL, מעגלי LC, האנרגיה של שדה מגנטי.

12.תיקון מקסוול:

זרם העתקה, תיקון מקסוול לחוק אמפר, משוואות מקסוול בצורה אינטגרלית ודיפרנציאלית, גזירת חוק שימור המטען.

12. גלים:

גלים במיתר: משוואת הגלים, פתרון משוואת הגלים, גל מישורי, גל הרמוני, סופרפוזיציה של גלים,

13. גלים אלקטרומגנטיים:

משוואת הגלים מתוך משוואות מקסוול בריק, וקטור Poynting, עוצמת האור, לחץ קרינה.

הערה: בקורס זה יינתן דגש על ארבע משוואות מאקסוול בצורתם האינטגרליות והדיפרנציאליות.

ספרות:

D. Halliday, R. Resnick and K. S. Krane, *Physics*, 5th edition (Wiley, NY, 2002), vol. 2
ניתן להיעזר בכל המהדורות.

ספר נוסף המופיע גם בתרגום לעברית בהוצאת האוניברסיטה הפתוחה:

Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, 2nd edition, Berkeley Physics Course
(McGraw-Hill), Vol. 2.

ניתן להיעזר גם בספר על אנליזה וקטורית, למשל "אנליזה וקטורית, תיאוריה ובעיות" מאת מורי שפיגל בהוצאת שאום.

כמו כן, רשימות ההרצאות יועלו לאתר הקורס במודל. שימו לב שעלולות להיות בהן טעויות. אם מוצאים טעות או משהו מבלבל, אנא הודיעו למרצה כדי שזה יתוקן.

הדגמות:

במהלך הקורס נדגים את התופעות הפיזיקליות השונות באמצעות ניסויי הדגמה.

נהלים:

כמעט אין אפשרות להצליח בבחינה אם לא מתמודדים עם תרגילי הבית מתחילת הסמסטר ובדבקות כל שבוע.

לכן, כדי לעודד אתכם לעבוד על תרגילי הבית, 90% מהציון בקורס יקבע על-פי הבחינה הסופית, ו-10% על-פי תרגילי הבית. זאת פרט לחבריות קבוצות B ו-C, שעבורם ציון תרגילי הבית יהווה 10% מגן.

- במהלך הסמסטר יהיו 12 תרגילי בית שבועיים.
- כל תרגיל בית יקבל ציון של 1.25 (עבודה מלאה או כמעט מלאה), ציון חלקי של 0.7 (עבודה חלקית) או 0 (תרגיל לא הוגש או עבודה בלתי מספקת). באופן זה, ציון מלא ב-8 עבודות בית מזכה במקסימום של 10% מהציון הסופי בקורס, כך שאפשר להגיע לציון המקסימלי גם אם היו מספר שבועות בהם לא הצלחתם להגיש את התרגיל מכל סיבה שהיא. כמו כן, ציון חלקי בכל 12 התרגילים מזכה ב-8.4% מהציון הסופי.

- בודקי התרגילים יעניקו את הציון על סמך הפגנת **מאמץ משמעותי לפתור את כל השאלות, גם אם התשובות אינן נכונות**. זאת משום שתרגילי הבית נועדו לבניית הבנה של החומר שנלמד בהרצאות ובתרגולים לאימון לקראת הבחינה, כך שהדבר החשוב בהם הוא ההתמודדות עם החומר, לאו דווקא התוצאה הסופית.
- בודקי התרגילים ירשמו הערות פרטניות על חלק משאלות תרגילי הבית. נוסף על כך, חשוב לעבור בכל שבוע על פתרון תרגיל הבית שיפורסם באתר הקורס במודל, ללמוד את הפתרון ולהשוות אותו לתשובות שנתתם.
- מועד ההגשה לכל תרגיל יהיה כשבועיים לאחר התרגול. אם לא מתאפשר להגיש את התרגיל בשל מילואים, אפשר להגיש באיחור בכפוף להצגת אישור מילואים למתרגל.

אנא שימו לב שהציון יחושב באופן זה גם עבור סטודנטים שחוזרים על הקורס, שגם להם חשוב ומומלץ לעבוד על תרגילי הבית ולהגיש אותם.

אפשר ואפילו מומלץ לעבוד על תרגילי הבית עם סטודנטים וסטודנטיות אחרות, אך התשובה שאתם כותבים צריכה להיות שלכם.

בבחינה הסופית ישולבו פיתוחים מההרצאות, סעיפים מתרגילי הבית, שאלות על ההדגמות שתראו בהרצאות, וכן שאלות חדשות.

אנא שימו לב שההרצאות המועברות על ידי המרצים השונים דומות, אך לא בהכרח זהות.

מידע נוסף אודות הקורס והודעות יימצאו באתר moodle.tau.ac.il